



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK



# Cognitive Computing dan Prediksi AI dalam Analisis Digital

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM





**Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM**

# **Cognitive Computing dan Prediksi AI dalam Analisis Digital**



**YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK**

**PENERBIT :**

**YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK  
Jl. Majapahit No. 605 Semarang  
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144  
Email : penerbit\_ypat@stekom.ac.id**

ISBN 978-634-7227-35-5 (PDF)



9

786347

227355

# **Cognitive Computing dan Prediksi AI dalam Analisis Digital**

## **Penulis :**

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

**ISBN : 978-634-7227-35-5**

## **Editor :**

Dr. Joseph Teguh Santoso, S.Kom., M.Kom.

## **Penyunting :**

Dr. Mars Caroline Wibowo. S.T., M.Mm.Tech

## **Desain Sampul dan Tata Letak :**

Irdha Yuniato, S.Ds., M.Kom

## **Penebit :**

Yayasan Prima Agus Teknik Bekerja sama dengan  
Universitas Sains & Teknologi Komputer (Universitas STEKOM)

**Anggota IKAPI No:** 279 / ALB / JTE / 2023

## **Redaksi :**

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : [penerbit\\_ypat@stekom.ac.id](mailto:penerbit_ypat@stekom.ac.id)

## **Distributor Tunggal :**

### **Universitas STEKOM**

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : [info@stekom.ac.id](mailto:info@stekom.ac.id)

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara  
apapun tanpa ijin dari penulis

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga buku *“Cognitive Computing dan Prediksi AI dalam Analisis Digital”* ini dapat terselesaikan dengan baik. Buku ini disusun untuk memberikan pemahaman komprehensif mengenai konsep dasar, perkembangan, dan aplikasi komputasi kognitif serta prediksi kecerdasan buatan dalam analisis digital yang semakin menonjol di berbagai bidang.

Dalam buku ini, pembaca diajak untuk memahami dasar-dasar teori yang mendasari sistem pulsatif rekursi simbiotik serta konsep komputasi kognitif yang menjadi fondasi penting dalam pengembangan teknologi AI. Melalui bab-bab yang terstruktur dengan baik, dibahas pula transformasi digital dalam inovasi model bisnis, teori kuantum afektivitas kognitif, hingga analitik digital prediktif yang kian relevan di era digitalisasi saat ini. Tidak kalah penting, buku ini juga mengupas pengaruh digitalisasi terhadap inovasi model bisnis serta teknik pelestarian ontologi yang menjadi bagian penting dalam pengembangan aljabar proses AI.

Buku ini diawali dengan Bab 1 yang membahas gambaran dasar dan sistem pulsatif rekursi simbiotik sebagai landasan teoritis utama. Di dalamnya termaktub konsep simbiosis, rekursi, osilasi, hingga visi teknologi pulsatif yang mendasari proses evolutif dalam sistem kognitif. Bab 2 menjelaskan Komputasi Kognitif secara rinci, meliputi definisi, konsep modularitas otak, jaringan syaraf tiruan, serta hubungan Ilmu Kognitif dan Komputasi Kognitif yang saling melengkapi dalam pengembangan teknologi AI.

Di Bab 3, pembaca diajak memahami transformasi digital sebagai pemacu inovasi dalam model bisnis. Digitalisasi, strategi manajemen AI, serta inovasi proses bisnis menjadi fokus penting agar model bisnis dapat beradaptasi dengan perkembangan teknologi. Bab 4 mengangkat teori kuantum afektivitas kognitif—sebuah pendekatan interdisipliner yang menghubungkan neuroscience, psikopati pengenalan wajah, dan robotik paliatif untuk aplikasi praktis seperti pengobatan sindrom Alzheimer.

Selanjutnya, Bab 5 mengupas analitik digital prediktif AI dengan pembahasan mendalam tentang model, bahasa, pemodelan ketidakpastian, hingga model kompetitif dan diagram model bisnis yang relevan dalam ekonomi digital. Bab 6 menyoroti pengaruh digitalisasi terhadap inovasi model bisnis, dengan penekanan pada bagaimana transformasi digital merubah paradigma perusahaan dan membuka peluang-peluang baru di dunia bisnis. Bab terakhir, Bab 7, menguraikan aljabar proses AI dan teknik pelestarian ontologi sebagai bagian penting dalam pengembangan model agen, pohon tanda tangan, dan representasi kejadian yang mendukung kecerdasan buatan lebih adaptif dan terstruktur.

Penulis berharap buku ini dapat menjadi referensi berguna bagi akademisi, praktisi, dan siapa saja yang tertarik pada teknologi kognitif serta digitalisasi dalam analisis dan pengembangan bisnis. Kritik dan saran yang membangun sangat dinantikan untuk kesempurnaan karya ini di masa depan.

Terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung terselesaikannya buku ini. Semoga buku ini memberi inspirasi dan wawasan baru dalam bidang komputasi kognitif dan analitik digital.

*Selamat dan Semangat Membaca...!!!*

Semarang, September 2025  
Penulis

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

*Menembus batas kecerdasan melalui sinergi manusia dan mesin untuk masa depan yang lebih cerdas dan terprediksi. Buku ajar ini saya dedikasikan khususnya kepada para akademisi, peneliti, dan mahasiswa yang senantiasa bersemangat menembus batas pengetahuan di bidang komputasi kognitif dan prediksi AI dalam analisis digital. Semoga karya ini menjadi pijakan yang kuat dalam menumbuhkan wawasan, menciptakan inovasi, dan memajukan teknologi demi kemanfaatan bersama dan kemajuan peradaban. Cerdas bersama, berdaya melalui teknologi.*

***Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM***

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>BAB 1 GAMBAR DASAR DAN SISTEM PULSATIF REKURSI SIMBIOTIK.....</b>	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Simbiosis - Representasi 'Saling Ketergantungan Vital' .....	2
1.3 Rekursi - Representasi Tindakan, Kontrol, Dan Pencegahan .....	4
1.4 Representasi Osilasi Dari Proses Penciptaan Satu Tingkat .....	15
1.5 Pulsasi - Representasi 'Perbaikan Evolutif' .....	16
1.6 Menggabungkan Srps Dan Intuisisme Kartesian .....	18
1.7 Visi Teknologi Pulsatif .....	21
1.8 Kesimpulan .....	22
<b>BAB 2 KOMPUTASI KOGNITIF .....</b>	<b>23</b>
2.1 Definisi Komputasi Kognitif .....	23
2.2 Konsep Modularitas Otak Dan Jaringan Syaraf Tiruan .....	29
2.3 Ilmu Kognitif Dan Komputasi Kognitif (KK) .....	38
<b>BAB 3 TRANSFORMASI DIGITAL DALAM INOVASI MODEL BISNIS .....</b>	<b>41</b>
3.1 Pendahuluan.....	41
3.2 Definisi Model Bisnis (BM) .....	46
3.3 Digitalisasi Dan Penciptaan Nilai .....	57
3.4 Strategi Manajemen Digitalisasi AI.....	62
3.5 Mengubah Penciptaan Nilai Pada Model Proses Bisnis .....	64
3.6 Peringkat Model Kompetitif Pada Perencanaan Bisnis .....	68
<b>BAB 4 TEORI KUANTUM AFEKTIVITAS KOGNITIF .....</b>	<b>70</b>
4.1 Pendahuluan.....	70
4.2 Dua Jenis Psikopati Pengenalan Wajah .....	71
4.3 Neuroscience Kognitif Dan Afektif.....	71
4.4 Robotik Pembantu Paliatif Untuk Pengobatan Sindrom Alzheimer .....	73
4.5 Psikopati Pengenalan Wajah Pada Populasi Narapidana .....	74
4.6 Superposisi Dan Keterlibatan Dalam Cerita Misteri Poe .....	74
4.7 Pengenalan Wajah Dan Pemrosesan Emosi Dalam "Ligeia" Karya Poe.....	75
4.8 Persepsi Neurokognitif Dan Pengambilan Keputusan .....	88
4.9 Dari Representasi Realitas Ke Pembantu Pengenalan Robotik .....	103
4.10 Newton, Bohr, Einstein, Arousal, Dan Ikatan Kovalen .....	106
<b>BAB 5 ANALITIK DIGITAL PREDIKTIF AI .....</b>	<b>113</b>
5.1 Pendahuluan.....	113
5.2 Model Dan Bahasa.....	115
5.3 Rencana Dan Pratinjau Pemodelan Prediktif Ketidakpastian .....	116

5.4	Logika Komputasi Visual .....	119
5.5	Model Heterogen .....	123
5.6	Agen, Modul, Dan Aljabar .....	127
5.7	Morph Gentzen .....	134
5.8	Komputasi Visual Pada Tabel Analitik Sekuen .....	137
5.9	Model Kompetitif Dan Diagram Model Prediktif Model Bisnis (BM) .....	141
5.10	Model Kompetitif Dan Ekonomi Digitalisasi .....	151
<b>BAB 6</b>	<b>PENGARUH DIGITALISASI TERHADAP INOVASI MODEL BISNIS .....</b>	<b>154</b>
6.1	Pendahuluan.....	154
6.2	Digitalisasi Dan Transformasi Digital .....	155
6.3	Transformasi Dan Digitalisasi.....	161
6.4	Transformasi Digital Perusahaan .....	162
6.5	Pembahasan Dan Kesimpulan .....	166
<b>BAB 7</b>	<b>ALJABAR PROSES AI DAN TEKNIK PELESTARIAN ONTOLOGI .....</b>	<b>169</b>
7.1	Pendahuluan.....	169
7.2	Model Agen Dan Keinginan .....	170
7.3	Model Kompetitif Dan Pohon Tanda Tangan.....	172
7.4	Morfisma Pohon Tanda Tangan Dan Pelestarian Modul .....	174
7.5	Model Aljabar Kleene .....	177
7.6	Aljabar Proses Kejadian .....	178
7.7	Ontologi Deskripsi Kejadian.....	181
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>188</b>

## **BAB 1**

### **GAMBAR DASAR DAN SISTEM PULSATIF REKURSI SIMBIOTIK**

Pengembangan dan penggunaan sistem pulsatif rekursif simbiotik (SRPS) merupakan sumber inovasi dalam berbagai domain yang membutuhkan penanganan peningkatan, pencegahan, dan pengendalian yang bersifat evolusioner. Namun, sejarah pemikiran manusia menunjukkan bahwa transmisi hasil yang diperoleh gagal dalam sebagian besar pencapaian penting manusia karena kurangnya penyajian yang memadai tentang gagasan-gagasan dasar di balik konstruksi dan pemahaman sistem ini.

Gagasan dasar SRPS adalah simbiosis sistemik, rekursi, dan pulsasi. Dalam bab ini, kami menyajikannya dengan tujuan untuk menggarisbawahi bahwa penggunaan metode modular dan sinergis standar tidak tepat untuk mengelola transmisi pengetahuan yang dibutuhkan untuk memahami SRPS. Untuk tujuan ini, kami akan membagi pendekatan manajemen menjadi dua kategori dasar. Pendekatan Newtonian cocok untuk mengelola sistem modular. Intuisionisme Cartesian cocok untuk menangani SRPS. Keduanya berbeda, sehingga saling melengkapi dan tidak saling bersaing. Contoh konkret penerapan SRPS akan diberikan.

#### **1.1 PENDAHULUAN**

Teknologi pengukuran baru di dunia fisik dan teknologi komputasi baru memungkinkan Sains untuk melangkah lebih jauh daripada yang dibayangkan beberapa dekade lalu. Kemajuan tersebut membutuhkan fokus pada perbaikan, pencegahan, dan pengendalian. Fokus ini bukanlah hal baru dalam pemikiran manusia. Namun, gagasan perbaikan, pencegahan, dan pengendalian masih digunakan bahkan hingga saat ini dalam versi yang agak kabur. Memang, sejauh ini, belum ada paradigma sistemik yang dapat memberikan penyajian sistemik yang koheren dan bermanfaat dari gagasan-gagasan ini.

Di masa lalu, gagasan-gagasan ini hadir secara implisit dalam sistem filsafat. Kini, gagasan-gagasan ini hadir dengan cara yang sama dalam teknik manajemen, atau kurang lebih dianggap terpisah dalam berbagai proyek ilmiah.

Pada awal tahun delapan puluhan, kami mulai mengerjakan sebuah visi teknologi yang akan disajikan di Bagian 1.7. Karena tidak ada perangkat yang sesuai untuk memulai, kami mengikuti metode Descartes. Kami telah memperoleh hasil yang menarik dan bermanfaat sejak awal. Sepanjang perkembangan kami, kami menyadari bahwa, karena menangani rekursi sistemik, interpretasi kami terhadap metode Descartes berbeda dari interpretasi ilmiah atau filosofis pada umumnya. Tiga kata kunci untuk perbedaan ini adalah simbiosis, rekursi, dan pulsasi. Akan ditunjukkan bahwa ketiganya secara langsung melekat pada paradigma sistemik yang koheren tentang perbaikan, pencegahan, dan pengendalian.

Ilmu Pengetahuan dan filsafat modern mempertimbangkan sinergi dan modularitas alih-alih simbiosis, kompleksitas non-rekursif alih-alih rekursi, dan perubahan atau mutasi konstan alih-alih pulsasi. Meskipun gagasan-gagasan Ilmu Pengetahuan modern ini sangat berguna dan relevan untuk banyak aplikasi dunia nyata, gagasan-gagasan tersebut tidak dapat

menggantikan simbiosis, rekursi, dan pulsasi tanpa konsekuensi yang merusak. Ini berarti bahwa pendekatan kedua kelompok gagasan ini saling melengkapi dan non-kompetitif.

Untuk memudahkan, kita akan menyebut kelompok pertama yang berisi gagasan-gagasan:

- Simbiosis;
- Rekursi;
- Pulsasi.

Dan kelompok kedua yang berisi gagasan-gagasan:

- Sinergi, modularitas;
- Kompleksitas non-rekursif;
- Perubahan, mutasi.

Di bawah ini kami akan menyajikan alasan-alasan untuk menyebut Intuisionisme Cartesien sebagai paradigma sistemik yang didasarkan pada kelompok pertama dan pendekatan Newtonian sebagai paradigma sistemik yang didasarkan pada kelompok gagasan kedua. Kita akan menyebut sistem pulsatif rekursif simbiosis (SRPS) sebagai inti sistemik Intuisionisme Cartesien.

Di bawah ini, kami akan memberikan deskripsi sistemik dari gagasan kelompok pertama serta penyajian model yang koheren dan bermanfaat untuk perbaikan, pencegahan, dan pengendalian. Akan ditunjukkan bahwa pengelolaan proyek Intuisionisme Cartesien berbeda secara signifikan dari proyek Newtonian.

Bab ini disusun sebagai berikut: Bagian 1.2 menjelaskan gagasan simbiosis sebagaimana dipahami dalam bab ini. Bagian 1.3 memperkenalkan rekursi sebagai cara untuk merepresentasikan tindakan, pengendalian, dan pencegahan. Bagian ini menjelaskan apa yang kami maksud dengan rekursi sistemik.

Bagian 1.4 memperkenalkan gagasan osilasi sebagai representasi dari proses penciptaan satu tingkat yang digunakan dalam pulsasi yang disajikan pada Bagian 1.5. Bagian 1.6 menyajikan motivasi untuk memperkenalkan perbedaan sistemik antara pendekatan Newtonian dan Intuisionisme Cartesien. Akan menjadi jelas mengapa ungkapan yang terakhir digunakan untuk menggambarkan Ilmu Sistemik yang relevan dengan SRPS. Bagian 1.7 menyajikan visi teknologi yang relevan dengan penanganan SRPS.

## **1.2 SIMBIOSIS - REPRESENTASI 'SALING KETERGANTUNGAN VITAL'**

Simbiosis adalah komposisi khusus. Pada bagian ini, kita akan mendefinisikan simbiosis sebagaimana digunakan dalam bab ini. Kita juga akan membandingkan simbiosis dengan jenis komposisi lain, yaitu sinergi dan fusi. Kita akan mulai dengan deskripsi intuitif sebelum membahas detail yang lebih formal.

Dengan simbiosis, kita memahami komposisi dua atau beberapa bagian yang sensitif terhadap pemisahan. Ini berarti bahwa pemisahan satu atau beberapa bagian menyebabkan kepunahan atau kerusakan yang tidak dapat dipulihkan dari keseluruhan dan semua bagian yang terlibat.

Sebaliknya, dengan sinergi, kita memahami komposisi bagian-bagian yang tidak sensitif terhadap pemisahan. Terkadang, sinergi juga disebut komposisi modular. Dalam kasus fusi,

komposisi yang dihasilkan bersifat homogen. Hal ini tidak memungkinkan untuk mengenali bagian-bagian yang terlibat, mereka tercampur, seperti dalam fusi logam. Berikut ini akan kami berikan beberapa contoh.

### Simbiosis Piktorial

Mari kita pertimbangkan tiruan kita terhadap gambar teka-teki yang terkenal, yaitu 'dua perempuan dalam satu' (lihat, misalnya, Weisstein (2021) (Gambar 1.1).



**Gambar 1.1** Ilusi wanita tua-muda.

Gambar serupa dikenal sebagai versi E.G. Boring dari salah satu 'Devinettes d'Épinal'. Berbagai fitur yang tumpang tindih menunjukkan seorang perempuan muda atau tua. Poin pentingnya adalah bahwa fitur-fitur yang diperlukan untuk melihat perempuan muda atau tua tersebut sama-sama terdapat pada kedua penglihatan, misalnya, fitur 'dagu kecil versus hidung besar' atau fitur 'kalung versus bibir' mereka. Jika kita menghilangkan fitur-fitur umum yang umum pada interpretasi yang berbeda ini, para perempuan tersebut menghilang, hanya menyisakan mantel umum mereka dan bulu hias di rambut mereka (Gambar 1.2).



**Gambar 1.2** Versi ilusi wanita tua-muda yang dimutilasi.

Hal ini mendefinisikan suatu kejadian piktorial simbiosis dari kedua perempuan tersebut, yaitu, terdapat subset fitur (di sini, hampir semuanya, tetapi ini tidak wajib) sehingga menghapusnya dari satu kejadian akan menyebabkan kehilangan yang tidak dapat dipulihkan pada kedua kejadian tersebut.

### **Simbiosis Representasional**

Kajian yang cermat terhadap definisi objek-objek geometri Euklides menunjukkan bahwa definisi-definisi ini bersifat simbiosis. Ini berarti bahwa menghilangkan satu gagasan saja akan membuat sistem yang dihasilkan menjadi tidak bermakna (yaitu, kepunahan sistem yang dihasilkan) atau makna sistem yang dihasilkan akan sepenuhnya berbeda (yaitu, mutilasi yang tidak dapat dipulihkan).

Perlu dicatat di sini bahwa contoh geometri Euklides menggambarkan dengan baik fakta bahwa konstituen-konstituen sistem simbiosis perlu ditangani sebagai simbiosis dalam proses konstruksi sistem tersebut. Namun, setelah penciptaan akhirnya berhasil, penggunaan gagasan-gagasan ini, dalam beberapa kasus, mungkin bersifat modular. Misalnya, ketika kita menggunakan gagasan titik saat mempelajari geometri Euklides, kita tidak perlu menyadari ketergantungan simbiosis gagasan ini terhadap gagasan lain dalam geometri yang sama. Namun, kesadaran tersebut penting bagi Euklides ketika ia menciptakan geometri ini.

### **Simbiosis Intensional**

Sejauh menyangkut simbiosis intensional, kita hanya mempertimbangkannya dalam kaitannya dengan kreasi buatan manusia. Pendeteksian proses intensional di alam berada di luar cakupan bab ini.

Kita dapat melihat sekilas simbiosis intensional dalam semua contoh di atas yang agak statis. Meskipun ada, karakter simbiosis intensional yang agak prosedural tidak disebutkan. Pada bagian selanjutnya, kita akan memberikan contoh konstruksi fungsi Ackermann, di mana intensi semacam itu akan mudah dijelaskan dan dipahami.

Pada bagian selanjutnya, kita akan memberikan contoh simbiosis lebih lanjut dalam kaitannya dengan rekursi dan pulsasi. Contoh dan deskripsi di atas memberikan makna pada definisi berikut. Definisi 1.2.3.1: Simbiosis: Dengan simbiosis, kita memahami komposisi dua atau beberapa bagian yang peka terhadap pemisahan.

## **1.3 REKURSI - REPRESENTASI TINDAKAN, KONTROL, DAN PENCEGAHAN**

Bagian ini tidak dimaksudkan sebagai pengantar rekursi matematika. Bagian ini hanya dimaksudkan sebagai penyajian dasar minimal, tetapi cukup untuk memahami rekursi sistemik untuk SRPS. Rekursi matematika dan komputasional menangani rekursi dari sudut pandang efisiensi formal atau program. Rekursi, dalam kasus ini, merupakan alat yang dikenal dan bukan ilmu pengetahuan. Sebaliknya, rekursi sistemik adalah ilmu pengetahuan untuk menciptakan sistem rekursif yang berguna untuk aplikasi dunia nyata di berbagai domain. Kami akan menunjukkan fitur-fitur utama rekursi sistemik di seluruh bab ini. Kami juga akan menggunakan istilah rekursi sistemik untuk rekursi dalam sistem yang dibuat oleh Ilmu Pengetahuan khusus ini.

### Definisi Dan Pengertian Awal

Secara garis besar, rekursi adalah cara khusus untuk merepresentasikan, dengan seperangkat aturan terbatas, sistem dan proses yang berpotensi tak terbatas (aksi dan kreasi). Aturan-aturan ini dinyatakan dalam operator aksi atau kreasi dasar yang disebut konstruktor.

Dalam Matematika dan Ilmu Komputer, konstruktor semacam itu biasanya sudah dikenal, tersedia, atau mudah diperoleh dalam pengetahuan standar. Sebaliknya, pengetahuan rekursi sistemik terletak pada penemuan progresif konstruktor yang sesuai tujuan dari suatu sistem tujuan yang bergantung pada penemuan progresif spesifikasi formal sistem tujuan tersebut. Memang, dalam rekursi sistemik, kita mulai membangun sistem dari spesifikasi informal sistem tujuan tersebut.

Dengan spesifikasi informal dari aplikasi dunia nyata, yang kami maksud adalah bahwa hal tersebut belum merupakan deskripsi formal. Hal ini, misalnya, berlaku untuk visi teknologi. Spesifikasi informal biasanya tidak dirumuskan oleh seorang matematikawan atau ilmuwan komputer. Spesifikasi informal dirumuskan oleh seorang visioner atau oleh para ahli yang menyatakan kebutuhan akan beberapa alat penyelesaian baru di bidang mereka. Spesifikasi informal menggambarkan 'apa' yang samar dari aplikasi, alat, atau sistem yang dituju.

Ketika spesifikasi informal dari sebuah visi teknologi diketahui, 'bagaimana' implementasinya biasanya tidak tersedia dan bahkan mungkin tidak diketahui atau mustahil dalam pengetahuan standar. Oleh karena itu, dalam rekursi sistemik, kita berbicara tentang penelitian atau penciptaan, alih-alih pengembangan. Karena tidak semua konstruktor sistem yang dituju diketahui di awal, periode penelitian awal yang panjang dari serangkaian konstruktor relevan yang memadai selalu mendahului implementasi produk akhir atau prototipe eksperimental. Bahkan pengembangan akhir dapat memerlukan beberapa penemuan pelengkap.

Tujuan rekursi sistemik adalah untuk beralih dari spesifikasi informal ke spesifikasi formal yang memuaskan dari tujuan bersama dengan pengetahuan dan pengetahuan yang relevan, yaitu, 'bagaimana' atau 'ilmu prosedural' dari pengembangan yang sebenarnya. Spesifikasi formal adalah definisi yang memuaskan tentang 'apa'.

Ini berarti bahwa, dalam rekursi sistemik, spesifikasi formal merupakan kompromi yang disepakati antara visioner dan pengembang untuk spesifikasi informal yang dipertimbangkan. Kompromi ini dibangun secara progresif. Kompromi ini tidak dapat diciptakan sebelumnya. Hal ini karena, dalam rekursi sistemik, penelitian bersifat 'pluridisiplin' dalam artian ia melintasi batas-batas tradisional antardisiplin dan secara progresif membangun pengetahuan, keahlian, dan batasannya sendiri. Dengan demikian, penelitian ini berbeda dari penelitian multidisiplin, yang merupakan kombinasi cerdas dari pengetahuan bidang-bidang yang ada.

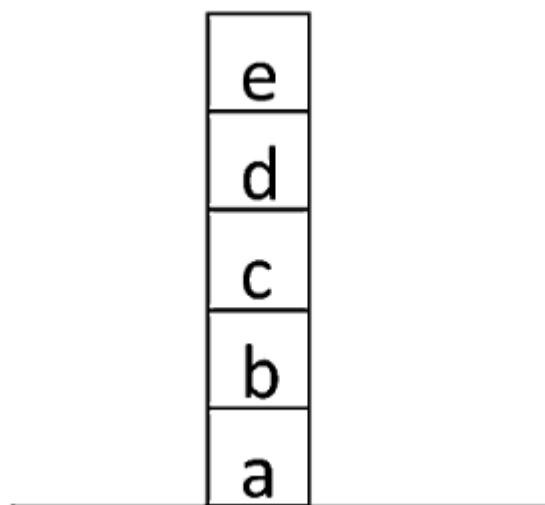
Pada bagian selanjutnya, kita akan membahas rekursi ketika menyangkut sistem terlebih dahulu, dan kemudian tindakan dalam sistem tersebut. Kita akan beralih dari spesifikasi informal suatu sistem ke spesifikasi formalnya. Ini akan menjadi kesempatan untuk membahas gagasan ketidaklengkapan suatu sistem. Pada Bagian 1.5, kita akan menyajikan model untuk penyelesaian progresif sistem yang tidak lengkap.

**Contoh: Spesifikasi Informal Ke Spesifikasi Formal**

Kita akan mengilustrasikan konstruksi progresif sistem rekursif yang dijelaskan oleh spesifikasi informal. Pada tabel yang cukup besar, perhatikan tumpukan blok a, b, c, d, dan e seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.3.

Jika sebuah blok n berada di atas blok m, kita katakan bahwa n adalah puncak dari m yang ditulis sebagai:  $n = \text{puncak}(m)$ . Paling banyak terdapat satu blok di atas blok lainnya. Tujuan kita adalah memformalkan himpunan semua blok, yaitu perpanjangan tak terhingga dari tumpukan ini.

Kita akan menyatakan SB sebagai sistem blok yang dihasilkan. Mari kita mulai sekarang merumuskan aturan-aturan yang akan secara formal menyatakan SB.



**Gambar 1.3** Tumpukan blok.

Pertama-tama, terdapat sebuah blok yang terletak langsung di atas tabel. Kita akan menyebutnya  $a_{\text{Table}}$ . Ini adalah konstruktor dasar (mirip dengan 0 dalam bilangan asli). Kita akan menggunakan simbol  $\in$  untuk menyatakan relasi 'milik'. Dengan demikian, kita memiliki aturan pertama:

$$(R1_{SB}): a_{\text{Table}} \in SB$$

Aturan kedua adalah sebagai berikut:

$$(R2_{SB}): \text{if } m \in SB \text{ then } \text{top}(m) \in SB$$

Deskriptor 'top' di sini merupakan konstruktor umum (mirip dengan fungsi penerus dalam bilangan asli). Perhatikan bahwa jika  $\text{top}(m)$  identik dengan  $a_{\text{Table}}$  untuk beberapa  $m$ ,  $(R2_{SB})$  tidak akan membawa elemen baru ke SB. Oleh karena itu, kita akan memperkenalkan aturan umum berikut yang menjamin bahwa situasi seperti itu tidak terjadi:

(R3<sub>SB</sub>): if  $m \in SB$  then  $\text{top}(m) \neq a_{\text{Table}}$

Dengan demikian, kita memiliki setidaknya dua elemen SB yang berbeda.

Sekarang, kita ingin menyatakan bahwa dua elemen SB yang berbeda memiliki dua blok yang berbeda pula. Ini menghasilkan aturan berikut:

(R4<sub>SB</sub>): if  $m \in SB, n \in SB$  and  $\text{top}(m) = \text{top}(n)$  then  $m = n$ .

Terakhir, kami ingin menyatakan fakta bahwa aturan konstruksi di atas mendefinisikan himpunan SB secara tepat. Untuk menyatakan hal ini, cukup menambahkan aturan berikut:

(R5<sub>SB</sub>): if  $M$  is a set such that  $a_{\text{Table}} \in SB$

- untuk setiap  $w \in SB$ , jika  $w \in M$  maka  $\text{top}(w) \in M$
- maka  $M$  memuat setiap elemen SB.

SB didefinisikan secara rekursif oleh aturan-aturan di atas. Dengan kata lain, SB didefinisikan dalam hal dirinya sendiri. Kita katakan bahwa SB adalah sistem rekursif.

Sekarang kita akan mendefinisikan apa yang kita maksud dengan himpunan berpotensi tak hingga. Dengan himpunan berpotensi tak hingga, kita akan memahami setiap himpunan yang berguna secara pragmatis, mungkin berhingga, yang dapat dibuat tak hingga melalui formalisasi (dengan demikian melalui abstraksi).

Definisi ini merupakan alat pengingat yang berguna saat menangani sistem dunia nyata yang memiliki jumlah elemen terbatas tetapi tidak tetap.

### Spesifikasi Formal Yang Tidak Lengkap

Contoh formalisasi himpunan blok dalam tumpukan di atas menarik karena memungkinkan kita untuk menunjukkan fenomena yang sering terjadi dalam proses formalisasi aplikasi dunia nyata, yaitu ketidaklengkapan. Dalam sistem formal, ketidaklengkapan suatu sistem formal berarti terdapat pernyataan  $A$  sedemikian rupa sehingga  $A$  dan bukan( $A$ ) benar dalam interpretasi yang berbeda dari sistem formal yang dipertimbangkan, tetapi baik  $A$  maupun bukan( $A$ ) tidak dapat dibuktikan dalam kerangka sistem tersebut.

Ketika penelitian dimulai dari spesifikasi informal suatu sistem, tidak semua aturan yang relevan dapat dipahami sejak awal. Misalnya, meskipun kita mungkin berpikir bahwa kita telah berhasil memformalkan situasi yang kita maksudkan yang direpresentasikan oleh setumpuk balok, kita mungkin tidak menyadari bahwa, secara sintaksis, aturan formal di atas tidak dapat dibedakan dari sistem formal yang sesuai dengan situasi lain.

Sebagai contoh, mari kita pertimbangkan sebuah sistem khusus yang akan disebut perempuan sempurna (PW). Sistem ini akan terdiri dari istri Sokrates yang diketahui secara historis, Xanthippe, dan semua leluhur feminin langsungnya. Yang dimaksud dengan leluhur

feminin langsung adalah ibunya, ibu dari ibunya, dan seterusnya. Kita berasumsi bahwa terdapat tepat satu ibu untuk setiap elemen sistem ini. Dengan kata lain, 'ibu dari' adalah sebuah fungsi dalam arti matematis. Aturan formal berikut tampaknya sesuai dengan tujuan kami untuk mendefinisikan PW:

**(R1<sub>PW</sub>)**: Xanthippe  $\in$  PW.

**(R2<sub>PW</sub>)**: if  $m \in$  PW then mother\_of( $m$ )  $\in$  PW.

**(R3<sub>PW</sub>)**: if  $m \in$  PW then mother\_of( $m$ )  $\neq$  Xanthippe.

**(R4<sub>PW</sub>)**: if  $m \in$  PW,  $n \in$  PW and mother\_of( $m$ ) = mother\_of( $n$ ) then  $m = n$ .

**(R5<sub>PW</sub>)**: if M is a set such that:

- Xanthippe  $\in$  PW
- untuk setiap  $w \in$  PW, jika  $w \in$  M maka mother\_of( $w$ )  $\in$  M
- maka M memuat setiap elemen PW.

Sistem baru ini dapat diperoleh dari sistem untuk 'blok' dengan substitusi orde kedua  $\{a_{\text{Tabel}} \rightarrow \text{Xanthippe}, SB \rightarrow \text{PW}, \text{top} \rightarrow \text{mother\_of}\}$ . Kedua sistem ini memiliki struktur yang sama, tetapi menangani objek yang berbeda.

Kita dapat melihat bahwa, secara sintaksis, kedua sistem formal di atas identik, meskipun keduanya dimaksudkan untuk menggambarkan situasi yang berbeda. Sekarang kita dapat mempertimbangkan sistem lain, yaitu sistem yang dikenal sebagai aksioma Peano untuk bilangan asli:

**(R1<sub>N</sub>)**:  $0 \in N$ .

**(R2<sub>N</sub>)**: if  $m \in N$  then Suc( $m$ )  $\in N$ .

**(R3<sub>N</sub>)**: if  $m \in N$  then Suc( $m$ )  $\neq 0$ .

**(R4<sub>N</sub>)**: if  $m \in N, n \in N$  and Suc( $m$ ) = Suc( $n$ ) then  $m = n$ .

**(R5<sub>N</sub>)**: if M is a set such that:

o  $0 \in N$

o for every  $w \in N$ , if  $w \in M$  then Suc( $w$ )  $\in M$

o then M contains every element of N.

Di sini, kita mengamati bahwa ketiga sistem formal ini identik secara sintaksis. Untuk memberi nama pada situasi di mana beberapa sistem identik modulo substitusi orde kedua, kita akan mengatakan bahwa mereka memiliki inti rekursif yang sama. Karena mereka berkorespondensi dengan maksud (model) yang berbeda, sistem-sistem ini tidak lengkap.

Dengan kata lain, inti rekursif adalah seperangkat aturan yang secara rekursif mendefinisikan beberapa sistem berbeda yang harus dibedakan dengan menambahkan aturan-aturan komplementer yang berkorespondensi dengan informasi relevan yang ditangani oleh sistem yang dimaksud. Misalnya, kita dapat memperoleh sistem NAT yang dikenal sebagai aritmatika Peano, yang diperoleh dari N dengan menambahkan aturan-aturan yang secara rekursif mendefinisikan penjumlahan dan perkalian:

- **(R1<sub>NAT</sub>)**:  $0 \in \text{NAT}$ .

- $(R2_{\text{NAT}})$ : if  $m \in \text{NAT}$  then  $\text{Suc}(m) \in \text{NAT}$ .
- $(R3_{\text{NAT}})$ : if  $m \in \text{NAT}$  then  $\text{Suc}(m) \neq 0$ .
- $(R4_{\text{NAT}})$ : if  $m \in \text{NAT}, n \in \text{NAT}$  and  $\text{Suc}(m) = \text{Suc}(n)$  then  $m = n$ .
- $(R5_{\text{NAT}})$ : if  $M$  is a set such that:
  - o  $0 \in \text{NAT}$
  - o for every  $w \in \text{NAT}$ , if  $w \in M$  then  $\text{Suc}(w) \in M$ .
  - o then  $M$  contains every element of  $\text{NAT}$ .
- $(R6_{\text{NAT}})$ :  $0 + n = n$ .
- $(R7_{\text{NAT}})$ :  $\text{Suc}(m) + n = \text{Suc}(m + n)$ .
- $(R8_{\text{NAT}})$ :  $0 \times n = 0$ .
- $(R9_{\text{NAT}})$ :  $\text{Suc}(m) \times n = m \times n + n$ .

Kita tidak akan membahas ekstensi relevan yang sesuai untuk SB dan PW. Sistem-sistem ini di sini hanya untuk menunjukkan bahwa, dalam bekerja dengan aplikasi dunia nyata, kita sering bekerja dengan sistem yang tidak lengkap. Hal ini mengisyaratkan pentingnya membangun inti rekursif pertama untuk aplikasi tertentu dengan cara yang memungkinkan perluasannya secara harmonis.

Dengan perluasan yang harmonis, kita akan memahami situasi di mana tidak ada aturan yang dianggap penting dalam satu tahap ditolak atau dianggap sebagai persyaratan yang terlalu kuat di tahap-tahap selanjutnya. Ini juga berarti bahwa, pada setiap tingkat evolusi tertentu, suatu sistem aturan cukup untuk menyelesaikan masalah yang dipertimbangkan; kita katakan bahwa sistem tersebut praktis lengkap. Sistem tersebut perlu terbuka dan fleksibel untuk kemungkinan kebutuhan aturan tambahan yang akan memungkinkan penyelesaian beberapa masalah baru yang menarik.

Kita akan berbicara tentang evolusi terbuka berdasarkan kebutuhan atau keinginan untuk menyelesaikan masalah lebih lanjut. Ini berarti bahwa, ketika sistem yang tidak lengkap dipertimbangkan, kita tidak berfokus (seperti yang dilakukan matematikawan) pada keputusan seperti apakah suatu masalah dapat diselesaikan dalam teori sistem yang dipertimbangkan. Sebaliknya, untuk suatu masalah tertentu, kami mencoba membangun solusi yang mungkin mengharuskan teori yang diberikan dilengkapi dengan aturan-aturan tertentu yang memungkinkan penyelesaian masalah dalam versi yang diperluas.

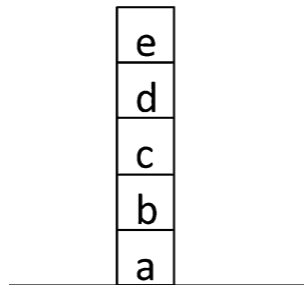
Revolusi ilmiah merupakan contoh khas perolehan pengetahuan yang tidak harmonis dalam pengertian kami. Memang, beberapa revolusi ilmiah menolak beberapa aturan dari sistem yang sebelumnya telah diformalkan. Nanti kami akan menjelaskan metode yang disebut 'pulsasi', yang merupakan salah satu jenis modifikasi yang harmonis. Gagasan tentang perluasan yang harmonis dan kelengkapan praktis dijelaskan di sini hanya secara informal. Pekerjaan lebih lanjut perlu dilakukan untuk memberikan definisi yang lebih formal.

Sejauh ini, kami telah mempertimbangkan sistem rekursif, yaitu dari sudut pandang formalisasi rekursifnya. Pada bagian selanjutnya, kami akan menunjukkan bagaimana tindakan rekursif dapat dianggap sebagai cara untuk merepresentasikan tidak hanya tindakan tetapi juga jenis kontrol tertentu.

### Rekursi Sebagai Cara Untuk Mewakili Kontrol Tertentu

Pada bagian ini, kami akan memberikan contoh yang mengilustrasikan bagaimana rekursi menangkap ketergantungan simbiosis dari semua efek sekunder dan efek komputasi prosedur rekursif sederhana. Perlu dicatat bahwa yang kami tekankan di sini adalah informasi simbiosis, bukan komputasi simbiosis.

Mari kita pertimbangkan masalah sederhana berikut. Pada tabel yang cukup besar, perhatikan tumpukan blok a, b, c, d, dan e seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.4.



**Gambar 1.4** Tumpukan balok.

Kita katakan bahwa suatu balok  $m$  kosong jika tidak ada balok lain di  $m$  (pada Gambar 1.4, balok e kosong). Maksimal hanya boleh ada satu balok di atas balok lainnya. Jika  $n$  berada di atas  $m$ , kita katakan bahwa  $n$  adalah atas  $m$ , ditulis sebagai:  $n = \text{top}(m)$ . Mari kita perhatikan prosedur berikut untuk memperjelasnya:

```

makeclear(x) =
  if      x is clear then procedure is completed
  else
    if      top(x) is clear
    then    put(top(x)) on table
    else    First  makeclear(top(x)) and
              then  put(top(x)) on table

```

Dapat dengan mudah diperiksa bahwa `makeclear(b)` tidak hanya menghasilkan penghapusan blok b, tetapi juga dalam situasi di mana blok c, d, dan e dihapus dan berada di atas meja. Ini berarti bahwa prosedur `makeclear` tidak hanya memuat efek langsungnya (misalnya: blok b dihapus) tetapi juga deskripsi lengkap semua efek sekunder dari setiap tindakan yang dilakukan. Pada Gambar 1.5, efek sekunder ini menunjukkan bahwa blok c, d, dan e berada di atas meja.



**Gambar 1.5** Modifikasi lingkungan setelah membersihkan b.

Untuk beberapa prosedur rekursif primitif, efek sekunder tidak mengubah lingkungan, tetapi hal ini seharusnya tidak menjadi penghalang bagi persepsi umum prosedur rekursif primitif untuk dilihat sebagai 'benih' prosedural tak terlihat yang berisi efek yang terkait secara simbiosis (yaitu, hasil komputasi) dan efek sekunder (yaitu, konsekuensi dari komputasi nilai tertentu). Oleh karena itu, penerapan prosedur rekursif menarik di semua lingkungan di mana kontrol atas efek sekunder penting.

Mungkin tidak mudah untuk melihat dalam pengertian apa kita berbicara tentang efek yang terkait secara simbiosis dan efek sekunder. Mari kita ingat bahwa simbiosis informasi di sini berarti bahwa jika kita menghilangkan satu informasi, maka semua informasi menjadi terdistorsi, atau rusak.

Oleh karena itu, mari kita pertimbangkan instruksi *makeclear*(b). Ini berarti bahwa, secara bertahap, semua blok di atas b harus diletakkan di atas tabel yang mengarah pada hasil bahwa blok c, d, dan e berada di atas tabel. Misalkan kita menghilangkan informasi bahwa blok d ada di tabel. Namun, dalam perkembangan prosedur, jika kita memanggil *makeclear*(b) terlebih dahulu, kita harus memanggil *makeclear*(c), lalu *makeclear*(d).

Karena *top*(d) adalah e dan jelas, kita dapat meletakkan e di tabel.  $d = \text{top}(c)$  sekarang jelas, tetapi kita tidak dapat meletakkannya di tabel karena informasi ini, menurut asumsi kita, telah hilang. Ini berarti seluruh proses macet dan kita tidak dapat meletakkan blok c di tabel. Jadi, informasi yang dihasilkan rusak karena tidak mengekspresikan semua potensi prosedur *makeclear*. Lebih lanjut, tidak ada bukti bahwa informasi bahwa blok e ada di tabel terkait dengan prosedur *makeclear*. Pada prinsipnya, informasi tersebut dapat terkait dengan prosedur lain.

Prosedur *makeclear* di atas adalah contoh rekursi primitif. Rekursi yang tidak primitif bahkan lebih jauh lagi dalam merepresentasikan informasi simbiosis yang berkaitan dengan kontrol, rigor, dan reproduktifitas. Fungsi Ackermann adalah contoh paling sederhana dari fungsi rekursif non-primitif. Oleh karena itu, fungsi ini merupakan representasi yang tepat untuk menjelaskan bagaimana rekursi non-primitif memodelkan jenis pulsasi tertentu dalam SRPS.

Pada bagian selanjutnya, kami akan memberikan presentasi formal pulsasi, dimulai dengan presentasi prosedur konstruksi yang menghasilkan fungsi Ackermann. Akan menjadi jelas bagaimana konstruksi ini dan konsep pulsasi saling terkait.

### **Konstruksi Fungsi Ackermann Dan 'Penyederhanaan' Komputasinya**

Ide untuk memodelkan pulsasi dengan fungsi Ackermann berasal dari pemahaman tentang bagaimana fungsi ini dapat dikonstruksi. Penggunaan praktis fungsi ini kemudian dapat dimanfaatkan dengan 'penyederhanaan' komputasi nilainya menggunakan pengetahuan tentang proses konstruksinya.

#### **Konstruksi Fungsi Ackermann**

Misalkan *ack* adalah fungsi Ackermann yang didefinisikan oleh definisi standarnya, yaitu:

$$\text{ack}(0, n) = n + 1$$

$$\text{ack}(m + 1, 0) = \text{ack}(m, 1)$$

$$\text{ack}(m + 1, n + 1) = \text{ack}(m, \text{ack}(m + 1, n)).$$

Di sini, kami akan menunjukkan bagaimana fungsi ini dapat dikonstruksi.

Karena  $\text{ack}$  adalah fungsi rekursif non-primitif, menurut definisi rekursi non-primitif, ia merupakan komposisi khusus dari barisan tak hingga fungsi rekursif primitif. Dengan demikian, kami akan mendefinisikan fungsi ' $\text{ack}'$  sebagai komposisi khusus dari barisan tak hingga fungsi rekursif primitif, dan akan jelas bahwa definisi  $\text{ack}$  dan ' $\text{ack}'$  identik.

Menurut definisi fungsi rekursif primitif, setiap fungsi rekursif primitif  $f$  merupakan komposisi dari sejumlah fungsi rekursif primitif yang berhingga dan dari ' $f$ ' itu sendiri. Oleh karena itu, mari kita konstruksi barisan tak hingga fungsi rekursif primitif  $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n, f_{n+1}, \dots$ . Kami mendefinisikan:

$$\begin{aligned} f_0(n) &= n + 1 \\ f_{i+1}(n + 1) &= f_i(f_{i+1}(n)) \end{aligned}$$

untuk setiap  $i$  dari  $0, 1, 2, \dots$ . Dengan demikian, kita dapat mendefinisikan fungsi baru  $\text{ack}'$  sebagai berikut:  $\text{ack}'(0, n) = f_0(n)$  dan  $\text{ack}'(m + 1, n + 1) = f_{m+1}(n + 1)$ . Perhatikan bahwa  $\text{ack}'(m + 1, 0)$  belum terdefinisi. Karena kita ingin  $\text{ack}'$  menjadi fungsi rekursif non-primitif, kita perlu menjamin bahwa fungsi tersebut tidak dapat direduksi menjadi sembarang  $f_i$ . Untuk melakukannya, kita cukup melakukan diagonalisasi pada deret fungsi tak hingga ini dengan mendefinisikan:

$$f_{i+1}(0) = f_i(1)$$

Dengan kata lain, kami mendefinisikan:

$$\text{ack}'(m + 1, 0) = f_m(1).$$

Dengan konstruksi ini, kita melihat bahwa  $f_{i+1}$  lebih kompleks daripada  $f_i$  untuk setiap  $i$ . Jelas bahwa:

$$\text{ack}'(m, n) = \text{ack}(m, n) = f_m(n).$$

Konstruksi ini sekaligus menjamin bahwa  $\text{ack}$  bukanlah rekursif primitif, karena memang merupakan komposisi dari deret tak terhingga fungsi rekursif primitif, yang masing-masing lebih kompleks daripada fungsi-fungsi sebelumnya, dan  $\text{ack}$  tidak dapat disederhanakan menjadi salah satunya. Sebagai hasil sampingan, kami juga telah menyederhanakan penyajian standar karakter non-primitif  $\text{ack}$  yang biasanya dilakukan dengan pembuktian proyeksi fungsi Ackermann kembali ke deret fungsi rekursif primitif  $a_m(n) = \text{ack}(m, n)$  dan menunjukkan bahwa  $\text{ack}$  tumbuh lebih cepat daripada fungsi-fungsi rekursif primitif lainnya. Perbedaannya

terletak pada penggunaan konstruksi tidak langsung (alih-alih proyeksi) dan ketergantungan pada diagonalisasi.

### Penyederhanaan Khusus Komputasi Fungsi Ackermann

Konstruksi fungsi Ackermann di atas menunjukkan bahwa komputasi nilai-nilainya untuk  $m$  dan  $n$  tertentu menggunakan definisi rekursif non-primitif dapat disederhanakan dengan definisi  $m$  fungsi rekursif primitif yang diperoleh melalui prosedur makro yang sesuai.

Prosedur makro rekursif kami hanya akan menghitung, langkah demi langkah, setiap nilai  $f_{i+1}(0)$  terlebih dahulu dan akan mendefinisikan seluruh  $f_{i+1}$  dengan nilai yang telah dihitung ini. Hal ini mungkin tidak menghasilkan komputasi yang cepat, tetapi kami tidak membahas efisiensi komputasi dari cara ini, melainkan hanya kelayakan praktis dan reproduktifitasnya.

Kami mendefinisikan sebuah prosedur makro, `ack_macro`. `ack_macro` kami menggunakan prosedur LISP standar `add_to_file` dan `load_file`. Prosedur `add_to_file(text, F)` menambahkan *teks* di akhir file  $F$ . Prosedur `load_file(F)` memuat file  $F$  agar fungsi-fungsi yang ditulis dalam file tersebut dapat dihitung. Di awal, kita membuat file tambahan  $F$  yang menyimpan fungsi-fungsi  $f_i$  yang dihasilkan oleh `ack_macro`. Prosedur makro kita, `ack_macro(m, n)`, menggunakan urutan fungsi tak terhingga yang didefinisikan di atas sebagai representasi fungsi Ackermann (Gambar 1.6). `ack_macro(m, n)` kini telah selesai dan berkas  $F$  mengumpulkan definisi dari  $m$  fungsi rekursif primitif. Kita sekarang dapat menghitung  $ack(m, n) = f_m(n)$ , di mana definisi  $f_i$  dari berkas  $F$  digunakan untuk semua  $i = 0, 1, \dots, m$ .

```

Step 1:
  text := { f0(n) = n+1 }

Step 2:
  Create the file F (empty at start) and
  add_to_file(text, F)
  load_file (F)

Step 3:
  i := 0
  aux := compute the value of fi(1)

Step 4:
  text := { fi+1(0)= aux and fi+1(n+1)= fi (fi+1(n))}
  add_to_file(text, F)
  load_file (F)
  aux := compute the value of fi+1(1)
  i := i+1
  if i < m
  then Go to step 4
  else stop

```

**Gambar 1.6** Prosedur makro untuk menghitung nilai ack tertentu.

Di internet, kita dapat menemukan beberapa program yang menghitung nilai fungsi Ackermann lebih cepat dan jauh lebih jauh daripada prosedur makro yang kita sajikan. Masalah dengan program-program tersebut adalah bahwa program-program tersebut didasarkan pada pengetahuan bahwa fungsi Ackermann dapat direpresentasikan sebagai fungsi eksponensial tergeneralisasi. Keuntungan dari presentasi kita terletak pada kesesuaiannya untuk tujuan praktis dalam pengertian berikut.

Seperti yang akan kita lihat dengan konsep pulsasi, permasalahan dunia nyata yang kompleks mungkin memerlukan pemodelan oleh program-program serupa Ackermann non-primitif yang tidak dapat direduksi menjadi eksponensial tergeneralisasi aritmatika. Dengan kata lain, penting untuk mempertimbangkan rekursi non-primitif yang didefinisikan bukan untuk bilangan asli, seperti halnya fungsi Ackermann, tetapi yang didefinisikan untuk sistem rekursif yang praktis dan dapat dieksploitasi.

### **Pencegahan Dan Pengendalian Dimodelisasi Oleh Fungsi Ackermann**

Kita telah melihat di atas dalam contoh program `makeclear` bahwa rekursi primitif menangkap efek (nilai komputasi) dan efek sekunder (konsekuensi komputasi yang merupakan nilai perantara yang merupakan hasil dari prosedur yang sama).

Kita juga telah melihat bahwa fungsi Ackermann rekursif non-primitif diperoleh menggunakan prosedur diagonalisasi. Diagonalisasi ini memunculkan informasi komplementer tentang proses informasi simbiosis ini dalam rekursi. Karena diagonalisasi adalah prosedur meta-level, kita memahami informasi komplementer ini sebagai semacam pencegahan meta-level dari reduksibilitas rekursi primitif. Dengan kata lain, kami menafsirkannya sebagai faktor pencegahan hanya karena diagonalisasi mencegah `ack` direduksi menjadi komputasi dan konsekuensi komputasi fungsi yang menjadi dasar konstruksinya.

Menarik untuk dicatat bahwa beberapa ilmuwan mungkin secara intuitif 'merasa' bahwa fungsi Ackermann menyediakan model pemikiran manusia tentang 'segalanya' untuk situasi tertentu. Program '`makeclear`' yang disebutkan di atas menunjukkan bahwa intuisi ini dapat disajikan dalam bentuk simbiosis informasi yang terkandung dalam situasi tertentu.

Perhatikan bahwa prosedur makro di atas (Gambar 1.6) hanya menyederhanakan komputasi pemikiran tentang 'segalanya'. Untuk mengilustrasikan penyederhanaan komputasi ini, kami dapat menyebutkan bahwa, sebagaimana dapat diperiksa, jejak komputasi nilai untuk `ack(3,2)` menggunakan definisi standar menunjukkan; bahwa nilai `ack(1,1)` dihitung 22 kali untuk mendapatkan hasil `ack(3,2)`. Hal ini tidak berlaku untuk komputasi  $f_3(2)$  yang disederhanakan.

Namun, perlu dipahami bahwa kompleksitas keseluruhan situasi ini tetap sama karena, untuk dapat 'menyederhanakan' (yaitu, mendefinisikan prosedur makro di atas), kita sudah perlu memiliki deret ekuivalen fungsi Ackermann  $f_i$  yang tersedia. Dengan kata lain, prinsip dan efektivitas 'memikirkan segalanya' tetap berada pada tingkat global. Penyederhanaan ini hanya berfokus pada satu tingkat lokal tertentu yang didefinisikan oleh dua nilai  $a$  dan  $b$ , yang menginstansiasi variabel Ackerman. Tentu saja, prosedur makro ini bersifat umum, tetapi

untuk  $a$  dan  $b$  yang diberikan, prosedur ini hanya menghasilkan deret berhingga fungsi primitif  $f_0, f_1, \dots, f_a$ .

Hal ini memperjelas bahwa 'memikirkan segalanya' mempertahankan urutan kompleksitasnya setelah menerapkan penyederhanaan kita. Sistem yang membutuhkan penanganan faktor pencegahan dan pengendalian secara simultan seperti sistem keamanan informasi atau perencanaan strategis dalam lingkungan fleksibel merupakan contoh praktis dari masalah yang mengharuskan kita untuk memikirkan 'segalanya'.

### Rekursi Sistemik

Pada bagian sebelumnya, kami telah menyajikan apa yang dapat dianggap sebagai struktur rekursif. Dalam struktur rekursif, terdapat elemen langkah dasar yang jelas (misalnya,  $Xanthippe$ ,  $a_{Table}$ , dan  $0$  pada contoh sebelumnya). Kita akan membahas rekursi sistemik ketika suatu sistem didefinisikan atau dibangun secara rekursif, tetapi tidak ada 'elemen' yang jelas seperti itu. Hal ini umumnya terjadi ketika semua bagian dari sistem itu sendiri dapat dianggap sebagai sistem simbiosis. Dengan kata lain, dalam rekursi sistemik, konstruktor simbiosis juga merupakan sistem.

Sebagai contoh sederhana, kita dapat mempertimbangkan sebuah metode  $M$  yang didefinisikan secara rekursif dan dalam bentuk sejumlah aturan (prosedur) kompleks yang saling bergantung secara simbiosis  $R_1, R_2, \dots, R_n$ . Kemudian, persamaan sistemik untuk metode tersebut dapat direpresentasikan dengan cara berikut:

$$M = R_1 + R_2 + \dots + R_n + M.$$

Karena keseluruhannya, yaitu metode ini saling terkait secara simbiosis dengan aturan  $R_1, R_2, \dots, R_n$ , urutan aturan-aturan ini dalam persamaan lebih merupakan masalah kemudahan, bukan keharusan. Tentu saja, aturan  $R_1, R_2, \dots, R_n$  sendiri dapat berupa prosedur rekursif. Dengan demikian, kita dapat melihat bahwa konsep rekursi sistemik agak rumit.

Kami yakin bahwa rekursi sistemik jelas berbeda dari representasi linear, pohon, atau jaringan. Konstruksi fungsi Ackermann di atas dan penyederhanaan komputasinya dengan prosedur makro rekursif primitif memungkinkan kita untuk menganggapnya sebagai model untuk jenis pulsasi tertentu. Konsep osilasi memberikan latar belakang informal untuk konsep pulsasi yang akan disajikan nanti di Bagian 1.5.

#### 1.4 REPRESENTASI OSILASI DARI PROSES PENCIPTAAN SATU TINGKAT

Dalam bidang ilmiah, paradigma dasar yang jelas, untuk suatu masalah tertentu, adalah menemukan ide yang mengarah pada solusi. Hal ini, secara umum, dapat diungkapkan dengan rumus:

$$\forall \text{ Problem } \exists \text{ Idea Leads\_to\_a\_solution}(\text{Idea, Problem})$$

Kita akan menyebut formulasi ini: "paradigma pertama."

Namun, paradigma lain, dan agak tidak lazim (kecuali dalam Fisika), adalah menemukan ide yang memberikan solusi untuk semua masalah. Kita akan menunjukkan bagaimana fungsi Ackermann menyediakan model untuk paradigma kedua ini. Serupa dengan fungsi Ackermann, dalam arti tertentu, ini adalah semacam 'memikirkan segalanya'. Namun, pertama-tama, mari kita nyatakan paradigma ini dengan rumus:

### $\forall \text{ Idea} \exists \text{ Problem Leads\_to\_a\_solution}(\text{Idea, Problem})$

Kita akan menyebut formulasi ini: "paradigma kedua."

Perbedaan antara kedua rumus ini terletak pada fakta bahwa, dalam kasus kedua ini, 'Ide' yang diperoleh bersifat unik, sementara dalam rumus pertama, setiap masalah dapat menggunakan idenya sendiri.

Kita menyebut osilasi sebagai pendekatan peralihan simbiosis antara kedua paradigma di atas. Osilasi dapat dilakukan dengan cara berikut. Kita mulai mempertimbangkan berbagai macam masalah yang kita coba temukan ide solusi umum untuk semuanya. Solusi ini perlu terbuka terhadap kebutuhan perbaikan lebih lanjut. Kita akan memperkenalkan jenis perbaikan khusus semacam itu di bagian selanjutnya.

## 1.5 PULSASI - REPRESENTASI 'PERBAIKAN EVOLUTIF'

### Sistem Pulsatif Dimodelisasi Dengan Fungsi Ackermann

Bagian-bagian di atas akan membantu kita menjelaskan bagaimana fungsi Ackermann memungkinkan kita untuk secara formal menentukan pengertian pulsasi. Hal ini menarik tidak hanya dari sudut pandang membangun teori formal tertentu untuk domain yang belum diketahui, tetapi juga untuk memahami perbedaan antara revolusi, inovasi, dan peningkatan evolutif dalam proses pembangunan ini.

Mari kita pertimbangkan sebuah teori yang berpotensi tak terhingga tidak lengkap. Dalam lingkungan yang belum diketahui yang dapat dilihat sebagai kerangka kerja untuk teori yang berpotensi tak terhingga tidak lengkap, membangun teori formal kemudian menjadi proses penyelesaian yang sesuai dari teori awal tertentu,  $T_0$ . Kita akan mengatakan bahwa teori  $T_0$  ini praktis lengkap ketika memformalkan solusi untuk masalah yang telah ditemukan sejauh ini. Karena teori ini berpotensi tidak lengkap, cepat atau lambat kita akan menghadapi masalah yang tidak dapat dipecahkan dalam kerangka  $T_0$ . Dalam kosakata penemuan ilmiah, kita dapat mengatakan bahwa kita membutuhkan peralihan konseptual (aksioma baru atau serangkaian aksioma) yang melengkapi  $T_0$ . Perhatikan bahwa kita berbicara di sini tentang penyelesaian dan:

- Bukan tentang sebuah revolusi—yang dalam arti tertentu berarti menolak  $T_0$ ;
- Bukan tentang sebuah inovasi—yang mungkin hanya berarti sebuah reformasi tertentu dari  $T_0$ .

Jadi, komplemen  $T_1$  ini mengandung  $T_0$  dan karenanya koheren dengan  $T_0$ . Namun, karena peralihan konseptual baru menjamin bahwa  $T_1$  lebih kuat daripada  $T_0$ , kami menganggap jenis komplemen khusus ini sebagai model yang sesuai untuk satu langkah perbaikan dalam

pencarian kami akan komplemen yang sesuai. Karena kami menganggap di sini sebuah teori yang berpotensi tak terhingga tidak lengkap, maka kita dapat melihat pulsasi sebagai deret tak terhingga dari teori  $T_0, T_1, \dots, T_n, \dots$ . Dalam deret ini,  $T_{i+1}$  komplemen dan koheren dengan  $T_i$  untuk semua  $i = 0, 1, 2, \dots$

Kita telah melihat bahwa, dalam deret tak terhingga dari mana fungsi Ackermann dibangun, fungsi  $f_1$  bergantung pada (koheren dengan)  $f_0$ , dan  $f_{i+1}$  bergantung pada  $f_i$  untuk setiap  $i$ . Oleh karena itu, kita dapat melihat bahwa fungsi Ackermann benar-benar menyediakan model untuk perbaikan evolutif (atau kemajuan dalam pengertian Bacon) dan kita memahaminya berbeda dari revolusi dan inovasi. Mari kita kembali ke konsep pulsasi kita. Kita telah melihat bahwa, dalam konsep osilasi yang ditentukan secara informal, kita beralih secara koheren antara dua paradigma. Dalam interpretasi kita, paradigma kedua, yaitu:

### **$\forall$ Idea $\exists$ Problem Leads\_to\_a\_solution(Idea, Problem)**

mewakili gagasan fungsi Ackermann dan paradigma pertama, yaitu:

### **$\forall$ Problem $\exists$ Idea Leads\_to\_a\_solution(Idea, Problem)**

merepresentasikan fungsi rekursif primitif tertentu yang menjadi dasar pembentukan fungsi Ackermann. Dalam definisi fungsi Ackermann, kita telah melihat bahwa:

$$f_{i+1}(0) = f_i(1)$$

Secara analogis, kita akan menyatakan bahwa urutan penyelesaian teori dapat ditulis sebagai:

$$T_{i+1} = T_i + A_{i+1}$$

di mana;  $A_{i+1}$  adalah aksioma atau serangkaian aksioma yang merepresentasikan peralihan konseptual yang memungkinkan penyelesaian masalah yang tidak dapat diselesaikan dalam  $T_i$  dan dapat diselesaikan dalam  $T_{i+1}$ .

Mari kita tekankan fakta bahwa dengan pulsasi, kita memahami deret tak hingga teori  $T_0, T_1, \dots, T_n, T_{n+1}, \dots$  dengan sifat yang baru saja disebutkan dan bukan hanya satu langkah khusus dalam deret ini. Ini berarti bahwa sistem pulsatif adalah sistem yang diformalkan secara progresif dan berpotensi tanpa batas.

### **Faktor Pencegahan Dan Pengendalian Sudah Ada Dalam T0**

Kita telah melihat di atas bahwa fungsi Ackermann juga merupakan model untuk pertimbangan simbiosis pencegahan dan pengendalian. Oleh karena itu, mari kita kembali ke konstruksi fungsi Ackermann. Kita dapat melihat bahwa, sehubungan dengan persyaratan kita untuk memperoleh fungsi rekursif non-primitif,  $f_0$  harus didefinisikan sedemikian rupa sehingga menjamin rekursi non-primitif dari komposisi akhir deret tak hingga yang telah dibangun. Memang, jika  $f_0$  adalah sebuah konstanta, misalnya, 3 (yang berarti  $f_0(n) =$

3 untuk semua  $n$ ), komposisi tak hingga yang dihasilkan juga akan menjadi konstanta 3. Ini berarti bahwa, meskipun  $f_0$  adalah fungsi pertama dari konstruksi tak hingga ini, karena harus didefinisikan sebagai bagian simbiosis dari komposisi akhir, faktor pencegahan dan pengendalian harus sudah ada dalam fungsi ini.

Jadi, kita dapat melihat bahwa fungsi Ackermann menyediakan model untuk pulsasi yang bertujuan dan menjamin pencegahan dan pengendalian penanganan simbiosis sejak awal.

## 1.6 MENGGABUNGKAN SRPS DAN INTUISISME KARTESIAN

Pada bagian sebelumnya, kita telah memperkenalkan gagasan simbiosis, rekursi sistemik, dan pulsasi. Kita telah melihat bahwa simbiosis berbeda dari komposisi yang tidak peka terhadap pemisahan. Biasanya, sistem yang tidak peka terhadap pemisahan dianggap modular juga dalam kasus interdependensi. Dalam sistem interdependensi modular, bagian-bagiannya, ketika dipisahkan, mempertahankan sifat-sifat esensialnya. Hal ini tidak berlaku untuk bagian-bagian simbiosis dari suatu sistem simbiosis.

Kita juga telah melihat bahwa sistem rekursif berbeda dari sistem yang memungkinkan representasi linear, pohon, atau jaringan. Agak jelas bahwa paradigma pulsasi berbeda dari apa yang dipahami sebagai proses evolusi yang cenderung hanya melestarikan 'individu' terkuat. Jenis evolusi serupa dapat dikenali dalam sistem yang terorganisasi sendiri. Edward de Bono (1992), salah satu pakar yang diakui dalam kreativitas dan inovasi yang dapat dieksploitasi secara praktis, telah mencirikan sistem yang terorganisasi sendiri tersebut dengan fakta bahwa "sebuah ide mungkin logis dan bahkan jelas dalam retrospeksi tetapi tidak terlihat oleh logika" dalam sistem yang terorganisasi secara eksternal.

Sebaliknya, dalam sistem yang terorganisasi secara eksternal, setiap ide yang logis dalam retrospeksi harus dapat diakses oleh logika sejak awal. Pernyataan terakhir ini berlaku untuk sistem klasik tetapi tidak untuk sistem SRPR kita. Sistem pulsatif diorganisasikan secara eksternal oleh pencipta dan pengembang manusia. Namun, dalam sistem pulsatif, tidak ada peralihan konseptual yang dapat dianggap logis dalam retrospeksi. Hal ini mengikuti fakta bahwa aksioma (atau sistem aksioma)  $A_{i+1}$  yang memperluas teori  $T_i$  secara logis independen dari teori-teori yang dibangun sebelumnya. Akibatnya,  $A_{i+1}$  tidak dapat dijelaskan secara logis dalam  $T_i$ .

Lebih lanjut, masalah utama pulsasi adalah prosedur konstruksi dan penyelesaian. Prosedur pengambilan keputusan bersifat sekunder dan bergantung pada prosedur konstruksi dan penyelesaian. Dalam pulsasi, semua 'individu' berkolaborasi secara simbiosis menuju satu tujuan yang ditentukan secara informal sejak awal.

Ini berarti bahwa SRPS bersifat komplementer terhadap sistem non-rekursif yang biasanya dipertimbangkan dalam sains atau bisnis. Jika dibandingkan dengan sistem non-rekursif tersebut, studi yang cermat tentang SRPS dan konstruksinya (atau pengembangannya) menunjukkan bahwa penelitian yang dilakukan dalam pembuatan SRPS memerlukan penerimaan dan pengembangan cara-cara evaluasi dan manajemen baru yang relevan. Oleh karena itu, pada Bagian selanjutnya, kami akan mengilustrasikan—dengan contoh

sederhana—mengapa metode standar evaluasi dan manajemen tidak relevan dengan SRPS. Kemudian, kami akan memperkenalkan terminologi yang memungkinkan kita membedakan antara paradigma standar konstruksi (atau pengembangan) sistemik dan paradigma yang relevan dengan SRPS. Perbedaan yang disajikan akan membenarkan perlunya pengembangan kriteria evaluasi dan teknik manajemen yang relevan dengan SRPS.

### **Observasi Eksternal Tidak Relevan Dengan Srps**

Contoh berikutnya menunjukkan bahwa interpretasi relativitas kebenaran yang tersebar luas tidaklah tepat dan memiliki konsekuensi yang merugikan ketika interpretasi ini diterapkan pada SRPS.

Pada tahun 2005, sebuah artikel di *Science et Vie Junior* (2005) melaporkan eksperimen berikut. Dua roket yang hampir sejajar lepas landas secara bersamaan. Keduanya diamati oleh seorang pejalan kaki dan seorang pilot di pesawat yang terbang dengan kecepatan mendekati cahaya. Sementara pejalan kaki menyimpulkan bahwa lepas landas tersebut terjadi secara bersamaan, pilot menyimpulkan bahwa salah satu roket lepas landas lebih cepat daripada yang lainnya. Artikel tersebut menyimpulkan bahwa, menurut Einstein, keduanya benar.

Hal ini menggambarkan bahwa 'kebenaran' kini dipahami sebagai hasil sederhana dari pengamatan eksternal, yang, jika berani kita katakan, bukanlah 'kebenaran'. Dalam konteks manajemen, pemahaman yang sama tentang 'relativitas kebenaran' sebagai pengamatan eksternal sederhana dapat ditemukan dalam karya Steven Covey, salah satu pakar manajemen modern. Bahkan pada tahun 1999, Steven Covey mengklaim bahwa sekelompok orang, saat melihat sosok ilusi itu, sesuai dengan persepsi mereka, adalah seorang wanita muda atau tua, atau keduanya. Telah dijelaskan sebelumnya bahwa gambaran ini merepresentasikan simbiosis dua 'bagian' yang tidak dapat berdiri sendiri tanpa yang lain. Dalam konteks keamanan, pendapat kedua kelompok yang disebutkan oleh Covey dapat menyebabkan kerusakan sistem simbiosis yang tak terelakkan.

Karena simultanitas berkaitan dengan simbiosis dalam arti bahwa bagian-bagian simbiosis perlu diciptakan secara bersamaan, kami akan mengilustrasikan karakter interpretasi standar relativitas kebenaran yang agak berbahaya dengan contoh dari lingkungan medis.

Mari kita bayangkan bahwa "ilusi gadis muda-wanita tua" merupakan representasi dari teknologi bedah yang terdiri dari dua bagian simbiosis. Mari kita asumsikan bahwa peran penting kedua bagian ini adalah sebagai berikut. Satu bagian memastikan inti utama suatu masalah (misalnya, menghilangkan rasa sakit atau kelumpuhan). Bagian lainnya memastikan bahwa tidak ada efek sekunder yang disebarkan (dengan demikian, misalnya, memastikan umur panjang). Mari kita asumsikan bahwa dua ahli bedah yang berbeda hanya melihat salah satu bagian simbiosis dalam teknologi simbiosis.

Yang satu belajar bagaimana menghilangkan inti utama masalah, sementara yang kedua belajar bagaimana memperpanjang umur. Keduanya yakin telah mempelajari yang benar, yaitu teknologi simbiosis. Karena, lebih lanjut, berdasarkan interpretasi standar relativitas kebenaran, keduanya benar, tidaklah penting bagi pasien siapa di antara dua ahli bedah yang mengoperasi mereka, meskipun hasil dari dua operasi tersebut berbeda. Dalam satu kasus, yang satu akan menjamin kesehatan relatif tetapi mungkin memberikan umur yang

pendek. Yang lain akan menjamin, misalnya, kelumpuhan seumur hidup. Tampaknya jelas bahwa dalam kasus seperti itu, kita semua ingin memiliki ahli bedah yang ahli dalam teknologi simbiosis.

Contoh-contoh sebelumnya menggambarkan bahwa, di antara semua sistem referensial yang mungkin (atau, yang biasanya disebut 'sudut pandang'), terdapat satu sistem referensial tertentu yang merupakan satu-satunya yang harus diperhitungkan ketika SRPS dipertimbangkan.

Sistem referensial khusus ini adalah sistem yang menciptakannya. Kita akan menyebutnya sistem referensial kreasional. Hanya dengan bekerja dalam sistem referensial kreasional dari sebuah SRPS, sistem tersebut dapat direproduksi (dengan demikian dipahami) sebagai salinan identik atau 'klon'.

Untuk membedakan antara interpretasi standar kebenaran relatif yang tampaknya mengklaim validitas semua sistem referensial ('semuanya benar') dan interpretasi yang berfokus pada sistem referensial kreasional, kita akan membahas pendekatan Newtonian dan Intuisionisme Cartesian. Pendekatan Newtonian mencakup sudut pandang eksternal, dan Intuisionisme Cartesian mencakup sistem referensi kreasional. Pada bagian selanjutnya, kita akan menyajikan motivasi untuk terminologi baru ini.

#### **Cara Konsepsi Newtonian Dan Cartesian Sistem Baru**

Perbedaan utama antara paradigma Newtonian dan Cartesian mudah dipahami dari komentar yang dilontarkan oleh Newton dan Descartes sendiri. Dalam suratnya kepada Robert Hooke, Newton menulis: "Jika saya telah melihat lebih jauh (daripada Anda dan Descartes), itu adalah dengan berdiri di atas bahu para Raksasa."

Ilmu Pengetahuan Newtonian dapat dipandang dibangun di atas logika penelitian 'observasional' yang berurutan. Dengan cara yang sedikit lebih sistematis, kita dapat menggambarkan cara Newtonian melalui serangkaian kemajuan yang dibangun satu di atas yang lain dari 'awal' hingga 'akhir'.

Kita katakan bahwa penelitian ini bersifat observasional karena, pada setiap langkah kemajuan, hasil-hasil sebelumnya tidak perlu diciptakan kembali sepenuhnya. Hasil-hasil tersebut hanya diamati secara eksternal dan diterima sebagai kebenaran. Ini adalah model dari apa yang dimaksud dengan "berdiri di atas bahu para Raksasa."

Descartes menuliskan aturan pertamanya dalam wacana tentang metode menjalankan nalar dengan benar, dan mencari kebenaran dalam sains sebagai berikut: "Yang pertama adalah jangan pernah menerima sesuatu sebagai kebenaran yang tidak saya ketahui dengan jelas; artinya, dengan hati-hati menghindari ketergesa-gesaan dan prasangka, dan tidak memasukkan apa pun dalam penilaian saya selain apa yang disajikan dalam pikiran saya dengan begitu jelas dan gamblang sehingga menyingkirkan semua dasar keraguan."

Formulasi ini dapat dianggap serupa dengan Newton, kecuali bahwa Newton mengungkapkan keyakinan tertinggi pada 'para raksasa', sementara Descartes ingin memeriksa, atau lebih tepatnya menciptakan kembali segala sesuatu sendiri sebelum menerima pengetahuan baru. Memang, Descartes selalu menciptakan kembali semua pengetahuan yang berguna baginya ketika sebelumnya telah diperoleh oleh orang lain. Ini

berarti, jika suatu saat ada yang berdiri di atas 'bahu para raksasa', hal itu harus diperiksa dengan sangat cermat untuk membenarkan setiap perluasannya.

Descartes membenarkan kemungkinan perluasan ini dengan menyatakan bahwa perluasan tersebut harus mengarah pada suatu kebenaran nyata yang diperoleh melalui apa yang disebutnya 'intuisi'. Ia menjelaskan apa 'intuisi' ini dalam aturan-aturannya untuk mengarahkan pikiran. Ketika mengkaji definisinya dari sudut pandang sistemik rekursif, kita mendapatkan petunjuk bahwa intuisi, bagi Descartes, adalah komposisi simbiosis, yang kemungkinan rekursif. Proses yang menunjukkan kewajaran petunjuk-petunjuk ini sangatlah kompleks dan dijelaskan secara rinci.

Hal ini memungkinkan kita untuk menggunakan hipotesis kerja bahwa Intuisionisme Cartesian didasarkan pada logika penelitian kreasional rekursif. Hal serupa diungkapkan oleh Descartes dengan cara yang sedikit lebih rumit dengan mengatakan bahwa "permulaan ... hanya dapat dipahami dengan baik melalui pengetahuan tentang semua hal yang mengikutinya; dan bahwa hal-hal yang mengikutinya ini tidak dapat dipahami dengan baik jika kita tidak mengingat semua hal yang mendahuluinya". Dari sudut pandang sistemik yang lebih formal, kita dapat menyatakan bahwa demarkasi suatu gagasan bukanlah tahap awal, sebagaimana halnya dalam paradigma Newton, melainkan tahap akhir pembentukannya.

ingkaran rekursif ini diilustrasikan dalam proses formalisasi sistem blok tak terhingga SB di atas. Dengan demikian, kita melihat bahwa karya Descartes, sebagaimana yang kita sajikan, mengandung dasar penelitian sistemik untuk SRPS. Oleh karena itu, kami memperkenalkan intuisionisme Cartesian sebagai paradigma yang melengkapi paradigma Newton. Bagi kami, Intuisionisme Cartesian tidak lain adalah ilmu sistemik yang relevan dengan SRPS. Dari sudut pandang evaluasi dan pengelolaan proses kreasi SRPS tertentu, jelas bahwa gagasan kejelasan dan delegasi jauh lebih kompleks dalam Intuisionisme Cartesian dibandingkan dengan pendekatan Newtonian.

### 1.7 VISI TEKNOLOGI PULSATIF

Pada bagian sebelumnya, kami telah memperkenalkan gagasan dasar untuk pemahaman kasar SRPS. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memberikan pemahaman yang mendalam. Sebagaimana telah diilustrasikan di atas pada Bagian sebelumnya, SRPS tidak dapat dipahami dengan baik secara eksternal. Perlu dipelajari dalam kerangka sistem referensial kreasional yang konkret. Dalam Ilmu Komputer, otomatisasi sintesis program rekursif dalam domain tidak lengkap melalui pembuktian teorema induktif, yaitu sintesis program dalam domain tidak lengkap melalui pembuktian teorema induktif (PSIDITP), kini telah menyediakan sistem referensial kreasional eksperimental. Formalisasi permasalahan ini, serta deskripsi satu pendekatan khusus yang dibangun di atas Ilmu Sistemik SRPS.

Dalam jangka panjang, keberhasilan pendekatan PSIDITP yang disebutkan di atas memberikan dasar bagi visi teknologi pulsatif yang secara garis besar dapat dijelaskan oleh tiga kontribusi PSIDITP. Memang, PSIDITP tampaknya menjadi cara bagi robot di masa depan untuk:

- Memformalkan domain yang tidak diketahui secara rekursif (misalnya, dalam penelitian ruang angkasa) yang menangani kontrol, ketelitian, dan peningkatan evolutif dengan sempurna;
- Melakukan eksperimen yang diperlukan untuk menemukan formalisasi yang sesuai;
- Memprogram diri mereka sendiri secara otonom dengan bantuan formalisasi yang ditemukan.

Tentu saja, pencapaian visi teknologi ini yang sukses akan membutuhkan alat lain selain yang ada pada pendekatan yang ada. Diperlukan pula perangkat yang dikembangkan dalam pembelajaran mesin (ML), data besar, kreativitas komputasi, dan beberapa bidang ilmiah lain yang mungkin belum dikenal yang akan dikenal dalam perjalanan penelitian di PSIDITP dan kerja sama 'pluridisiplin' dari domain ilmiah relevan yang sudah ada.

## 1.8 KESIMPULAN

Dalam bab ini, kami telah menunjukkan fitur-fitur utama sistem rekursif simbiosis. Fitur-fitur ini menggambarkan potensi SRPS yang kaya untuk inovasi di berbagai domain yang perlu menangani peningkatan, pencegahan, dan pengendalian evolutif. Kami telah menunjukkan bahwa, karena sifat simbiosisnya, rekursi dan pulsasi sistemik dapat menangani ketidaklengkapan dalam lingkungan sistem yang dituju. Kelemahan pendekatan kami adalah metode evaluasi klasik berdasarkan observasi eksternal tidak cocok untuk memahami atau mengevaluasi proses kreasi sistem pulsatif rekursif simbiosis tertentu.

Ini berarti bahwa kemungkinan perluasan proses inovasi akibat sistem-sistem ini terhambat jika kita tetap berpegang pada apa yang telah disebut sebelumnya sebagai kriteria Newtonian. Bab ini mengisyaratkan perlunya mengembangkan kriteria evaluasi dan manajemen baru dalam penelitian SRPS yang konkret dan bermanfaat secara pragmatis. Kriteria baru ini perlu dikembangkan dengan mempertimbangkan kekhususan utama SRPS dan Intuisionisme Cartesian yang telah dijelaskan sebelumnya dalam konteks 'sistem referensial kreasional'.

Bab ini menyajikan pengantar SRPS yang komprehensif. Namun demikian, dari sudut pandang evaluasi dan manajemen sistem tersebut, kami lebih menekankan permasalahan esensial yang ditimbulkan oleh SRPS daripada menyelesaikannya. Ke depannya, penanggulangan permasalahan ini akan membutuhkan kerja sama para pakar SRPS dengan para spesialis di bidang kepemimpinan dan manajemen.

Dalam teks ini, kami telah menyajikan dan mengilustrasikan dua gagasan baru dalam Ilmu Sistem, yaitu simbiosis dan pulsasi. Kami telah menggambarkan batasan gagasan ini dibandingkan dengan batasan klasik sinergi dan modifikasi.

## **BAB 2**

### **KOMPUTASI KOGNITIF**

Kemajuan penelitian dan pengembangan AI serta aplikasinya bergantung pada penanaman wawasan, metode, dan teknologi dari berbagai bidang ilmu pengetahuan. Ilmu kognitif dan neuropsikologi mengubah aspek kualitatif manusia—cara kita bernalar dan belajar, emosi, bahasa, keyakinan subjektif, dan aspek kepribadian dinamis kita—menjadi sesuatu yang kuantitatif dan dicari dalam pembelajaran mesin (ML) dan AI. Namun, kognisi manusia belum dipahami dengan cukup baik untuk diterjemahkan ke dalam algoritma dan arsitektur perangkat keras komputasi.

Pada bab ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana ilmu kognitif dan neurosains memengaruhi evolusi AI, apa saja janji dan hambatan komputasi kognitif (CC) saat ini, dan jenis risiko apa dalam kecerdasan buatan (AI) yang baru lahir yang dapat dimitigasi dengan bantuan pendekatan ilmu kognitif. Penulis meninjau beberapa perusahaan yang bertaruh pada CC dan menguraikan prognosis tentang apa yang diharapkan dalam beberapa tahun mendatang.

Dalam buku ini disusun dalam tiga bagian. Pertama, penulis membahas isu-isu seputar definisi AI dan CC, menguraikan masalah teknologi terkini yang mengarah pada transparansi, akurasi hasil model, dan bias konfirmasi.

Ia mengangkat isu-isu implementasi AI dan sensasi yang ditimbulkan oleh beberapa penyedia, yang mungkin mendorong penelitian dan pengembangan AI dan teknologi kognitif memasuki "musim dingin AI" berikutnya dan dengan demikian meningkatkan risiko kejahatan siber dan erosi privasi. Di bagian kedua, penulis membahas modularitas otak dan konsep otak vs. pikiran, yang memengaruhi bagaimana AI dan teknologi kognitif dibangun. Di bagian ketiga, ia memberikan pandangan realistis untuk CC dan membahas kemungkinan masa depan kuantum.

#### **2.1 DEFINISI KOMPUTASI KOGNITIF KECERDASAN BUATAN (AI)**

Gagasan otak sebagai mesin telah lahir berabad-abad yang lalu. Otak adalah struktur area-area khusus yang bekerja dalam saling ketergantungan yang erat dan diatur oleh gaya fisika dan kimia. Apakah pikiran dan kesadaran merupakan produk dari otak? Apa peran sistem saraf dalam pembentukan dan fungsi pikiran? Berbagai bidang ilmiah—termasuk psikologi, fisika, filsafat, linguistik, ilmu kognitif, dan teknik komputer—berkontribusi pada pemahaman kita tentang kognisi manusia.

Kita mempelajari bagaimana proses berpikir kita dipengaruhi oleh faktor eksternal (lingkungan) dan internal (yang berkaitan dengan tubuh). Sains juga mempertimbangkan peran emosi dalam pengambilan keputusan dan pemecahan masalah manusia. Selain itu, perdebatan antara nature versus nurture tetap menjadi salah satu isu filosofis tertua dalam psikologi. Nature mengacu pada semua gen dan faktor keturunan yang memengaruhi diri kita, dan nurture menyiratkan semua variabel lingkungan yang memengaruhi perkembangan kita,

mulai dari pengalaman masa kanak-kanak hingga hubungan sosial dan budaya sekitar kita. Satu bidang ilmiah yang terisolasi tidak dapat mencakup semuanya. Kebenaran dapat disembunyikan di perbatasan disiplin ilmu.

Kemajuan ilmiah semakin didorong oleh kolaborasi, misalnya antara bioteknologi dan rekayasa berbantuan komputer. Sementara kita masih mempelajari kesadaran manusia, kita telah mulai mengeksplorasi kemungkinan mesin pintar. Pencarian kecerdasan buatan (AI) dapat berkontribusi pada kemampuan kita untuk memahami dunia di sekitar kita, dan peran spesies kita di dalamnya. Hal ini membantu kita menilai makna kehidupan, meskipun para ahli biologi dan fisikawan mungkin tidak akan pernah dapat menyepakati definisi yang sama.

Max Tegmark, profesor fisika dan peneliti AI di MIT, mendefinisikan kehidupan sebagai pemrosesan informasi. Ciptaan organik dan anorganik terdiri dari atom dan molekul. Perbedaan antara, misalnya, buah dan manusia sangat mendalam: tidak ada perangkat lunak yang mengorganisir molekul dan atom dalam buah. Pada manusia, perangkat lunak tersebut memungkinkan pembelajaran, menghafal, dan bertindak sesuai dengan informasi yang telah diproses. Di masa lalu, manusia mampu membuat alat untuk tugas sehari-hari—meraih makanan, berburu, membuat pakaian, dan tusuk gigi.

Saat ini, para ilmuwan mencoba mengembangkan mesin dengan kemampuan belajar mandiri. Tegmark percaya bahwa begitu mesin-mesin tersebut mulai membangun 'rekan' mereka, mengoptimalkan diri, dan membuat keputusan independen, bentuk kehidupan baru akan muncul. Perangkat lunak yang memperbarui dan mempelajari dirinya sendiri akan memungkinkan mesin untuk mengoptimalkan perangkat kerasnya sendiri. Ilmuwan tersebut menyebut fenomena ini "Kehidupan 3.0". Belum jelas apakah bentuk kehidupan seperti itu akan hidup berdampingan secara damai dengan kehidupan kita.

*Stephen Hawking*, fisikawan ternama yang wafat pada Maret 2018, tidak yakin AI canggih akan bermanfaat bagi umat manusia, kecuali ada batasan yang diberlakukan untuk mengendalikan kecepatan evolusinya. Manusia memiliki keterbatasan yang disebabkan oleh evolusi biologis yang lambat. Mereka tidak akan mampu bersaing dan berkembang, jika dampak AI tidak direncanakan dengan cermat, mulai dari tempat kerja hingga militer. Hawking mengungkapkan kekhawatirannya tentang sistem persenjataan yang mungkin memusnahkan umat manusia, jika mereka mau.

*Elon Musk*, pengusaha teknologi terkemuka, telah lama khawatir bahwa AI mungkin lebih berbahaya daripada senjata nuklir, atau bahkan menjadi diktator abadi. Ia mendirikan OpenAI sebagai perusahaan riset nirlaba, yang membuka jalan menuju AI Umum yang aman dan bermanfaat. Tentu saja, seluruh konsep 'bermanfaat' mungkin membingungkan kita, kecuali kita sepenuhnya memahami siapa yang memutuskan apa yang tersirat di dalamnya, dan mengapa.

*Tegmark* mendirikan The Future of Life Institute, yang didedikasikan untuk risiko, etika, dan skenario seputar teknologi AI. Selama manusia berpikir kritis tentang keputusan desain dalam perangkat keras dan perangkat lunak AI, akan ada waktu untuk memastikan masa depan positif yang ditingkatkan oleh AI. Bagaimanapun, AI ini akan sangat berbeda dari apa yang kita ketahui tentang kecerdasan mamalia (termasuk manusia). Dari sudut pandang saat ini,

ilmuwan komputer kesulitan untuk meniru cara primata dalam menebak, memecahkan masalah, mengenali objek dan emosi. Namun, para ilmuwan menerapkan definisi yang berbeda tentang arti AI sebenarnya. Meniru pikiran dan perilaku manusia adalah satu konsep.

Melayani manusia—tanpa harus berpikir seperti mereka—adalah konsep yang berbeda. Tidak ada deskripsi yang diterima secara umum tentang konsep dan ide seperti apa yang berkontribusi pada istilah "kecerdasan buatan (AI)".

Meniru kecerdasan primata—dan terutama manusia—sangatlah sulit. Tidak ada satu pun studi tentang otak yang definitif. Dibutuhkan banyak waktu untuk menelusuri temuan-temuan yang terkadang saling bertentangan dan tidak konsisten untuk mengidentifikasi proses-proses otak yang diperlukan bagi kecerdasan. Kita masih mempelajari tentang komponen-komponen dasar dari apa yang kita sebut pikiran, kesadaran, dan kecerdasan. Pertanyaan-pertanyaan sulit tidak dapat dibatasi hanya pada satu disiplin ilmu saja. Kita baru berada di tahap awal perjalanan ini.

Mari kita pertimbangkan terlebih dahulu aliran-aliran AI mana yang paling banyak terinspirasi dari otak primata, dan bagaimana aliran-aliran tersebut sesuai dengan konsep AI yang lebih luas.

### **Komputasi Kognitif (KKG) Dalam AI**

Kamus Oxford mendefinisikan kognisi sebagai tindakan atau proses mental untuk memperoleh pengetahuan dan pemahaman melalui pikiran, pengalaman, dan indra.

Komputasi kognitif (KKG) adalah bagian dari AI yang menggunakan pendekatan dan algoritma yang terinspirasi oleh pengetahuan masa kini dan masa lalu tentang cara kerja otak primata. Kemajuan dalam psikologi evolusioner berkontribusi pada pemahaman ilmiah kita tentang proses pembelajaran. Sebagai contoh, jika kita mempertimbangkan cara berpikir seorang anak, ia mulai dengan mempelajari kata benda dan kata kerja. Untuk menggunakan bahasa AI, anak-anak menggunakan metode pembelajaran tanpa pengawasan atau pembelajaran penguatan (RL).

Tidak semua teknologi AI terinspirasi oleh fungsi dan arsitektur otak. Analisis komponen utama (PCA), misalnya, adalah pendekatan dalam pembelajaran tanpa pengawasan, yang sering digunakan untuk reduksi dimensionalitas dan ekstraksi fitur. Pendekatan ini sama sekali tidak terinspirasi oleh otak. Pendekatan Olshausen dan Field terhadap pembelajaran tanpa pengawasan lebih dekat dengan terinspirasi oleh otak, sehingga mungkin dianggap sebagai CC atau tidak.

Ada banyak contoh algoritma yang terinspirasi oleh kognitif, misalnya, neokognitron Fukushima, teori resonansi adaptif (ART) Carpenter dan Grossberg beserta variannya, memori temporal hierarkis (HTM) Jeff Hawkins dengan komunitas besar di sekitar startup Numenta, Predictor Ballard dan Rao, Wiskott, dan Analisis Fitur Lambat Sejnowski. Batasan antara CC dan teknologi AI lainnya memang kabur.

Pembelajaran mesin (ML) juga merupakan bagian dari AI. Pembelajaran adalah proses memperoleh pengetahuan, perilaku, keterampilan, nilai, atau preferensi baru, atau memodifikasi pengetahuan, perilaku, keterampilan, nilai, atau preferensi yang sudah ada. ML

menyiratkan bahwa sistem komputer dapat belajar dari data. Sebagai contoh, sistem ML dapat dilatih menggunakan data pesan untuk membedakan antara spam dan pesan asli.

Tidak semua teknologi AI berbasis pembelajaran, beberapa (misalnya, sistem pakar atau mesin pencari) tidak memiliki kapasitas nyata untuk belajar dan memodifikasi dirinya sendiri. Tidak semua instans AI merupakan instans ML. Namun, setiap kali mesin belajar, ia adalah AI, sehingga instans ML apa pun adalah instans AI.

Pembelajaran dapat hadir dalam berbagai bentuk. Dalam kasus yang paling sederhana, pembelajaran tidak lebih dari akumulasi dan agregasi data (misalnya, algoritma k-nearest neighbor (KNN)). Dalam kasus yang sedikit lebih maju, parameter model yang diinstansiasi (seperti bobot koneksi atau pohon keputusan) dimodifikasi selama pembelajaran, tetapi algoritmanya (aturan pembelajaran dan implementasinya) tetap sama. Dalam kasus yang lebih maju lagi, pembelajaran tidak hanya memodifikasi parameter model tetapi juga dapat memodifikasi algoritma itu sendiri atau bahkan perangkat keras yang mendasarinya.

Otak manusia atau primata mengimplementasikan semua bentuk pembelajaran yang disebutkan di atas. Dalam skala waktu tersingkat, memori kerja hanya direpresentasikan dalam tingkat aktivitas neuron, serta perubahan jangka pendek yang reversibel (fasilitasi dan depresi) dalam kekuatan koneksi sinaptik. Pada skala waktu yang agak lebih panjang, sinapsis diperkuat dan dilemahkan sebagai akibat dari aktivitas masa lalu. Terdapat serangkaian proses biokimia yang kompleks yang memunculkan berbagai modalitas memori dan skala waktu di otak, dari detik hingga dekade. Akhirnya, perubahan lingkungan, kondisi tubuh, nilai, tujuan, tugas, dll., mengakibatkan neuron individu atau seluruh wilayah otak "direkrut" atau dialihkan fungsinya untuk "tugas" baru atau tugas sensorik dan motorik. CC menggunakan pendekatan otak manusia atau primata untuk pemecahan masalah, meskipun pendekatan ini masih menjadi misteri tersendiri. Micah Richert dan Dimitry Fisher mengembangkan beberapa ide untuk pemrosesan informasi sensorik. Sangat sedikit penelitian yang membahas pengambilan keputusan dan modalitas memori jangka panjang.

Hal ini tidak mencegah IBM atau NVIDIA untuk membuat klaim yang sepenuhnya berlebihan tentang teknologi kognitif mereka. Pemasaran ini tidak ada hubungannya dengan kemajuan nyata. Kognisi sejati yang tercermin dalam silikon dan perangkat lunak masih di luar jangkauan. Bidang AI yang dapat dijelaskan (XAI) baru saja menjadi salah satu prioritas utama bagi fasilitas dan perusahaan penelitian. DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) khususnya berada di garda terdepan dalam bidang ini. DARPA ingin memahami, memercayai dengan tepat, dan mengelola teknologi generasi baru secara efektif.

XAI berjalan seiring dengan upaya modifikasi tujuan dan modifikasi mandiri mesin pintar. Hal ini penting untuk mengurangi potensi risiko sistem buatan, yang meningkat seiring dengan meningkatnya otonomi, tanggung jawab, dan daya komputasi mesin. Pembelajaran mendalam (DL) adalah bagian dari ML. DL dapat divisualisasikan sebagai jaringan umpan-maju (multilayer perceptron) besar yang diterapkan pada tugas klasifikasi atau regresi. "Besar" menyiratkan bahwa jumlah  $N$  parameter jaringan (bobot koneksi) sedemikian rupa sehingga  $\ln(N) \gg 1$ . Untuk  $N$  tertentu, Anda tentu saja dapat membuat jaringan menjadi lebar dan dangkal (misalnya, 2 lapis), atau sempit dan dalam (misalnya, 20 lapis).

Jaringan dalam memiliki keunggulan dibandingkan jaringan dangkal karena dapat merepresentasikan pemetaan fungsional yang lebih rumit (mengurai manifold yang lebih kompleks), atau dengan kata lain, mensubtend ruang hipotesis yang besar (domain yang lebih besar dalam ruang Hilbert pemetaan input-output). Namun, kesulitannya adalah semakin besar ruang hipotesis, semakin tinggi probabilitas untuk memilih hipotesis yang salah, atau (setara) semakin sulit untuk melatih jaringan. Kompleksitas komputasi—yang berkontribusi pada kurangnya transparansi tentang cara kerja model tersebut—merupakan masalah besar lainnya.

Terakhir, namun tak kalah pentingnya, keandalan hasil (outcome deterministik) dari beberapa metode ML bukanlah kekuatan dalam DL. Faktor kunci dalam penelitian ML adalah kecepatan komputasi dan kemampuan pengulangan hasil. Komputasi yang lebih cepat dapat meningkatkan efisiensi penelitian, sementara pengulangan penting untuk mengendalikan dan men-debug eksperimen. Untuk pelatihan DL, komputasi dipercepat secara signifikan dengan berjalan pada unit pemrosesan grafis (GPU). Namun, percepatan ini terkadang mengorbankan pengulangan (outcome non-deterministik dari model DL).

Oleh karena itu, backpropagation ujung-ke-ujung memiliki masalah serius, seperti yang baru-baru ini ditunjukkan oleh penciptanya, Geoffrey Hinton. Teknologi ini telah menjadi andalan DL dalam lima tahun terakhir, terutama karena peningkatan memori dan daya komputasi yang tersedia, serta munculnya big data. Para peneliti telah menemukan bahwa seseorang dapat menggunakan lapisan komputasi apa pun dalam suatu solusi dengan satu-satunya persyaratan adalah lapisan tersebut harus dapat dibedakan. Sebagaimana dijelaskan Carlos E. Perez dengan lugas, dalam permainan 'lebih panas' dan 'lebih dingin', petunjuk verbal yang diberikan secara akurat akan mencerminkan jarak antara pemain yang ditutup matanya dan tujuannya. Namun, apa arti "akurat" yang sebenarnya, jika tidak dapat direplikasi saat menjalankan model berulang kali dengan hasil yang sesuai?

GPU brute-force tidak memudahkan tugas praktisi pembelajaran mesin (DL). Pendekatan yang lebih cerdas (misalnya, melibatkan pra-pelatihan komponen jaringan tanpa pengawasan) membantu mengurangi hambatan yang ada hingga batas tertentu. Selain itu, pada banyak permasalahan (terutama permasalahan nyata di mana titik data diurutkan berdasarkan waktu dan tidak independen, berbeda dengan kumpulan data gambar atau digit mainan), jaringan rekuren berpotensi dapat bekerja jauh lebih baik. Namun, jaringan rekuren (terutama yang berbasis LSTM (memori jangka panjang-pendek)) dapat mendukung ruang hipotesis yang begitu luas sehingga pelatihannya menjadi 1% sains dan 99% 'ajaib'.

Terakhir, namun tak kalah pentingnya, sangat sedikit peneliti (terutama di dunia akademis) yang dapat menahan godaan untuk menggunakan kembali set data yang sama (atau bahkan pemisahan kereta-uji yang sama) berulang kali dan memilih jaringan yang berkinerja semakin baik. Ini setara dengan pelatihan pada set uji, seperti yang telah lama diperingatkan Domingos dengan sangat fasih. Hasilnya adalah omong kosong yang secara deterministik tidak menggeneralisasi (dan seringkali tidak dapat direproduksi), yang berkontribusi pada bias konfirmasi. Ini bukan hanya masalah model yang tidak berfungsi di lingkungan laboratorium.

Bias konfirmasi merusak reputasi teknologi, dan mengurangi keinginan perusahaan tradisional untuk bereksperimen dan berinvestasi.

Set data adalah kunci bagi setiap teknologi AI. CC seharusnya (secara teoritis) menangani data konseptual/symbolis, bukan hanya data berlabel atau informasi dari sensor atau perangkat lain (titik tepi). Pembelajaran Mesin (ML) Akademis sebagian besar waktu menangani data terstruktur dan berlabel. Data kehidupan nyata sebagian besar waktu bersifat multimodal (atau setidaknya multi-saluran), seringkali tidak terstruktur, dan hampir selalu tidak berlabel. Lebih buruk lagi, hasil (atau, secara umum, fungsi nilai) sangat nonlokal dalam waktu, karena imbalan hari ini mungkin bergantung pada keputusan yang dibuat setahun yang lalu, atau pada beberapa keputusan dari waktu ke waktu, dengan cara yang sangat nonlinier.

Pertanyaan tentang akurasi, atau analisis sensitivitas, biasanya berlaku di sekitar pasangan masukan-keluaran tertentu; untuk masalah yang sangat nonlokal (sangat stateful) dan/atau sangat nonlinier, analisis sensitivitas, sayangnya, memiliki kegunaan yang terbatas, karena sifatnya yang lokal. Kita harus menyadari keterbatasan AI sebagaimana kita menyadari keterbatasan manusia—dan kemampuan mereka. Selain itu, tantangan inheren dalam big data terkait isu-isu seputar volume, kecepatan perubahan, nilai, dan kebenarannya tidak boleh dilupakan.

Meskipun berbagai pendekatan pembelajaran akan membuat generasi ilmuwan komputer berikutnya sibuk, satu hal penting yang perlu diperhatikan. Ilmuwan kognitif masih menggali lebih dalam untuk mempelajari apa yang membuat otak manusia benar-benar unik. Sebagai contoh, ketika mereka membandingkan bagaimana anak-anak manusia atau simpanse meniru perilaku tertentu, dan bagaimana peniruan ini menghasilkan pembelajaran. Sementara anak-anak meniru semua tindakan yang ditunjukkan kepada mereka untuk mencapai tujuan hadiah, bahkan yang berlebihan, simpanse hanya meniru tindakan yang diperlukan.

Telah disarankan bahwa ini menunjukkan bahwa anak-anak adalah peniru kompulsif, sedangkan simpanse meniru untuk mencapai tujuan (mirip dengan apa yang dilakukan beberapa mesin pintar). Namun, jika simpanse tidak diberi hadiah (atau hukuman), maka perilaku yang dipelajari umumnya tidak diulang. Sebaliknya, bayi akan meniru perilaku terlepas dari apakah ada hadiah atau hukuman, menunjukkan bahwa bayi manusia memiliki kecenderungan untuk mempelajari perilaku baru demi pembelajaran saja. Hewan tidak menunjukkan aktivitas "l'art pour l'art". Manusia—bahkan yang sangat muda—unggul dalam hal itu.

Sebagaimana dinyatakan dalam "Keharusan AI: Peta Jalan Praktis untuk Bisnis", para peneliti dan praktisi AI mungkin perlu menunggu komputasi kuantum universal sebelum kemajuan nyata dalam AI dapat dicapai. Definisi fungsi imbalan dalam lingkungan kuantum mungkin menjadi masalah yang menarik untuk dikaji. Bisakah mesin belajar hanya untuk bersenang-senang? Responsnya tidak akan terbatas hanya pada ilmu komputer.

Saat ini, para peneliti dan praktisi seharusnya mendapatkan manfaat dari minat publik terhadap AI, dan investasi besar yang mengalir ke bidang ini. Akan ada banyak sekali layanan dan aplikasi AI cerdas dengan fokus sempit, yang membaca gambar sinar-X medis, menjawab pertanyaan pelanggan dalam aplikasi perencanaan keuangan, atau membuat prediksi tentang

perkembangan saham. Kita berharap para insinyur komputer mempelajari neurobiologi dan ilmu kognitif untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang fungsi kecerdasan primata, arsitektur otak, dan hubungan antara otak dan pikiran. Pemahaman yang lebih baik tentang struktur dan proses biologis dapat mengarah pada inovasi dalam rekayasa, menciptakan AI yang multitasking.

Memangkas investasi AI dan menempatkan industri AI pada "musim dingin AI" berikutnya bukanlah pilihan yang tepat. ML dan CC tidak akan berhenti ada. Mereka akan dimanfaatkan oleh penjahat siber untuk pencurian identitas. Perusahaan teknologi—tanpa pertimbangan cermat tentang risiko dan etika AI—akan semakin berkontribusi pada erosi privasi. Negara-negara nakal dengan AI di tangan mereka dapat mengguncang geopolitik saat ini hingga tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya.

## 2.2 KONSEP MODULARITAS OTAK DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Sejak awal, ilmuwan komputer merancang perangkat keras yang terinspirasi oleh modularitas otak. "Kendala arsitektur" otak—jika kita menggunakan bahasa insinyur—meliputi biaya energi, ukuran, dan kecepatan pemrosesan. Saat ini kita mengetahui lebih banyak tentang berbagai bagian otak. Banyak wawasan datang dari praktisi medis dan peneliti, yang bekerja dengan pasien yang menderita berbagai cedera dan penyakit otak.

Sebagai contoh, orang dengan cedera lobus parietal kanan mungkin berperilaku seolah-olah sisi kiri tubuh mereka tidak ada sama sekali. Dalam kondisi "orang ketiga", pasien merasakan kehadiran orang ketiga meskipun tidak ada orang di sana. Pasien-pasien ini sepenuhnya sadar meskipun dalam kondisi ini. Mereka hanya menunjukkan ketidakmampuan untuk memproses informasi dengan benar dan bereaksi terhadap lingkungannya seperti kita semua.

Perilaku pasien yang menderita berbagai gangguan otak medis menuntut kesimpulan yang sangat relevan dengan pengembangan Kecerdasan Buatan. Gugusan otak yang terpisah bertanggung jawab atas fungsi-fungsi berbeda dalam suatu organisme dan saling terhubung. Sekali lagi, jika kita menerapkan pemikiran rekayasa di sini, kita berasumsi bahwa modularitas ini memberikan banyak keuntungan untuk menekan biaya energi. Otak manusia adalah sistem yang menarik, hanya mengonsumsi daya 20 W, tetapi memungkinkan individu yang sehat untuk berfungsi dengan baik.

Para ahli saraf sepakat bahwa kecerdasan tidak hanya terpusat di lobus frontal. Kecerdasan melibatkan jaringan yang tersebar di seluruh otak. Terdapat korelasi terbalik antara aktivitas otak dan skor tes kecerdasan. Aktivitas ini, yang diukur dengan studi pencitraan, ditentukan oleh laju metabolisme glukosa.

Struktur otak tengah sangat terlibat dalam menghasilkan pengalaman subjektif. Hipokampus adalah area otak yang penting untuk integrasi gambar; hipokampus juga memungkinkan konversi gambar sementara menjadi gambar permanen. Hilangnya hipokampus di kedua hemisfer serebral menghambat pembentukan dan akses ke memori jangka panjang.

Hipokampus berperan penting dalam kesadaran kontekstual, misalnya, pengenalan gambar tertentu dan menghubungkan pengalaman pribadi dengan gambar tersebut. Jika rusak, masih terdapat pengetahuan umum dan pengenalan gambar, tetapi tidak ada ingatan tentang, misalnya, orang atau peristiwa unik. Sebagai contoh, orang dengan hipokampus yang rusak akan mengenali suatu objek dengan benar sebagai rumah. Namun, mereka tidak akan memiliki ingatan bahwa mereka benar-benar tinggal di rumah tersebut. Penyakit Alzheimer merupakan manifestasi khas dari kerusakan tersebut.

Sebagian besar upaya AI untuk merekonstruksi otak difokuskan pada neokorteks, yang sebagian besar bertanggung jawab atas kognisi, dan terorganisir ke dalam kolom-kolom dengan enam lapisan berbeda, putaran umpan balik yang menuju ke struktur otak lain yang disebut talamus, dan pola berulang koneksi penghambatan jarak pendek dan koneksi eksitatori jarak jauh. Otak memproses informasi dengan cara yang jelas melalui pelepasan neuron listrik ke dalam pola yang digambarkan sebagai lonjakan. Deskripsi akurat tentang proses spiking telah ada sejak tahun 1950-an, ketika Alan Hodgkin dan Andrew Huxley memformalkan model matematika yang paling tepat menggambarkannya, dan untuk itulah mereka menerima Hadiah Nobel Kedokteran.

Ingatan terbentuk melalui penguatan koneksi antar neuron yang bekerja sama, menggunakan proses biokimia yang disebut potensiasi jangka panjang. Model matematika hadir untuk mencerminkan proses ini.

Rekayasa jaringan saraf terinspirasi oleh penelitian tentang decoding sistem visual otak dan pengukuran bagaimana neuron melakukan spike saat menerima sinyal. Otak manusia mengandung lebih dari 80 miliar neuron dan puluhan triliun sinapsis.

Namun, jaringan saraf biologis menawarkan lebih banyak misteri daripada jawaban. Kita belum sepenuhnya memahami, misalnya, mengapa neuron melonjak, misalnya, ketika kita menilai waktu relatif kedatangan sinyal ke kedua telinga kita untuk mendapatkan arah. Kita belum sepenuhnya melihat bagaimana sinapsis beradaptasi. Saat ini, di sebagian besar jaringan saraf tiruan, para peneliti hanya memiliki skala waktu untuk adaptasi sinapsis dan kemudian skala waktu untuk aktivasi neuron. Skala waktu antara adaptasi sinaptik masih belum ada, yang mungkin pada gilirannya sangat penting untuk memori jangka pendek.

Salah satu ciri penting otak adalah plastisitasnya. Selama perkembangan bayi hingga dewasa, koneksi di otak mengalami rekonfigurasi, karena akson dan dendrit tumbuh seperti akar tanaman, meninggalkan tautan yang redundan dan membangun yang baru.

Dengan demikian, komputasi jaringan saraf memiliki kekurangan bawaan sejak awal. Jika kita mengambil pengenalan gambar sebagai contoh, jaringan saraf akan 'membaca' gambar sambil menjalankan algoritma melalui piksel-piksel individual, membuat prediksi tentang isi keseluruhan gambar. Sinyal dipindahkan dari satu lapisan ke lapisan berikutnya dengan mengambil keluaran dari lapisan sebelumnya. Mekanisme ini mirip dengan aktivasi neuron secara biologis. Proses ini menyaring derau dan mempertahankan fitur-fitur yang paling relevan untuk akhirnya mengidentifikasi objek.

Namun, jika mesin diberikan informasi yang 'menggangu'—misalnya, sebuah objek yang sangat besar dan tidak biasa yang diposisikan di lingkungan yang telah diidentifikasi

dengan benar—seluruh proses mungkin gagal. Tidak seperti manusia, mesin tidak dapat melakukan pengambilan ganda. Mereka tidak dapat menggeneralisasi pada tingkat manusia dan membuat penilaian tentang apa yang mungkin membingungkan dengan keseluruhan gambar untuk memulai lagi dan melihat sekilas.

Sebuah artikel baru-baru ini menggambarkan fenomena ini sebagai konfrontasi antara komputer dan hewan yang tidak biasa di sekitarnya—seekor gajah di dalam ruangan. Kehadiran gajah tersebut membuat mesin 'lupa' bahwa ia telah memberi label meja dan kursi dengan benar. Kurangnya pemahaman kita tentang bagaimana otak dan tubuh berinteraksi untuk menghasilkan kecerdasan dan kesadaran tidak terbatas pada perangkat lunak saja. Rodney Brooks menciptakan apa yang disebut "arsitektur subsumsi" untuk robotika, yang mereplikasi lapisan-lapisan otak. Informasi baru ditambahkan ke informasi atau pengetahuan yang tersimpan dan diserap atau "diserap" oleh sistem tanpa gangguan. Tantangan untuk menambahkan lebih banyak lapisan secara efisien terkait dengan pengaruh lingkungan. Secara teoritis, dengan implementasi yang sempurna, arsitektur berlapis seperti itu menjamin kemudahan untuk menemukan sumber kesalahan, memperbaikinya, atau mengubahnya sepenuhnya. Otak primata tidak memungkinkan kemudahan tersebut.

Otomatisasi yang adaptif dan terinspirasi secara biologis adalah jalur yang akan ditempuh beberapa aliran pemikiran ML dan CC. Aplikasi robotik akan membutuhkan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan agar dapat bertahan hidup. Kecerdasan ini tidak memerlukan replikasi kecerdasan manusia pada tingkat tertentu.

Banyak bentuk kehidupan biologis yang kita ketahui memiliki kecerdasan luar biasa, mampu bertahan hidup, dan sama sekali tidak seperti manusia. Carlos E. Perez mungkin benar ketika mengatakan bahwa Pembelajaran Mesin (DL) adalah titik awal yang baik untuk mencapai mesin yang terinspirasi secara biologis tersebut. Mesin-mesin ini tidak akan memberikan transparansi penuh atas desain, tujuan, dan mekanisme adaptasinya. Cabang DL ini akan kurang terkendali dan dengan demikian berpotensi menjadi pertanda munculnya jenis AI yang lebih berbahaya.

Lebih lanjut, ilmuwan komputer perlu menangani bagian-bagian otak di luar neokorteks. RL 'mencerminkan' interaksi antara otak tengah, sistem limbik, dan neokorteks. RL berguna, terutama ketika berhadapan dengan masalah alokasi kredit temporal atau masalah imbalan tertunda dalam ruang keadaan yang tidak terlalu kompleks. Lebih sulit untuk diterapkan dalam kehidupan nyata daripada di lingkungan simulasi buatan, tetapi ada banyak penelitian ke arah itu (misalnya, di Google DeepMind).

Khususnya untuk hipokampus, terdapat beberapa jalur penelitian yang berbeda mengenai perannya dalam navigasi (terutama pada hewan pengerat), pembentukan dan konsolidasi memori (terutama memori episodik). Ada banyak penelitian tentang apa yang sebenarnya dilakukan hipokampus dan beberapa area di sekitarnya, tetapi belum pada tingkat yang dapat menginformasikan beberapa algoritma komputasi baru.

Jaringan Hopfield (1982) telah dibandingkan dalam literatur dengan jaringan hipokampus CA3 yang saling terhubung secara lokal. Awalnya, makalahnya membahas tentang memori yang dapat dialamatkan konten dan model berbasis fisika. Model tersebut ("jaringan

Hopfield") pada dasarnya adalah model kaca spin, dan John Hopfield sendiri adalah seorang fisikawan terkemuka, yang mendorong batas-batas antara fisika dan ilmu biologi. Kemungkinan besar, Hopfield tidak bermaksud menjadikannya sebagai model hipokampus, melainkan sebagai model jaringan memori yang dapat dialamatkan konten (asosiatif, atau auto-asosiatif).

Ada banyak studi yang sangat menarik tentang invertebrata, karena pengambilan keputusan mereka lebih mudah. Studi-studi ini mungkin dapat diterapkan dalam robotika, di mana respons yang sederhana, cepat, dan tangguh terhadap gangguan seringkali menjadi kuncinya. Qualcomm membangun mata tawon di laboratoriumnya tanpa menyebutnya CC. Pada akhirnya, tujuannya bukanlah untuk meniru organ primata.

Dalam pengertian CC yang lebih luas, tidak semua studi mengarah pada kemajuan dalam ML/AI. Studi-studi tersebut hanya memberikan beberapa proksi tentang bagaimana berbagai modalitas atau fungsi otak dapat bekerja. Ada studi yang mencoba menjelaskan fungsi serebelum dan berbagai lokasi serta mode pembelajaran serebelum dalam hal teori kontrol. Ada studi tentang memori jangka pendek/memori kerja, dan model integrator untuk perbandingan dan klasifikasi sensorik.

Ada juga model ilmu kognitif untuk memori kerja secara umum. Namun, penelitian ini tidak menghasilkan algoritma AI baru yang dapat digunakan mesin untuk memecahkan masalah kehidupan nyata. Sebaliknya, penelitian ini sebagian besar mencoba menjelaskan cara kerja otak, atau apa yang salah dalam kondisi neuropatologis tertentu. Meskipun demikian, setiap penelitian tetap berharga.

Pemodelan sel-sel otak yang berbeda—di luar neuron neokorteks yang menyerupai pohon—dan menunjukkan bagaimana sel-sel yang berbeda ini berinteraksi, akan semakin mengoptimalkan DL saat ini. Pada waktunya, ilmuwan komputer mungkin mampu mereplikasi bagaimana berbagai aliran pemrosesan informasi diatur dalam neokorteks. Ahli neurobiologi baru saja menjelaskan peran sel piramidal, yang menerima masukan dari dan memproyeksikan ke target yang berbeda. Namun, masih belum jelas bagaimana komunikasi tersebut diatur.

Sebuah studi, sebagai contoh, menunjukkan kemampuan yang disebut sel chandelier. Sel berbentuk kandelabra berinteraksi dengan ratusan sel eksitatori di sekitarnya, "menerima informasi dari beberapa sel, menyampaikan informasi kepada yang lain." Sejauh ini, data eksperimen berasal dari proyek dengan tikus. Studi khusus ini berfokus pada kerumunan padat "sel-sel rangsang yang disebut neuron piramidal—beberapa ratus di antaranya dapat terhubung dengan satu sel chandelier. Karena setiap sel chandelier dapat mengendalikan aktivasi ratusan neuron piramidal, telah disarankan bahwa mereka memiliki semacam hak veto atas pesan-pesan rangsang lokal".

Peran ilmuwan data masa depan mungkin lebih mirip dengan peran praktisi medis saat ini. Ilmuwan data masa depan akan bekerja dalam ekosistem yang besar, kompleks, dan belum sepenuhnya dipahami, tempat mereka akan melakukan observasi klinis, diagnosis banding, dan intervensi, layaknya praktisi medis saat ini. Masih harus dilihat jenis perangkat keras apa yang akan muncul untuk mendukung pekerjaan mereka.

**PENGARUH KOGNITIF DALAM PERANGKAT KERAS**

Desain komputer serba guna saat ini muncul ketika prosesor pusat dapat ditempatkan pada satu chip. Arsitektur ini dikenal sebagai arsitektur von Neuman. Arsitektur serba guna sama sekali tidak seperti cara kerja otak manusia.

CPU (unit pemrosesan pusat), seperti Intel Xeon dan Xeon Phi untuk pusat data dan Qualcomm Snapdragon untuk perangkat seluler, bekerja dengan sangat baik untuk data yang relatif sederhana seperti teks dan gambar JPEG, tetapi mereka mungkin kesulitan menangani data berkecepatan dan beresolusi tinggi yang berasal dari perangkat seperti kamera video 4K atau radar.

Sebagian besar pengusaha yang berfokus pada AI berinovasi pada Unit Pemrosesan Grafis. Didorong oleh keinginan untuk performa yang lebih baik untuk video, grafis, dan game, GPU tidak cocok untuk komputasi tujuan umum, melainkan untuk penjumlahan dan perkalian pada aliran data.

Tidak seperti unit pemrosesan pusat (CPU) yang melakukan komputasi secara berurutan, GPU menawarkan arsitektur paralel masif yang dapat menangani beberapa tugas secara bersamaan. GPU memiliki ratusan "inti" khusus ("otak" prosesor), yang semuanya bekerja secara paralel, sementara CPU hanya memiliki beberapa inti yang kuat yang menangani tugas komputasi secara berurutan.

GPU memiliki presisi komputasi tinggi yang tidak selalu dibutuhkan dan mengalami masalah bandwidth memori dan throughput data. Hal ini telah membuka pasar bagi berbagai jenis perusahaan rintisan dan proyek baru di perusahaan besar seperti Google untuk merancang dan memproduksi silikon khusus untuk aplikasi pembelajaran mesin (ML) berdimensi tinggi.

Peningkatan dalam desain chipset baru mencakup bandwidth memori yang lebih besar, komputasi grafik alih-alih vektor (untuk GPU) atau skalar (untuk CPU), kepadatan, efisiensi, dan kinerja komputer per watt yang lebih tinggi. Hal ini memungkinkan pelatihan model yang lebih cepat (terutama grafik); efisiensi energi dan data saat membuat prediksi; menjalankan sistem AI di edge (sensor IoT); infrastruktur cloud sebagai layanan; serta kendaraan otonom, drone, dan robotika.

Pendekatan lain adalah perangkat keras neuromorfik, yang idenya adalah membangun perangkat keras khusus yang sangat mirip dengan otak. Perangkat keras digital konvensional melakukan ratusan operasi aritmatika floating-point biner untuk mensimulasikan perubahan potensial membran satu neuron dalam hitungan milidetik. Hal ini melibatkan ribuan peristiwa peralihan transistor, yang masing-masing mengonsumsi daya (dan menghasilkan panas). Pendekatan neuromorfik menghilangkan semua perlengkapan digital ini dan menggunakan komponen analog yang berperilaku seperti neuron aslinya. Hasilnya lebih efisien dalam hal konsumsi daya.

Untuk emulasi seluruh otak, teknologi saat ini mungkin harus mengalami perubahan besar. Para peneliti berhasil mengembangkan teknologi baru yang sudah tampak layak (misalnya, kode batang DNA). Teknologi yang benar-benar baru mungkin juga muncul, misalnya, nanobot saraf. Perangkat keras neuromorfik saat ini hanya mampu mensimulasikan

sejumlah kecil neuron, tetapi untuk dapat melakukan lebih banyak hal, skalanya harus ditingkatkan secara drastis. Saat ini kita melihat chip neuromorfik pertama, yang masih belum dapat memberikan alternatif yang kuat untuk aplikasi dan layanan AI saat ini.

Sebagai contoh, chip TrueNorth IBM menyediakan banyak daya jaringan saraf yang bermanfaat, konsumsi daya minimal, dan faktor bentuk yang kecil. Chip ini terdiri dari jaringan neuron, yang paling baik meniru neuron biologis. Sekitar 4096 prosesor; masing-masing dengan 256 neuron spiking integrasi-dan-tembak masing-masing dengan 256 masukan—yang dapat menghitung semua 256 neuron 1000 kali per detik. Chip ini melakukan 228 operasi sinaptik per detik (256 GSPO).

Chip ini menggunakan daya yang sangat kecil. Daya 70 miliwatt yang dibutuhkan oleh chip TrueNorth kira-kira sama dengan jumlah daya yang dibutuhkan untuk mengirim 100 bita data melalui Wi-Fi ponsel Anda. Akankah chip ini memungkinkan banyak aplikasi praktis? Kita belum tahu. Yann LeCun, Direktur Riset AI di Facebook dan Profesor di NYU, mengkritik chip tersebut karena kinerjanya tidak sebaik GPU untuk pemrosesan gambar.

Yang dibutuhkan adalah paradigma perangkat keras yang memungkinkan hukum Moore berlanjut melampaui batasan yang diberlakukan oleh fisika "seperti kecepatan cahaya, ukuran atom, dan energi minimum yang dibutuhkan untuk membalik bit dari satu keadaan ke keadaan lain". Hal ini secara teoritis dapat dicapai dengan apa yang disebut automata seluler titik kuantum (QDCA). Titik kuantum adalah perangkat semikonduktor berskala nano yang dapat bertindak seperti transistor, beralih keadaan dengan sangat cepat tetapi menggunakan daya yang sangat sedikit.

Namun, penerapan praktis QDCA masih beberapa dekade lagi. Dalam jangka pendek, industri semikonduktor kemungkinan akan mempertahankan desain prosesor konvensional, mungkin memanfaatkan tumpukan transistor 3D dalam upaya memperpanjang hukum Moore, alih-alih irisan silikon 2D yang digunakan saat ini, dan mungkin meninggalkan silikon sepenuhnya dengan mengadopsi nanotube karbon sebagai media untuk membangun transistor yang lebih kecil dan lebih efisien.

Terobosan penting dalam AI dapat diharapkan dengan pengembangan chipset kuantum. Microsoft, Google, dan IBM berinvestasi besar-besaran dalam upaya kuantum mereka. Tiongkok menghabiskan Rp. 106 Triliun untuk pusat teknologi kuantum.

Komputasi kuantum memungkinkan kita untuk membahas kecerdasan dari berbagai sudut pandang sekaligus. Alih-alih hanya menjelajahi satu jalur dalam labirin, kita akan mempertimbangkan berbagai paradigma, yang berkontribusi pada kemampuan berpikir dan bernalar. Pemahaman yang lebih baik tentang apa yang membuat kita cerdas tidak akan muncul dari penemuan ilmiah yang tiba-tiba, tetapi dari kemampuan kita untuk mengajukan pertanyaan yang lebih baik dan membangun perangkat teknologi yang mendukung penelitian kita. Semakin baik kita memahami bagaimana berbagai modul otak berinteraksi, semakin dekat kita dalam menjelaskan bagaimana pikiran dan kesadaran diaktifkan.

**Pikiran, Emosi, Dan Bias**

Otak berinteraksi dengan komponen penyusun organisme lainnya, termasuk sistem saraf. Dalam interaksi ini, pengalaman, perasaan, dan ingatan manusia tercipta. Jutaan proses dan impuls biokimia, hormonal, dan listrik terlibat dalam proses ini.

Pikiran bukanlah satu-satunya produk otak. Pikiran berevolusi melalui interaksi antara otak, tubuh, dan sistem saraf, serta diarahkan oleh segudang proses fisik dan kimia yang dipicu di dalam organisme, dan oleh stimulus di luarnya. Proses-proses ini mengelola pembelajaran, hafalan, dan penyimpanan sinyal oleh memori, meramalkan, dan mengoordinasikan respons terhadapnya. Sistem saraf berkontribusi pada perkembangan pikiran sadar yang mampu merasakan dan memiliki kecerdasan kreatif.

Perasaan dihasilkan dari aktivitas otak kita untuk memetakan dan mengintegrasikan beragam sumber sensorik eksternal, dan secara bersamaan memetakan dan mengintegrasikan keadaan internal. Berpikir sering didefinisikan sebagai manipulasi gambaran yang diciptakan oleh hafalan dan pemrosesan sinyal, menghubungkannya dengan perasaan/emosi, mengemasnya kembali dalam gambaran, dan mewujudkannya dalam penalaran dan pengambilan keputusan. Menghafal tidak menyiratkan modifikasi kimiawi yang terjadi pada tingkat molekuler.

Hafalan adalah "modifikasi sementara yang terjadi dalam rantai sirkuit saraf... yang berkaitan dengan gambaran rumit dari setiap jenis sensorik, yang dialami secara terpisah atau sebagai bagian dari narasi yang mengalir dalam pikiran kita". Saat mengingat, pikiran merekonstruksi perkiraan gambaran asli, menggunakan jalur saraf terbalik, "yang beroperasi dari wilayah penyimpanan kode dan menghasilkan efek di dalam wilayah pembentuk gambaran eksplisit, pada dasarnya tempat gambaran tersebut pertama kali disusun. Kami menyebut proses ini retroaktivasi".

Perasaan dan emosi sangat penting untuk mengklasifikasikan dan mengkualifikasi gambaran dalam pikiran kita, melabelinya sebagai indah atau buruk, menyenangkan atau menyakitkan. Pada mesin, pengelompokan dan kualifikasi semacam itu membutuhkan upaya pembelajaran yang substansial. Manusia mendapat manfaat dari mempersingkat pembelajaran semacam itu dengan perasaan.

"Perasaan adalah pengalaman (mental) dari aspek-aspek tertentu dari keadaan kehidupan dalam suatu organisme". Mereka disalurkan dalam proses hibrida yang tidak murni saraf maupun jasmani dan mengatur tindakan organisme untuk memaksimalkan kondisi yang bermanfaat bagi kesejahteraan mereka. Perasaan memotivasi perkembangan instrumen dan praktik budaya. Bias sebagian merupakan produk sampingan dari perkembangan tersebut, misalnya, bias konfirmasi dan efek Hawthorn.

Selain itu, bias sebagian muncul dari ingatan kita, yang terdistorsi di setiap tahap. Terkadang informasi palsu ditambahkan secara tidak sengaja, salah atribusi, atau membuat asumsi yang salah atas peristiwa yang diamati. Dalam situasi lain, ingatan dipengaruhi oleh sistem kepercayaan kita, baik itu seputar agama dan/atau tatanan masyarakat, baik itu seputar pandangan masa lalu kita, kemampuan kita untuk menafsirkan tindakan kita sendiri, dan rasa memiliki kita terhadap satu atau beberapa kelompok yang 'berpikiran sama'.

Dalam arti tertentu, bias berjalan seiring dengan evolusi biologi dan budaya manusia. Bias retrospektif dan stereotip saat ini dikodekan ke dalam kumpulan data dan algoritma. Bias tersebut memasuki ruang sidang, pusat penilaian pekerjaan, program penerimaan universitas. 'Namun' yang besar itu sederhana. Dalam biologi, varians bukanlah kesalahan. Varians diinginkan sebagai penggerak untuk beradaptasi dan menyesuaikan diri. Dalam komputasi, model yang berfungsi paling baik dan paling presisi bergantung pada standardisasi dan otomatisasi.

Machine dan DL memungkinkan mesin mempelajari tugas-tugas tertentu dan dengan demikian meningkatkan kecerdasan, melampaui wawasan dan akurasi manusia dalam domain tertentu, serta menawarkan kemampuan luar biasa untuk diskalakan dan distandarisasi. Pembelajaran merupakan komponen penting dalam AI. Namun, para peneliti dan praktisi perlu menemukan paradigma baru tentang cara membangun algoritma untuk pembelajaran representasi. Hal ini penting karena Machine dan DL memiliki keterbatasan. Paradigma utama mereka adalah meminimalkan apa yang disebut fungsi objektif. Saat ini, hal ini dilakukan melalui metode berbasis gradien (seperti penurunan gradien stokastik di mana gradien dihitung dengan backpropagation).

Menurut LeCun, mesin ML harus bias untuk mempelajari tugas-tugas tertentu. Saat ini kita menyaksikan gelombang baru komputasi di edge, yang menekankan kebutuhan untuk meningkatkan dan memodifikasi tujuan. Munculnya IoT, dan personalisasi layanan pada perangkat, akan berkontribusi pada pengembangan algoritma dan kemampuan baru untuk bekerja dengan set data yang lebih kecil.

Beberapa sensor dan perangkat ini akan mencoba menangkap emosi manusia. Perusahaan teknologi akan berinvestasi dalam kemampuan analisis sentimen dan pelacakan emosi. Saat ini, mereka sebagian besar dipengaruhi oleh apa yang disebut esensialisme, yang dirumuskan oleh Charles Darwin dalam "The Expression of the Emotions in Man and Animals" (1872).

Menurut Darwin, setiap emosi memiliki 'sidik jari' spesifik yang disebabkan oleh bagian-bagian kuno sistem saraf manusia. Ia berbicara tentang esensi suatu emosi. Esensialisme emosional masih sangat luas di kalangan ilmuwan kognitif. Ahli saraf Jaak Panksepp, misalnya, percaya bahwa esensi emosi adalah sirkuit di wilayah subkortikal otak kita. Psikolog evolusioner Steven Pinker membandingkan emosi dan organ mental, mirip dengan organ tubuh untuk fungsi spesifik.

Paul Ekman, seorang psikolog, berasumsi bahwa esensi ketakutan, kejutan, kebahagiaan, atau kesedihan dipicu oleh peristiwa atau objek. Pada akhirnya, upaya para peneliti untuk mengurangi varians guna membangun teori yang sempurna akan semakin mendorong bias, yang akan diotomatisasi dan ditingkatkan skalanya oleh kekuatan AI.

Meskipun esensialisme menjanjikan penjelasan sederhana dan tunggal yang mencerminkan akal sehat, ia tetap merupakan proksi. Para peneliti berbeda pendapat tentang hakikat esensi. Kita terus hidup di dunia yang sangat kompleks, di mana varians merajalela, dan standardisasi justru membantu kita menghemat energi dan membuat keputusan lebih cepat. Sulit untuk mengkodifikasi emosi menjadi ontologi yang stabil.

Meskipun studi terbaru oleh Lisa (2017) menunjukkan bahwa emosi tidak terprogram secara universal di otak dan tubuh kita, melainkan merepresentasikan pengalaman unik individu—varians pengaruh oleh sejarah dan lingkungan individu—CC saat ini baru saja menemukan esensialisme.

Untuk berita atau iklan, hal ini seringkali merupakan semacam seleksi alam: agensi menentukan kombinasi kata, tagar, dll. mana yang menghasilkan lebih banyak klik, dan tagar tersebut lebih sering digunakan. Perusahaan Pemrosesan Bahasa Alami seperti Symantec memanfaatkan riset psikologi dan analisis teks untuk mengidentifikasi pola ekspresi perasaan, deskripsi sentimen, dan definisi keinginan. Bahasa memang menawarkan wawasan tentang kondisi pikiran kita. Namun, membaca dan menerjemahkan emosi manusia yang sebenarnya secara interaktif dan waktu nyata (real-time) sungguh mustahil saat ini, betapapun para pengusaha dan pengembang aplikasi memuji teknologi mereka. Hanya tebakan dan interpretasi parsial yang mungkin.

Ilmuwan sosial telah menemukan bahwa hanya 10% makna emosional suatu pesan yang tersampaikan melalui kata-kata. Sekitar 35–40% tersampaikan melalui nada suara, dan 50% sisanya melalui ekspresi wajah dan gestur tubuh.

Affectiva, perusahaan sempalan dari MIT Media Lab, mengumpulkan basis data emosi dengan hampir 6 juta wajah dari 75 negara, termasuk video wajah. Terdapat 38.944 jam data, yang mewakili hampir 2 miliar frame wajah, yang dianalisis. Data tersebut bersifat global, mencakup berbagai usia dan etnis, dalam berbagai konteks dan situasi (misalnya, orang yang duduk di sofa atau orang yang mengendarai mobil).

Affectiva kemudian menerapkan pembelajaran mesin (ML) dan pembelajaran interaktif (DL) untuk menganalisis data ini. Perusahaan ini bermitra dengan perusahaan lain bernama Brain Power untuk menghadirkan berbagai kasus penggunaan ke pasar. Sebagai contoh, Brain Power menggunakan teknologi Affectiva dan Google Glass untuk membantu anak-anak autis mengenali dan memahami emosi.

Para peneliti MIT telah mengembangkan robot yang menggunakan pembelajaran mesin (ML) untuk mengukur keterlibatan anak-anak autis selama sesi terapi. Robot sering digunakan untuk membantu anak-anak autis mengenali dan merespons emosi dengan tepat, tetapi robot-robot ini juga dilengkapi dengan sistem pembelajaran mesin (DL). Mesin-mesin tersebut mampu mendeteksi dan menganalisis ekspresi wajah dan reaksi anak-anak.

Emoshape yang berbasis di New York memperkenalkan sebuah chip bernama EPU II (unit pemrosesan emosi). Chip ini memberikan kesadaran emosi mesin berkinerja tinggi. Pendirinya, Patrick Levy-Rosenthal, memperluas teori Paul Ekman dengan menggunakan tidak hanya 20 emosi utama yang diidentifikasi dalam teori psiko-evolusi, tetapi juga rasa sakit/kesenangan dan frustrasi/kepuasan [Ekman memelopori studi tentang emosi dan hubungannya dengan ekspresi wajah, menciptakan atlas emosi].

Algoritma EPU memungkinkan mesin untuk merespons stimulus sesuai dengan salah satu dari dua belas emosi utama: marah, takut, sedih, jijik, ketidakpedulian, penyesalan, kejutan, antisipasi, kepercayaan, keyakinan, hasrat, dan kegembiraan. Klasifikasi pengenalan emosi mencapai akurasi hingga 94% pada percakapan. Sebuah perusahaan yang berbasis di

London bernama Being More Digital berupaya menangkap emosi manusia secara real-time dalam video dan mengembangkan model prediktif untuk lebih memahami loyalitas, kepuasan, atau profil lokasi pelanggan (misalnya, untuk ritel).

Startup Musimap SA yang berbasis di Berlin menggunakan AI untuk menangkap emosi manusia dan membangun profil pengguna berdasarkan selera musik mereka. Perusahaan ini telah membangun basis data kepemilikan yang besar untuk komputasinya. Manusia membutuhkan waktu 20–30 tahun untuk dewasa secara sosial, dan AI pun tidak akan lebih baik. Iklan bertarget tidak membutuhkan ini: iklan menunjukkan apa yang ingin Anda lihat dan memberi tahu Anda apa yang ingin Anda dengar.

Emosi jauh lebih sulit: terkadang saya bahkan tidak dapat memahami apa yang dipikirkan dan dirasakan anak saya yang berusia 9 tahun dan teman-temannya. Bagaimana saya bisa melatih AI untuk melakukan ini jika saya tidak mampu menggambarkan dengan jelas apa yang saya amati dan alami? Lebih jauh lagi, apakah saya mengajukan pertanyaan yang tepat dan mengumpulkan data yang tepat untuk menjawabnya?

### 2.3 ILMU KOGNITIF DAN KOMPUTASI KOGNITIF (KK)

#### OTAK VS. PIKIRAN

Upaya untuk mengidentifikasi satu area otak untuk 'menemukan' kesadaran sejauh ini telah gagal. Tidak ada wilayah otak tertentu yang bertanggung jawab atas semua aspek kesadaran, termasuk perasaan subjektivitas dan integrasi pengalaman. Aktivitas berbagai indera (misalnya, sistem pendengaran dan penglihatan), struktur batang otak, korteks serebral, hipotalamus, amigdala, otak depan basal, serta korteks insular dan cingulate semuanya terlibat, dalam kaitannya dengan area tubuh lainnya. Koordinasi indera, pemrosesannya, perasaan yang dihasilkan, dan pembentukan ingatan terjadi di daerah kortikal medial, misalnya, di korteks posteromedial dengan bantuan nukleus talamus.

Gagasan tentang kesadaran mungkin hanya proksi untuk sejumlah variabel yang terkait dengan kehidupan mental dan cerdas manusia. Selama beberapa dekade, para ilmuwan menggunakan istilah tersebut untuk berbicara tentang bahasa, persepsi, dan emosi. Beberapa peneliti menambahkan naluri ke dalam daftar fungsi makhluk sadar. Marvin Minsky—salah satu bapak AI—menyebutnya sebagai 'kata koper', karena memiliki banyak arti berbeda. "Kesadaran ... adalah keadaan pikiran tertentu di mana gambaran mental diresapi dengan subjektivitas dan dialami dalam tampilan terintegrasi yang kurang lebih luas".

Kesadaran adalah "dunia proksi untuk bagaimana organisme hidup yang kompleks beroperasi". Pada tahun 2018, seorang ilmuwan otak ternama Michael Gazzaniga membuat hipotesis penting, yang mungkin memengaruhi ilmu kognitif dan AI tidak seperti yang sebelumnya. Terinspirasi oleh fisika, ia menyarankan komplementaritas sebagai prinsip penting dalam desain kehidupan organik dan anorganik. Cahaya dapat berperilaku sebagai partikel dan sebagai gelombang. Mungkin kita harus berpikir tentang otak dan pikiran dengan cara yang sama. "Setelah diterima dalam fisika, gagasan komplementaritas mungkin terbukti menjadi kunci untuk berpikir tentang biologi, dan khususnya tentang kesenjangan pikiran/otak".

Kemampuan komputasi kuantum akan menambah detail dalam pemahaman kita tentang otak dan pikiran. Kita akan dapat mengamati alam semesta secara algoritmik, alih-alih harus memodelkannya terlebih dahulu. Peningkatan varians yang tak terbatas merepresentasikan jalur yang sangat berbeda dari standarisasi dan otomatisasi saat ini. Masa depan yang berbasis varians tampaknya jauh lebih diinginkan dari deskripsi umum tentang kiamat AI. Fasilitas litbang dan wirausahawan akan membutuhkan investasi dan kebebasan untuk bereksperimen. Membesar-besarkan teknologi kognitif saat ini—bersama dengan kemampuan AI secara keseluruhan—dapat merugikan industri dan merusak prospek masa depan yang ingin kita jalani.

#### **REALITAS VS. HYPE: PERHATIAN**

Investasi dalam penelitian dan pengembangan CC akan sangat bergantung pada arah perkembangan hype seputar AI saat ini. Beberapa bisnis mungkin kehilangan minat terhadap teknologi AI tanpa menyadari manfaatnya. Hal ini mungkin terjadi pada perusahaan yang tidak mampu memahami nilai data untuk meningkatkan laba dan laba bersih.

Di sisi lain, banyak aplikasi AI akan menjadi arus utama: OCR, NLP, deteksi penipuan, deteksi anomali, pengenalan wajah (berskala di negara-negara dengan rezim otoriter), pemasaran dan periklanan yang tertarget, perdagangan frekuensi tinggi, otomatisasi gudang, fitur mengemudi otonom terbatas untuk kendaraan penumpang, truk, dan robot layanan, pembelajaran haptik dan imitasi dalam robotika. Setelah hype berakhir, banyak layanan konsultasi akan memudar, terutama bagi orang-orang yang tidak memperoleh pengetahuan apa pun selain kursus ML Coursera atau Udacity. Mungkin juga akan ada reaksi balik.

Di sisi lain yang lebih bijaksana, tim dan perusahaan yang baik yang mengatakan yang sebenarnya tentang keterbatasan AI mungkin kehilangan pendanaan dan dukungan industri. Mereka tidak dapat bersaing dengan balon udara pemasaran dan hype. CC di era realisme AI baru (saya tidak ingin menyebutnya "musim dingin AI" yang baru) mungkin masih sangat diperlukan dalam analitik prediktif dan periklanan tertarget. Hal ini mungkin akan memberikan dampak yang lebih luas pada kehidupan politik. Saat ini, menurut perkiraan, Google menguasai sekitar 2% suara dalam pemilihan presiden.

Angka ini mungkin dengan mudah naik menjadi 20% pada tahun 2020. Orang-orang ternyata sangat mirip dengan angsa-angsa Niko Tinbergen: beri mereka telur palsu berukuran super besar dan mereka akan melupakan telur aslinya. Beri orang sesuatu yang sangat sesuai dengan pandangan dunia mereka dan Anda dapat memberi mereka segala macam kebohongan atau membuat mereka melakukan apa pun yang Anda inginkan. Industri yang menghasilkan stimulus supernormal yang dirancang khusus untuk periklanan, jurnalisme, dan politik akan berkembang pesat.

Bidang lain yang layak dalam CC akan tetaplah layanan kesehatan. Meskipun pasar saham akan turun drastis, layanan kesehatan tidak akan berhenti mencari cara untuk meningkatkan diri. Populasi di negara-negara demokrasi Barat rata-rata tidak akan bertambah muda. Pengobatan individual dan penemuan obat akan bergeser secara bertahap menuju berbagai jenis AI. Otomatisasi perawatan akan terus berkembang untuk mengurangi waktu tunggu dan mengoptimalkan rujukan pasien. Solusi baru akan terus berkembang dalam

diagnostik, pengumpulan data, dan agregasi. Diagnostik di rumah akan semakin maju, begitu pula penemuan obat yang disempurnakan oleh AI.

Contoh yang sangat menonjol adalah mobil otonom. Sebagian besar implementasinya bersifat kognitif. Mobil belajar melalui contoh dan meningkat seiring waktu dengan mengamati perilaku pengemudi.

Terakhir, CC akan terus berkembang dalam dunia hiburan, terutama dalam gim komputer hiper-realistis. Lingkungan seperti *Second Life* mungkin akan diciptakan kembali untuk memenuhi kebutuhan pelarian manusia dari realitas. Panen tidak pernah gagal, hewan peliharaan tidak pernah mati, makanan tidak pernah busuk. Mengapa tidak beralih sepenuhnya ke gim komputer?

Perusahaan seperti IBM mengklaim teknologi ini dapat memproses dan memperoleh wawasan dari sejumlah besar data untuk memberikan dukungan pengambilan keputusan kepada manusia. CC pada dasarnya bersifat probabilistik, yang berarti tidak dapat menawarkan presisi 100% atau jawaban yang sepenuhnya akurat. Meningkatkan akurasi sistem ini berarti melatihnya secara khusus untuk satu aplikasi di satu sektor. Hal ini berarti meningkatnya biaya karena waktu personel pelanggan yang terlibat dalam pelatihan.

Peringatan tampaknya perlu ditegaskan di sini. AI saat ini terlalu dibesar-besarkan oleh para vendor. Saya membahas IBM dan vendor lain yang ikut-ikutan mengadopsi AI dan AI dalam artikel "*The AI Imperative. A Practical Roadmap for Business*" (2018). Kesenjangan antara teknologi dan pemasaran sangat lebar. Meskipun para pelaku teknologi terkemuka mulai membentuk Dewan Penasihat Etika untuk membahas teknologi AI di perusahaan mereka, mereka mungkin perlu mempertimbangkan apakah memanfaatkan pengetahuan yang kurang tentang data, AI, dan AI pada pelanggan perusahaan mereka dapat berdampak buruk, tidak hanya pada reputasi mereka. Hal ini merusak prospek kemajuan kita sebagai masyarakat, bahkan umat manusia.

Agenda AI akan selalu gagal, kecuali para peneliti, pembuat kebijakan, wirausahawan, dan pemimpin merek teknologi terkemuka mengembangkan kerangka kerja di luar otomatisasi dan augmentasi tradisional. Ilmu kognitif kontemporer membuat kita berpikir tentang pentingnya varians, kompleksitas, dan keragaman. Norma tidak boleh disalahartikan sebagai rata-rata matematika, meskipun kita sudah tahu cara membangunnya.

## **BAB 3**

### **TRANSFORMASI DIGITAL DALAM INOVASI MODEL BISNIS**

Konsep pemodelan bisnis (BM) dipandang dicirikan oleh fungsi sistem pada skema pemodelan prediktif dengan sistem keputusan strategis yang diprioritaskan. Optimasi penciptaan nilai dipertimbangkan dan diterapkan pada pemodelan perusahaan dengan teknik baru untuk pemetaan bisnis ke proses bisnis guna membuktikan kelayakannya.

Meskipun kami tidak sendirian dalam proses BM ekosistem ekonomi, pemodelan sistem dengan proses struktural yang kami gunakan merupakan konsep baru yang merupakan teknik yang lebih konkret untuk merefleksikan BM sebagai fungsi kategoris pada diagram proses bisnis untuk optimasi EM pada parameter eko ekonomi, dengan refleksi morfik pada infrastruktur, yang diresapi oleh inovasi BM, keputusan berbasis data tentang ukuran nilai, dengan penerapan dampak langsung terhadap bagaimana perusahaan menerapkan strategi yang menguntungkan yang menciptakan nilai bagi pelanggan dan perusahaan.

Area yang dieksplorasi berkisar dari pohon keputusan tujuan rencana yang memuaskan dengan BM kompetitif, hingga model analitik prediktif yang mencapai tujuan berdasarkan logika bisnis dan proses bisnis. Proses kami untuk dampak penciptaan nilai digitalisasi dan area strategi manajemen digitalisasi AI dipratinjau. Optimasi dan dependensi penciptaan nilai disajikan dengan contoh startup.

#### **3.1 PENDAHULUAN**

Tujuan bab ini menjelaskan tentang varians model bisnis (BM) dan tujuan kompetitif perusahaan ini adalah untuk membuktikan faktor-faktor penting bagi keberlanjutan dan profitabilitas bisnis, serta alasan berinvestasi dalam pengembangan tersebut. Konsep BM dikaji untuk mempertimbangkan bagaimana berbagai perusahaan berkembang, misalnya, sebagai platform untuk sumber daya, proses, dll., yang bersama-sama menciptakan nilai bagi perusahaan. Lebih lanjut, BM tidak bisa menjadi konsep statis, tetapi harus memiliki loop kontrol implisit untuk tujuan keberlanjutan.

Bab ini membahas hal-hal berikut:

- Apa latar belakangnya? Kesenjangan teoretis?
- Apa kontribusi teoretis dan praktis dari makalah ini?
- Bagaimana ringkasan ini menjadi arah untuk mencapai tujuan.

Tujuan di atas dicapai dengan mengakomodasi inovasi BM sekaligus mengoptimalkan sumber daya, infrastruktur, dan revisi EM yang ada, berdasarkan analitik prediktif, teknik morfologi ekosistem, dan keputusan yang didorong oleh proses bisnis manajemen digital. Secara khusus, kami menyajikan pandangan kategoris sistem untuk mewujudkan BM pada proses bisnis yang mencapai tujuan BM berdasarkan pemetaan struktural.

Metode yang kami gunakan didasarkan pada pencarian kata kunci: 'BM' untuk menemukan titik awal dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan relevan mengenai sekolah bisnis kontemporer. Selanjutnya, kami mencari bidang minat pada basis data terkemuka dalam

string pencarian bidang BM, ekonomi, digitalisasi AI, pemodelan perusahaan, dan ilmu manajemen, sistem informasi manajemen, atau inovasi pada manajemen BM. Kami telah memilih titik tumpu berdasarkan apa yang kami anggap tepat dan sesuai dengan pandangan struktural kami untuk melangkah maju.

Sejak September 2019, dimotivasi oleh tujuan proposisi pendanaan, lebih dari 200 artikel tentang BM dan ekosistem ekonomi penciptaan nilai BM telah dikaji dan 10 makalah terpilih yang dianggap lebih menjanjikan dan relevan dengan pemikiran dan tujuan kami untuk dipertimbangkan dalam diskusi yang mendukung arahan kami. Penulis pertama telah beberapa tahun menerbitkan atau menyunting sejumlah buku di bidang ini. Secara teknis, metode kami bersifat ilmiah analitik, yang berarti kami mengambil pandangan struktural terhadap BM, sehingga struktur dan variasinya yang diciptakan oleh opsi inovasi dapat dipetakan secara sistematis untuk karakterisasi yang tepat bagi struktur model proses bisnis, yang memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang inovasi pada BM, yang diparameterisasi dengan fungsi penciptaan nilai bisnis. Penulis pertama naskah ini memiliki lebih dari satu dekade penelitian yang dipublikasikan tentang sistem kategoris. Pada area aplikasi yang sangat spesifik, beliau telah merancang sistem kategoris untuk mewujudkan proses, misalnya, bisnis atau komputasi.

Teknik matematika kategoris Pullback khususnya merupakan kontribusinya terhadap realisasi sistem sistematis dengan fungsi morfik, misalnya, untuk struktur objek bisnis yang disajikan untuk proses bisnis. Teknik ini baru diterapkan pada tahun 2015 pada model bahasa alami untuk antarmuka bisnis di TU Berlin, Jerman, misalnya, ringkasan singkat yang telah diposting di area (situs ResearchGate Nourani-Projects). Teknik tersebut diterapkan pada realisasi BM dalam format awal yang mencerminkan penelitian ekosistem ekonomi dan morfologi ekonomi bisnis pada makalah yang ditinjau sejak saat itu dan pada volume yang disunting Nourani (2018) untuk Apple Academic Press.

Untuk tujuan ini, hal tersebut dapat dipandang sebagai proses dinamika sistem matematika. Bagian tentang digitalisasi pada naskah ini menyajikan metodologi yang lebih spesifik oleh Dr. Annika Seiber, rekan penulis naskah ini, sebagai berikut.

Bagian 3.3 didasarkan pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Steiber dan Alänge (2020). Penelitian ini difokuskan pada bagaimana berbagai model kolaborasi perusahaan-startup dapat mendukung transformasi digital perusahaan besar. Kerangka kerja yang disajikan oleh Venkatraman (1994) digunakan untuk menganalisis bagaimana setiap model kolaborasi telah memengaruhi transformasi bisnis perusahaan. Di Bagian 3.1, kerangka kerja yang sama digunakan untuk membahas potensi penciptaan nilai sebagai hasil dari digitalisasi BM perusahaan serta proses bisnis.

Selain itu, tinjauan pustaka dilakukan antara Maret dan April 2020 yang difokuskan pada string pencarian seperti: 'digitalisasi dan penciptaan nilai'; 'digitalisasi dan efek'; 'digitalisasi dan nilai ekonomi'; 'digitalisasi dan inovasi'; 'digitalisasi dan produktivitas'; dan 'transformasi digital dan penciptaan nilai.' Lebih lanjut, tinjauan pustaka difokuskan pada penelitian sebelumnya yang menyelidiki: 'digitalisasi dan penciptaan nilai dan metrik,' serta

‘digitalisasi dan penciptaan nilai dan pengukuran.’ Lebih dari 50 artikel dan abstraknya dipindai, yang mana 22 dipilih dan digunakan di Bagian 3.1.

Kami mengembangkan teknik baru untuk mengakomodasi inovasi Manajemen Bisnis (BM) berdasarkan ekosistem ekonomi pada model ekonomi morfik, tipologi morfik, dengan refleksi tarikan struktural terbaru kami pada infrastruktur yang ada, penciptaan nilai, keputusan berbasis data dan turunannya, serta pada proses bisnis. Model konten pada infrastruktur memainkan peran yang bervariasi. Konsep Manajemen Bisnis (BM) parametrik adalah proses optimasi ERP kreatif yang menerapkan penyaringan data besar.

Data awal pada publikasi yang tersedia dirujuk, sistem perusahaan yang diterapkan, misalnya, SAS, dan sebagainya. Strategi Manajemen Digitalisasi AI memengaruhi contoh-contoh BMW yang dipratinjau.

### **Implikasi Praktis**

Mengakomodasi inovasi Manajemen Bisnis (BM) sekaligus mengoptimalkan Manajemen Bisnis (EM) berdasarkan sumber daya, infrastruktur, retensi personel, atau reposisi yang ada. Proses ini memberikan bisnis rangkaian manajemen proses bisnis yang sistematis untuk mengakomodasi inovasi BM agar tetap kompetitif dan menguntungkan sekaligus mempertahankan hampir seluruh lapangan kerja EM dan ERP.

### **Nilai Teoritis**

Secara teknis, metode kami bersifat ilmiah analitik: kami mengambil pandangan struktural tentang apa itu BM dan memetakan struktur tersebut serta variasi inovasi pada struktur model proses bisnis untuk mewujudkan inovasi pada BM yang diparameterisasi dengan fungsi penciptaan nilai bisnis. Teknik-teknik baru tentang bagaimana hal tersebut dapat berperan dalam EM, manajemen ERP, dan BM akan dipresentasikan dalam makalah ini. Karena ekonomi sirkular (CE) dan tipologi ekosistem pada arah yang lebih baru untuk inovasi BM, meskipun penulis pertama ini telah menerbitkan tentang struktur morfik pada model ekonomi sejak 2014, berdasarkan pandangan sistem dalam makalah ini, kami mengembangkan pandangan morfik kategoris untuk mencerminkan struktur BM ke dalam model diagram proses bisnis.

Untuk menempatkan area pada pragmatik terkini yang mungkin menonjol, kami meninjau apa yang sedang dipikirkan ulang BM untuk basis CE dan ekosistem. Sebuah langkah maju yang baik untuk BM vs ekosistem bisnis adalah mengikuti Luedke-Freund dkk. Analisis morfologi dibangun berdasarkan pertimbangan bahwa CLSC dan siklus baliknya—sebagai tulang punggung CE—memerlukan beragam BM, dan bahwa logika bisnis linear yang didasarkan pada pengambilan, pembuatan, dan pembuangan sumber daya dan barang tidak konsisten dengan, atau bahkan bertentangan dengan, CLSC.

Hampir semua perusahaan masih menerapkan sistem produksi linier, yang bertujuan pada skala ekonomi maksimum, mengoptimalkan tingkat throughput tinggi, dan menggunakan desain satu arah yang sangat terstandarisasi, alih-alih proses, bahan, dan produk yang dirancang untuk diambil kembali, diperbarui, diproduksi ulang, didaur ulang, atau ditingkatkan.

Atau, seperti yang dikatakan Accenture (2012, 2014), "...perusahaan saat ini tidak dibangun untuk memanfaatkan peluang yang dihadirkan oleh CE. Strategi, struktur, dan operasi mereka berakar kuat pada pendekatan linear terhadap pertumbuhan...", dan oleh karena itu perusahaan "perlu mengembangkan BM yang bebas dari kendala pemikiran linear." BM dan inovasinya sangat penting untuk memungkinkan perusahaan menciptakan nilai melalui penerapan prinsip-prinsip CE. Sebagai contoh, pertimbangkan pandangan parafrase berikut: BM adalah alat konseptual yang berisi serangkaian objek, konsep, dan hubungan untuk mengekspresikan logika bisnis perusahaan tertentu, siklus nutrisi teknis. Pandangan informal tentang bagaimana BM dapat dikombinasikan dengan pola CEBM yang dapat digunakan kembali dan didistribusikan ulang.

Pilihan desain area abu-abu ini secara bersama-sama mengusulkan elemen-elemen generik dari kerangka kerja BM komposit, yaitu sumber daya, rantai nilai, kompetensi, proposisi nilai, saluran distribusi, segmen pelanggan, pesaing, mitra, dan struktur keuangan. Pola BM. Konsensus komponen BM pada publikasi terkemuka telah menghasilkan identifikasi 10 komponen BM umum: pemasok, sumber daya, rantai nilai, kompetensi, proposisi nilai, dan siklus distribusi nutrisi teknis.

Pandangan informal tentang bagaimana BM dapat dikombinasikan dengan pola CEBM yang dapat digunakan kembali dan didistribusikan ulang. Tujuan kami adalah menyajikan proses sistematis yang sangat spesifik yang dapat menjadi landasan nyata untuk mengakomodasi CE pada proses inovasi, sehingga mewujudkannya, sambil merefleksikan Nielsen-Lund, ke, misalnya, ringkasan Amit-Zott, tentang cara mewujudkan tautan transformasi penciptaan nilai, cara memodelkan penciptaan nilai dengan penarikan refleksi struktural spesifik ke model proses bisnis, misalnya, yang diilustrasikan pada diagram BPMN, atau cara mengoptimalkan proses penciptaan nilai. BM disajikan sebagai skema dengan input-output dan operasi objek penciptaan aset dan penipisan.

Mempertimbangkan tipologi pola BM ekonomi sirkular: Analisis morfologi kami dibangun berdasarkan pertimbangan bahwa CLSC dan siklus baliknya—sebagai tulang punggung CE—memerlukan beragam BM, dan bahwa logika bisnis linier yang didasarkan pada pengambilan, pembuatan, dan pembuangan sumber daya dan barang tidak konsisten dengan, atau bahkan bertentangan dengan, CLSC.

Hampir semua perusahaan masih menerapkan sistem produksi linier, yang bertujuan mencapai skala ekonomi maksimum, mengoptimalkan tingkat throughput tinggi, dan menggunakan desain satu arah yang sangat terstandarisasi, alih-alih proses, material, dan produk yang dirancang untuk pengambilan kembali, perbaikan, remanufaktur, daur ulang, atau peningkatan (*upcycling*). Teknik yang lebih sistematis dianjurkan oleh. Sementara itu, BM berfokus pada kombinasi unik atribut yang menghasilkan proposisi nilai tertentu.

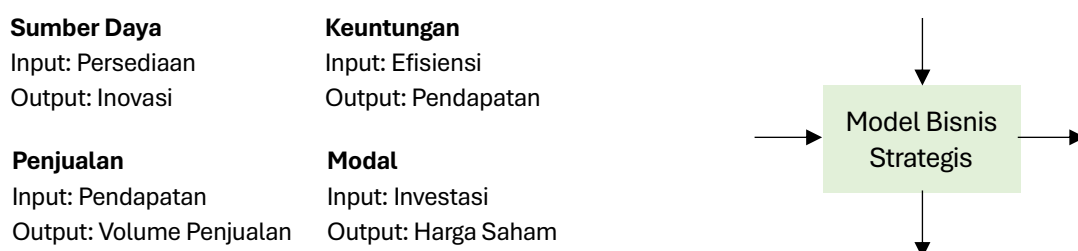
Oleh karena itu, BM adalah sebuah platform yang memungkinkan pilihan-pilihan strategis menjadi menguntungkan. BM dengan demikian dipahami sebagai perangkat pemfokus yang memediasi antara pengembangan teknologi dan penciptaan nilai ekonomi. Kami berpendapat bahwa perusahaan perlu memahami peran kognitif BM, untuk mengomersialkan teknologi dengan cara yang memungkinkan perusahaan menangkap nilai

dari teknologi mereka. Mengenai arah penting penciptaan nilai, kami mengkaji penciptaan nilai melalui inovasi BM. BM suatu perusahaan adalah sistem aktivitas yang saling terhubung dan saling bergantung yang menentukan cara perusahaan "berbisnis" dengan pelanggan, mitra, dan vendornya.

Dengan kata lain, BM adalah sekumpulan aktivitas spesifik—sebuah sistem aktivitas—yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar yang dirasakan, beserta spesifikasi pihak mana (perusahaan atau mitranya) yang melakukan aktivitas mana dan bagaimana aktivitas-aktivitas ini saling terkait. Penelitian di atas menduga bahwa dalam dunia yang sangat saling terhubung, terutama di mana sumber daya keuangan terbatas, para wirausahawan dan manajer harus melihat lebih jauh dari sekadar produk dan proses, serta berfokus pada cara-cara untuk berinovasi dalam BM mereka.

BM yang baru dapat menciptakan dan memanfaatkan peluang untuk aliran pendapatan dan laba baru dengan cara yang melawan model lama yang telah menjerat perusahaan dalam siklus penurunan pendapatan dan tekanan pada margin laba. Kami menyarankan agar para manajer mengajukan enam pertanyaan kunci berikut kepada diri mereka sendiri saat mereka mempertimbangkan inovasi BM (Gambar 3.1):

1. Kebutuhan apa yang dirasakan dapat dipenuhi melalui desain model baru?
2. Aktivitas baru apa yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan yang dirasakan ini? (Inovasi konten BM).
3. Bagaimana aktivitas yang dibutuhkan dapat dihubungkan satu sama lain dengan cara yang baru? (Inovasi struktur BM).
4. Siapa yang harus melakukan setiap aktivitas yang merupakan bagian dari BM? Haruskah perusahaan? Mitra? Pelanggan? Pengaturan tata kelola baru apa yang dapat memungkinkan struktur ini? (Inovasi tata kelola BM).
5. Bagaimana nilai diciptakan melalui BM baru bagi setiap partisipan?
6. Model pendapatan apa yang sesuai dengan BM perusahaan untuk memanfaatkan sebagian dari total nilai yang diciptakannya?



**Gambar 3.1** Proses BM dasar.

Bagian-bagiannya disusun sebagai berikut: Area BM disajikan. Definisi, tujuan, dan varians. Ekosistem ekonomi, penciptaan nilai, dan ikhtisar sistematika dikaji. Kami memulai dengan pandangan fungsional BM dan mempertimbangkan opsi struktural untuk merealisasikan BM pada struktur pemrosesan bisnis yang dapat mengakomodasi secara realistis, cara mewujudkan BM, dan apa saja interdependensi untuk penciptaan nilai. Bagian

3.3 menyajikan paradigma digitalisasi dan mengkaji digitalisasi dan penciptaan nilai yang relevan dengan realisasi BM. Bagian 3.4 menyajikan beberapa contoh dari aplikasi bisnis yang realistis, misalnya, BMW, yang ditinjau. Proses penciptaan nilai dengan digitalisasi dianalisis dengan beberapa tinjauan retrospektif pada eksperimen digitalisasi TI.

Bagian 3.5 menyajikan pandangan sistem kategoris kami yang lebih baru tentang cara merealisasikan BM pada struktur proses bisnis dengan menerapkan penarikan struktural pada fungsi proses bisnis yang dapat mencerminkan inovasi BM. Kami selanjutnya mengkaji cara mengoptimalkan penciptaan nilai dengan pandangan sistematis di atas, sambil mempertimbangkan contoh skenario rencana bisnis startup yang mencapai inovasi BM dengan mendorong produk-pasar pada proses BM untuk mengoptimalkan hubungan penciptaan nilai. Bagian 3.5 diakhiri dengan penyajian pencapaian rencana tujuan berdasarkan BM kompetitif.

### 3.2 DEFINISI MODEL BISNIS (BM)

Mari kita mulai dengan gambaran umum berdasarkan Betz (2002): BM adalah alat konseptual yang berisi serangkaian objek, konsep, dan hubungan untuk mengekspresikan logika bisnis perusahaan tertentu, siklus nutrisi teknis. Pandangan informal tentang bagaimana BM dapat digunakan kembali dan didistribusikan ulang, pola CEBM menggabungkan opsi desain.

Opsi desain area abu-abu bersama-sama mengusulkan elemen penggunaan kembali dan distribusi ulang generik dari kerangka kerja BM komposit sumber daya, rantai nilai, kompetensi, proposisi nilai, saluran distribusi, segmen pelanggan, pesaing, mitra, dan struktur keuangan. Pola BM. Konsensus komponen Manajemen Bisnis (BM) pada berbagai publikasi terkemuka telah menghasilkan identifikasi 10 komponen BM yang umum: pemasok, sumber daya, rantai nilai, kompetensi, proposisi nilai, saluran distribusi, segmen pelanggan, pesaing, mitra, dan struktur keuangan.

Agregasi jaringan nilai sangat penting untuk mempragmatisasi BM guna memastikan dan mengukur efektivitas BM. Hal ini memerlukan definisi segmen pelanggan, pemasok, pesaing, dan mitra. Definisi yang tidak berwujud dapat berupa konsep sumber daya atau keterampilan manusia yang dapat mengakomodasi proses. Yang berwujud berarti, dan yang berada di bawah kendali organisasi melalui pembelian atau lisensi, yang digabungkan dalam rantai nilai aktivitas. Rantai nilai: Infrastruktur proses bisnis secara keseluruhan yang menggambarkan serangkaian aktivitas yang menggabungkan sumber daya untuk menciptakan kompetensi yang diperlukan.

#### **Model Bisnis (Bms) Sebagai Teknik Kreatif**

Mempertimbangkan gagasan BM terbuka, "BM terbuka" telah menjadi konsep yang sering digunakan dalam literatur. BM terbuka digambarkan dengan nilai integrasi ide, pengetahuan, dan sumber daya dari mitra eksternal ke dalam BM perusahaan fokus. Penelitian tentang BM terbuka masih baru dan sejauh ini para peneliti terutama berfokus pada manfaat BM terbuka, serta pengembangan tipologi.

Mempertimbangkan Roelens dan Poels (2019), pengembangan konsep BM merupakan proses pemecahan masalah yang kreatif, dengan beberapa dasar yang didasarkan pada

publikasi yang ada. Pada fase pertama proses ini, pemikiran divergen telah menghasilkan berbagai interpretasi dan penggunaan konsep BM, yang berasal dari penelitian seperti e-bisnis, strategi, sistem informasi, dll. Contoh-contoh baru disediakan dalam Alange dan Sieber (2019).

Beberapa contoh arahan adalah:

- (i) **Kompetensi:** kemampuan untuk mengoordinasikan aliran sumber daya melalui rantai nilai untuk mewujudkan proposisi nilai yang diinginkan;
- (ii) **Saluran distribusi:** cara penawaran disediakan kepada pelanggan;
- (iii) **Proposisi nilai:** menawarkan serangkaian produk dan/atau layanan yang memberikan nilai kepada pelanggan dan mitra lain dan bersaing dalam jaringan nilai secara keseluruhan.
- (iv) **Jaringan nilai:** jaringan hubungan yang dibuat dengan para pemangku kepentingan eksternal, termasuk pemasok, pelanggan, pesaing, dan mitra.

Namun, ada kurangnya pendapat bersama tentang konsep BM antara pandangan integratif yang berbeda, karena masih belum ada kesepakatan tentang dasar konseptual umum yang mendasari konsep tersebut. Mari kita lanjutkan dengan memikirkan kembali BM untuk CE: analisis morfologi didasarkan pada pertimbangan bahwa CLSC dan siklus baliknya—sebagai tulang punggung CE—memerlukan beragam BM, dan logika bisnis lugas yang didasarkan pada pengambilan, pembuatan, dan pembuangan sumber daya dan barang tidak konsisten dengan, atau bahkan bertentangan dengan, CLSC.

Hampir semua perusahaan masih menerapkan sistem produksi linier, yang bertujuan mencapai skala ekonomi maksimum, mengoptimalkan tingkat throughput yang tinggi, dan menggunakan desain satu arah yang sangat terstandarisasi, alih-alih proses, material, dan produk yang dirancang untuk pengambilan kembali, perbaikan, remanufaktur, daur ulang, atau peningkatan (upcycling).

Atau, seperti yang dikatakan Accenture (2012, 2014), "...perusahaan saat ini tidak dibangun untuk memanfaatkan peluang yang dihadirkan oleh CE. Strategi, struktur, dan operasi mereka berakar kuat pada pendekatan linear terhadap pertumbuhan ...," dan oleh karena itu perusahaan "perlu mengembangkan BM yang bebas dari kendala pemikiran linear." BM dan inovasinya sangat penting untuk memungkinkan perusahaan menciptakan nilai melalui penerapan prinsip-prinsip CE.

CE mengharuskan perusahaan untuk memikirkan kembali rantai pasokan dan BM mereka. Beberapa kerangka kerja yang ditemukan dalam literatur akademis dan praktisi mengusulkan model bisnis ekonomi sirkular (CEBM) untuk mendefinisikan ulang bagaimana perusahaan menciptakan nilai sambil mematuhi prinsip-prinsip CE. Tinjauan terhadap kerangka kerja ini menunjukkan bahwa beberapa model sering dibahas, beberapa spesifik kerangka kerja, dan beberapa menggunakan kata-kata yang berbeda untuk merujuk pada CEBM yang serupa, yang menunjukkan perlunya mengkonsolidasikan keadaan terkini.

Freund (2019) dan Bocken dkk. melakukan analisis morfologi terhadap 26 CEBM terkini dari literatur, yang mencakup pendefinisian dimensi BM utama mereka dan mengidentifikasi karakteristik spesifik dari dimensi-dimensi ini. Berdasarkan analisis ini, kami mengidentifikasi

berbagai pilihan desain BM dan mengusulkan enam pola CEBM utama dengan potensi untuk mendukung penutupan aliran sumber daya perbaikan dan pemeliharaan; penggunaan kembali dan redistribusi; perbaikan dan pembuatan ulang; daur ulang; cascading dan repurposing; dan pola BM bahan baku organik.

Kami juga membahas berbagai strategi desain untuk mendukung pengembangan CEBM ini. Studi tersebut membandingkan pola CEBM penggunaan ulang dan pendistribusian ulang dalam proposisi nilai/dimensi layanan yang berarti bahwa ini adalah penawaran utama BM ini (B2B = bisnis ke bisnis; B2C = bisnis ke pelanggan; BM = model bisnis; C2C = pelanggan ke pelanggan; CEBM = model bisnis ekonomi sirkular).

### **Konseptualisasi Model Bisnis (Bm)**

Berikut pandangan beberapa penulis terhadap proses ini: Tahap pertama ini merupakan definisi tentang apa itu BM dan apa yang termasuk di dalamnya, yaitu meta-model yang mengkonseptualisasikannya. Pada tingkat ini, BM dipandang sebagai konsep abstrak yang memungkinkan penggambaran apa yang dilakukan bisnis untuk menghasilkan uang.

Definisi hanya memberikan gambaran tentang apa itu BM, sedangkan meta-model dan penambahan Weill dan Vitale mendefinisikan elemen-elemen apa saja yang terdapat dalam sebuah BM. Beberapa penulis seperti Hamel (2000) memperkuat aspek konseptual, sementara yang lain mengadopsi pendekatan pemodelan yang ketat.

Gassmann dkk. (2019) merangkum status BM terbuka yang realistis sebagai berikut, yang sebagian besar berpusat pada perusahaan. Lebih lanjut, tipologi BM terbuka untuk menyusun bidang ini dibahas. Yang lain menyoroti saling ketergantungan antara BM perusahaan fokus dan mitranya, di mana BM semua aktor perlu diselaraskan dan proposisi nilai terpisah harus dirumuskan untuk setiap mitra. Pandangan makro terhadap BM dirangkum dalam tipologi oleh Lüdeke-Fruend et al. (2018) yang mempertimbangkan morfologi BM di masa depan.

- Perbaikan dan pemeliharaan Model perbaikan dan pemeliharaan BM (misalnya, membangun berdasarkan "perbaikan").
- Penggunaan kembali dan distribusi ulang Model penggunaan kembali dan distribusi ulang BM (misalnya, membangun berdasarkan "penggunaan kembali/ perbaikan/ perawatan/ distribusi ulang/penjualan masa pakai berikutnya", "penggunaan kembali" dan "perpanjangan masa pakai produk").
- Perbaikan dan pembuatan ulang Model perbaikan dan pembuatan ulang BM (misalnya, membangun berdasarkan "pembuatan ulang/penjualan masa pakai berikutnya", "peningkatan", dan "perpanjangan masa pakai produk").
- Model daur ulang BM daur ulang (misalnya, berdasarkan "produksi loop tertutup", "dematerialisasi", dan "daur ulang dan pengelolaan limbah").
- Model cascading dan repurposing BM (misalnya, berdasarkan "arus kas ganda/pendapatan ganda dan "generasi produk sampingan dari limbah" terinspirasi oleh prinsip ekologi yang dijuluki "limbah adalah makanan").
- BM bahan baku organik setelah semua kaskade yang layak secara teknis dan ekonomis digunakan, residu organik dapat diproses melalui konversi biomassa.

Mempertimbangkan hal di atas, berikut adalah pandangan tentang CE tentang penciptaan nilai: perspektif nilai pada ekonomi sirkular BM "nilai tambah" adalah Cara umum untuk menggambarkan nilai ekonomi yang diciptakan melalui BM dan terakumulasi di seluruh rantai pasok. "Nilai yang dipertahankan" dari produk bekas, komponennya, dan materialnya tidak mudah ditentukan dalam ekonomi linear saat ini.

BM yang memperlambat siklus sumber daya mempertahankan nilai produk tertinggi selama mungkin. BM yang mendukung siklus tertutup berupaya mempertahankan nilai pada tingkat material. Model cascading yang disarankan oleh Braungart dkk. (2007) berupaya mempertahankan nilai material dengan mengulangi beberapa penggunaan material yang sama. Area aplikasi lebih lanjut terdapat pada Thonemann dan Schumann (2018).

### **Pandangan Pengetahuan Dan Logika Bisnis**

Tingkat ini terdiri dari beberapa tipe atau tipe meta-model BM yang generik tetapi mengandung karakteristik umum. Tipe mengacu pada kategorisasi sederhana, sementara tipe meta-model mengacu pada model yang berbeda. Sebagaimana dijelaskan di atas, perbedaan ini mencerminkan tingkat konseptualisasi yang berbeda. Lebih lanjut, tipe dan model dapat, tetapi tidak selalu, merupakan subkelas dari konsep BM yang menyeluruh.

Selain itu, taksonomi BM tidak selalu berlaku untuk bisnis secara umum, tetapi untuk industri tertentu, seperti WLAN, komputasi, dan permainan seluler. Sistem BM perusahaan realistis standar adalah lapisan-lapisan bertingkat pada proses bisnis, logika bisnis, dan antarmuka. Lapisan presentasi berisi komponen-komponen yang menangani antarmuka pengguna dan interaksi pengguna. Lapisan logika bisnis berisi komponen-komponen yang bekerja sama untuk memecahkan masalah bisnis. Komponen-komponen ini dapat berupa CRM, Web murni, mesin katalog, dan mesin penetapan harga. Memori kooperatif dan KM diterapkan di sini. Lapisan bisnis teknis didasarkan pada Keuangan, SDM, distribusi, dll.

### **Bahasa Untuk Menggambarkan Struktur Model Bisnis (BM)**

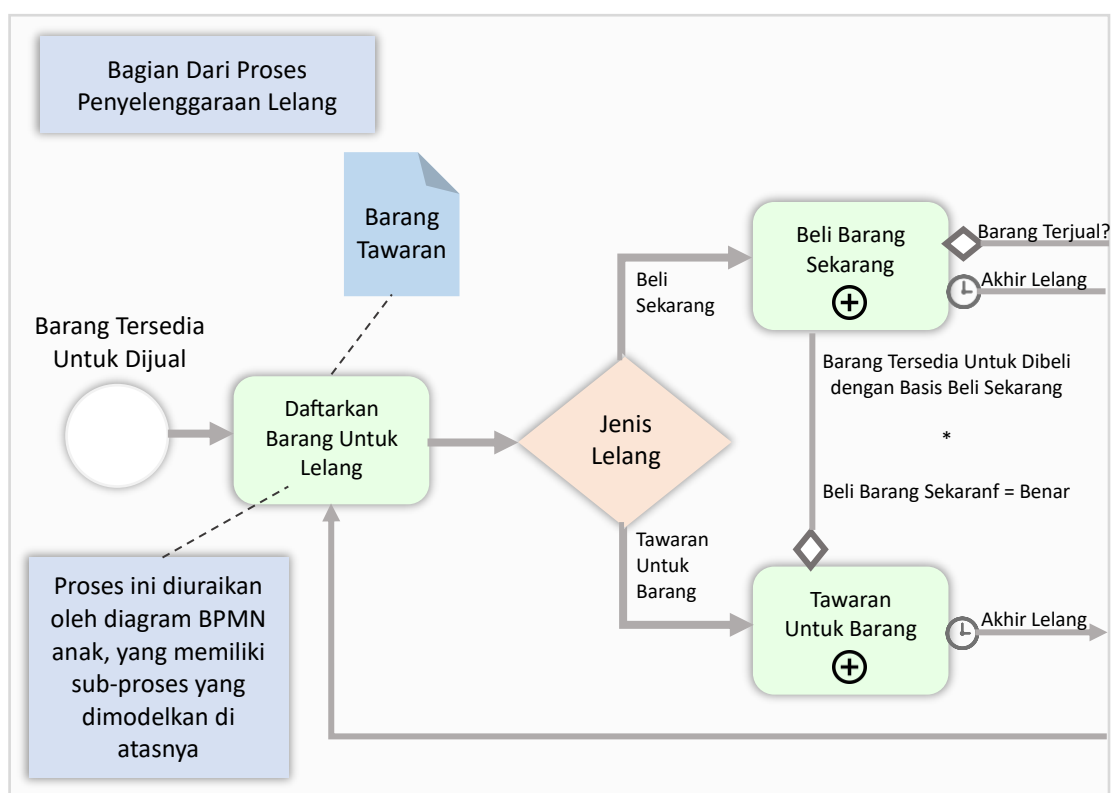
Mari kita terapkan teknik skema yang mirip dengan contoh berikut dari Nourani (2005): untuk memanfaatkan basis pengetahuan yang belum lengkap, sistem AI praktis dirancang dengan memodelkan AI menggunakan fakta, aturan, tujuan, strategi, dan basis pengetahuan. Pola, skema, kerangka AI, dan sudut pandang adalah mikro untuk menggabungkan sekilas informasi ke dalam basis data, dan basis pengetahuan adalah kumpulan data dan representasi-relasinya, masing-masing, yang disimpan.

Dari Nourani (2005), skema untuk analitik platform perdagangan saham adalah sebagai berikut:

- Sistem Manajemen Bisnis (SM) platform perdagangan ekuitas;
- Sistem Informasi (IS) - Sistem manajemen aset;
- Objek bisnis: portofolio, saham, obligasi, aset perusahaan;
- Tipologi: Teknik manajemen aset;
- Skema memungkinkan deskripsi singkat tentang permukaan objek bisnis yang tepat, yang dengannya inferensi dan penalaran tingkat tinggi dengan pengetahuan yang belum lengkap dapat dilakukan dengan menerapkan fakta dan hubungan yang telah ditentukan antar objek.

Kami akan menyajikan contoh di atas dengan bahasa pemodelan model bisnis (BMML) untuk membuat gagasan BM lebih konkret dan mudah dipahami untuk analitik. Proses dengan memvisualisasikan logika bisnis dan elemen spesifik BM diklaim dapat memfasilitasi tugas, menghasilkan gagasan BM, dan menyimpulkan persyaratan untuk SI yang mendasarinya. Lebih lanjut, satu bahasa khusus, kanvas BM, telah memberikan dampak yang luar biasa pada penelitian dan praktik: sebuah buku terkait.

Realisasi diagram BPMN untuk instansi mode bisnis menjadi diagram organisasi generik yang mengilustrasikan proses transformasi input menjadi output secara berantai. Diagram BPMN untuk skema semacam itu yang dapat diprogram untuk komputasi proses BPML menyerupai diagram berikut untuk sistem ERP (Gambar 3.2).



**Gambar 3.2** Contoh lelang BPMN: Manual BPMN.

### Pemetaan Ke Model Proses Bisnis

Model proses bisnis menggambarkan cara kerja suatu bisnis, atau lebih spesifiknya, bagaimana mereka menyelesaikan misi, aktivitas, atau tugas (selanjutnya disebut sebagai tugas). Sebuah modul tunggal menyajikan bagaimana suatu bisnis menyelesaikan satu tugas.

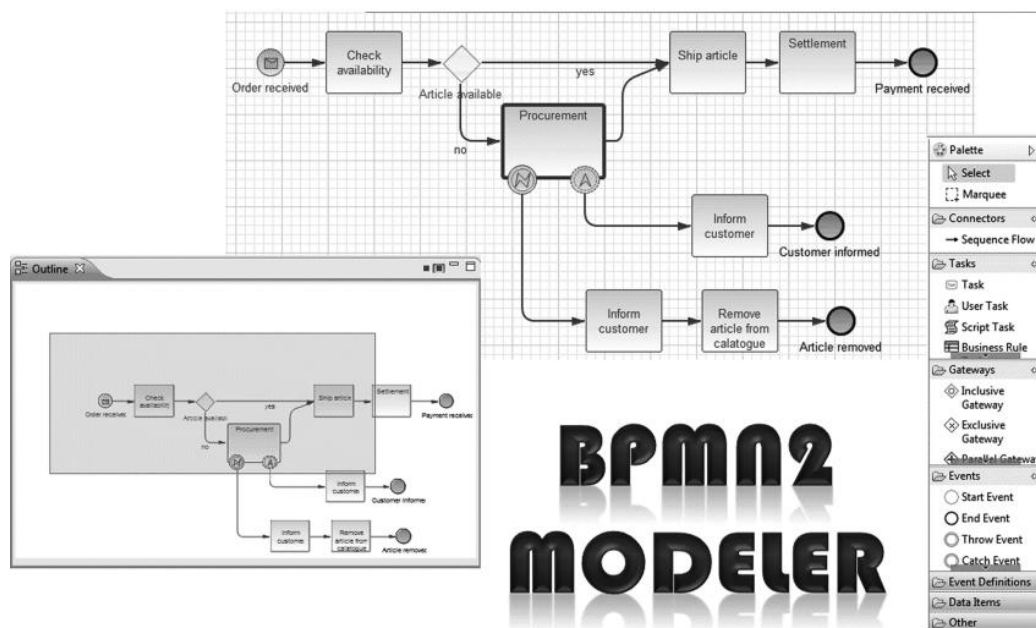
Dibutuhkan banyak model proses untuk merinci sepenuhnya "bagaimana" sebagian besar perusahaan di dunia nyata. Sebuah proses tunggal mungkin terdiri dari banyak pihak (orang, organisasi, sistem) yang melakukan banyak tugas. Untuk menyelesaikan suatu tugas secara menyeluruh, para pihak harus menyelesaikan sub-tugas tertentu secara terkoordinasi. Meskipun sub-tugas dapat dilakukan secara paralel, terkadang sub-tugas tersebut harus berurutan. Beberapa proses memerlukan pengulangan sub-tugas.

Sebagian besar proses memiliki titik keputusan di mana proses bercabang bergantung pada banyak parameter, misalnya, kondisi sistem atau eksekusi proses tertentu. Untuk proses kooperatif, agen komputasi harus bertukar informasi. Transfer informasi dapat menjadi pemicu bagi aktor untuk memulai subtugas. Pemicu lain juga dimungkinkan, seperti waktu atau interupsi. Beberapa proses bersifat ad-hoc.

Artinya, subtugas tidak memiliki pemicu yang terdefinisi dengan baik. Agen mungkin tidak perlu menyelesaikan seluruh subtugas sebelum mereka atau aktor lain mulai mengerjakan subtugas dependen lainnya. Terakhir, suatu proses dapat memiliki templat yang berbeda jika dilihat dari sudut pandang agen yang berbeda. Metodologi pemodelan proses bisnis harus mampu merepresentasikan berbagai aspek deskripsi proses ini. Model proses bisnis yang baik memiliki representasi yang mudah ditransfer ke dalam pengetahuan tacit agen yang bertindak.

Bahasa pemodelan proses bisnis (BPML) adalah "meta-bahasa untuk pemodelan proses bisnis." BPML menyediakan model eksekusi abstrak untuk proses bisnis kolaboratif dan transaksional berdasarkan konsep mesin berhingga transaksional. Fitur penting BPML adalah memiliki antarmuka publik umum dan implementasi privat. Antarmuka publik ini diekspos kepada mitra bisnis untuk memungkinkan pemanfaatan kekuatan masing-masing perusahaan dalam upaya kolaboratif yang lebih besar. Agen komponen pengelola penting perusahaan tertanam dalam implementasi privat dalam bahasa BPML.

Untuk tampilan sistem BM kami untuk fungsi morfik pada presentasi BM ke proses bisnis, terdapat antarmuka yang tersedia yang merupakan antarmuka umum untuk BPML: yang disebut Diagram BPMN: Notasi Pemodelan Proses Bisnis. BPMN dapat diprogram pada BPML, sementara strukturnya cukup memadai bagi kami untuk memungkinkan realisasi morfik pada fungsionalitas berdasarkan skema fungsional BM (Gambar 3.3).



**Gambar 3.3** Contoh pemodelan Eclipse pada SAP BPMN. (Diadaptasi dari Knecht dan Biebeler.)

### Membangun Model

Tingkat ini terdiri dari BM dunia nyata yang konkret atau konseptualisasi, representasi, dan deskripsi BM dunia nyata. Beberapa penulis menggunakan perspektif BM untuk menganalisis perusahaan, seperti proyek OnStar General Motors, supermarket daring tertentu, dan perusahaan media daring. Namun, para penulis ini sangat bervariasi dalam hal konseptualisasi dalam cara mereka merepresentasikan BM dunia nyata ini. Kebingungan besar terjadi ketika manajemen TI dan infrastruktur sebagian besar bersifat tangguh terhadap apa yang dibangun, bukan spontan terhadap perubahan BM.

Disrupsi ini tidak mudah diasimilasi dan dapat membutuhkan perbaikan yang sudah ada selama bertahun-tahun kecuali prosesnya diatur dengan lebih cermat, seperti yang disajikan dalam makalah ini dan penelitian terbaru yang diulas oleh rekan-rekan kontemporer kami. Dengan mempertimbangkan pandangan Nilesen-Lund (2019), misalnya, kita dapat mendalilkan peran parameter nilai bagi inovasi BM; berikut tahapannya:

1. Mengartikulasikan proposisi nilai, yaitu nilai yang diciptakan bagi pengguna oleh penawaran berbasis teknologi;
2. Mengidentifikasi segmen pasar, yaitu pengguna yang akan menerima manfaat teknologi dan untuk tujuan apa;
3. Menentukan struktur rantai nilai dalam perusahaan yang diperlukan untuk menciptakan dan mendistribusikan penawaran;
4. Perkirakan struktur biaya dan potensi keuntungan dari produksi penawaran, dengan mempertimbangkan proposisi nilai dan struktur rantai nilai yang dipilih;
5. Jelaskan posisi perusahaan dalam jaringan nilai yang menghubungkan pemasok dan pelanggan, termasuk identifikasi pihak-pihak yang berpotensi saling melengkapi dan pesaing;
6. Rumuskan strategi kompetitif yang akan digunakan perusahaan yang berinovasi untuk mendapatkan dan mempertahankan keunggulan dibandingkan para pesaing.

Untuk sedikit gambaran di atas, kita dapat menetapkan pandangan kita tentang bagaimana BM dapat dipahami berdasarkan proposisi penciptaan nilai:

- Proposisi penciptaan nilai apa yang ingin kita jual kepada pelanggan dan pengguna produk kita?
- Tautan mana, misalnya, pada BMPN yang ingin kita optimalkan melalui penciptaan nilai perusahaan?
- Bagaimana keunikan produk/layanan perusahaan dibandingkan dengan produk/layanan pesaing utama?
- Adakah kaitan penting dalam berbagai fase penciptaan nilai yang dapat dimodelkan pada model proses bisnis untuk menjadi ukuran pragmatik?
- Dapatkah kita mengidentifikasi aktivitas yang, ketika dijalankan, dapat menguasai kaitan penting tersebut?
- Sumber daya, sistem, dan kompetensi apa yang dibutuhkan untuk menerapkan strategi yang direncanakan?

- Apa saja risiko yang dapat menghambat keberhasilan Manajemen Nilai (BM) yang dipilih?
- Apa yang dapat kita lakukan untuk mengendalikan dan meminimalkan risiko tersebut?

**Komponen Model Bisnis (Bm) Dan Tujuan Nilai**

Gambar 3.4 adalah gambaran sekilas tentang bagaimana pandangan Bagian 3.2 tentang BM dapat dikarakterisasi.



**Gambar 3.4** Pandangan minat BM yang diadaptasi dari berbagai kelompok.

Bagaimana nilai diciptakan dan bagaimana mengukurnya dengan analitik data. Mengekstraksi nilai dari data Anda memerlukan tingkat pemahaman tertentu terhadap data tersebut, dan meskipun statistik deskriptif dan bentuk-bentuk pembuatan profil lainnya merupakan alat yang berguna untuk ini, tidak ada yang dapat menggantikan eksplorasi data Anda secara interaktif dan visual. Fase "Jelajahi" dalam siklus hidup analitik menyiapkan panggung untuk analisis dan pemodelan yang lebih mendalam, memungkinkan Anda memperoleh beberapa wawasan awal dari distribusi dan hubungan variabel, dan memberikan realisasi potensi hasil yang dapat diharapkan dari pemodelan prediktif.

Pada akhirnya, dengan analitik prediktif (menyadari apa yang mungkin terjadi di masa depan berdasarkan data tentang parameter nilai atau variabel yang terlibat dalam membangun model untuk merepresentasikan hubungan antara variabel input dan tujuan). Penambahan data visual dan pembelajaran mesin (ML) sedang diterapkan untuk menawarkan kemampuan pemodelan ini dalam berbagai bentuk yang dapat digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat keahlian.

Kami setuju dengan pemikiran bahwa BM ketika diterapkan pada sistem manajemen perusahaan memungkinkan pilihan strategis bagi bisnis untuk menjadi menguntungkan. BM berkaitan dengan proposisi nilai perusahaan tetapi juga didukung oleh beberapa parameter dan karakteristik, misalnya, beberapa saluran distribusi yang diterapkan, hubungan pelanggan, model penetapan harga, dan sumber dari tautan strategis. Saat itulah kita harus melibatkan logika bisnis dan lapisan untuk mewujudkan BM, yaitu, strategi dan proposisi nilai perusahaan yang dimanfaatkan?

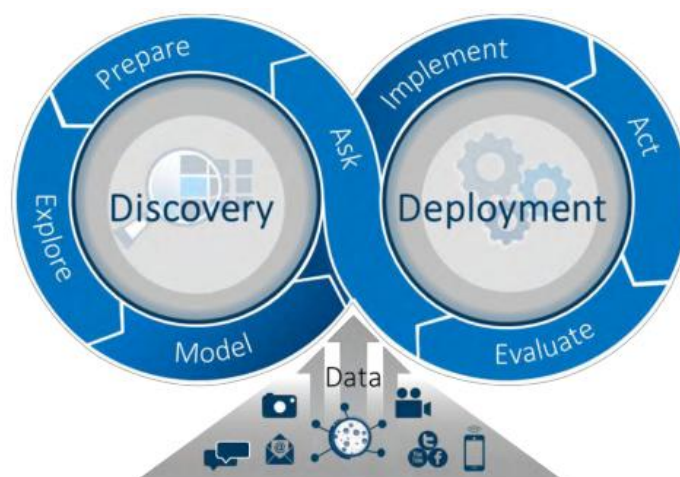
### Membandingkan Dan Menggunakan Model Anda

Melatih model prediktif yang efektif merupakan suatu seni. Selain menerapkan berbagai langkah persiapan data, menggunakan teknik rekayasa fitur, dan menemukan pengaturan hiperparameter terbaik untuk digunakan, penilaian model dapat dilakukan menggunakan beberapa metrik berbeda. Karena Anda membangun berbagai model secara interaktif, seringkali dengan algoritma pemodelan yang berbeda, perbandingan langsung dapat menjadi rumit karena Anda melihat setiap model secara independen.

Analisis visual SAS menyediakan objek perbandingan model yang memungkinkan Anda membandingkan model secara berdampingan dengan mudah dalam berbagai cara dengan menyajikan beberapa plot penilaian standar, berbagai metrik, serta pilihan batas dan persentase. Model yang memiliki variabel yang sama yang ditentukan untuk perannya dapat dipilih untuk disertakan dalam perbandingan. Ikhtisar penciptaan nilai dari Nielsen-Lund (2019) adalah sebagai berikut:

- Konfigurasi nilai baru;
- Infrastruktur perusahaan;
- Manajemen sumber daya manusia;
- Pengembangan teknologi;
- Pengadaan.

Penggerak manajemen: Logistik masuk Operasi Logistik keluar Layanan pemasaran dan penjualan. Mari kita berpandangan bahwa BM adalah platform yang memungkinkan pilihan strategis menjadi menguntungkan, parameter apa yang harus dinilai. BM berkaitan dengan proposisi nilai perusahaan, tetapi bukan proposisi nilai itu sendiri karena proposisi nilai itu sendiri didukung oleh beberapa parameter dan karakteristik, misalnya, saluran distribusi yang diterapkan, hubungan pelanggan, model penetapan harga, dan parameter kemitraan strategis (Gambar 3.5).



**Gambar 3.5** Siklus hidup ekosistem analitik.

Terlihat jelas bahwa persaingan kini semakin ketat antar konsep bisnis yang bersaing. Ketika perusahaan dalam industri yang sama beroperasi berdasarkan BM yang berbeda, kompetensi, dan sumber daya pengetahuan merupakan bagian kunci dari penciptaan nilai dan kesuksesan.

### **Apa Saja Parameter Interdependensi?**

Dalam mengkaji penciptaan nilai melalui Inovasi BM, seseorang akan mencari Parameter Inovasi BM. Mari kita tinjau sekilas yang mengidentifikasi empat pendorong nilai utama BM yang saling terkait: kebaruan, keterikatan, komplementaritas, dan efisiensi:

1. Kebaruan mencerminkan tingkat inovasi BM yang diwujudkan oleh sistem aktivitas.
2. Keterikatan mengacu pada aktivitas BM yang menciptakan biaya peralihan atau insentif yang lebih besar bagi peserta BM untuk tetap dan bertransaksi dalam sistem aktivitas. Para penulis mempertimbangkan, misalnya, Nespresso, sebuah divisi dari Nestlé Corporation. Perusahaan ini memperkenalkan mesin pembuat espresso baru berbiaya rendah yang menggunakan kapsul kopi produksi Nespresso. Setelah pelanggan membeli mesin Nespresso, ia perlu menggunakannya.  
Contoh Penulis: Kapsul kopi Nespresso—menciptakan sistem penguncian yang memungkinkan Nestlé mendapatkan keuntungan dari penjualan mesin dan penggunaan mesin dengan menjual barang habis pakai yang harus dibeli pemilik mesin dari Nespresso.
3. Komplementaritas mengacu pada efek peningkatan nilai dari saling ketergantungan di antara aktivitas BM.

Penulis mempertimbangkan eBay, dengan persyaratan utama agar platform berfungsi dengan baik adalah sistem pembayaran yang memungkinkan pembeli melakukan pembayaran kartu kredit meskipun penjual tidak memiliki akses ke layanan kartu kredit. Di sisi yang lebih baru, terdapat Bazaar di blockchain yang memfasilitasi ritel di blockchain yang dibayar dengan sistem kripto (2019). Contoh: Peluncuran produk baru melibatkan perancangan ulang sistem aktivitas yang radikal dengan merambah ke aktivitas ritel.

Sistem Manajemen Mutu (BM) yang inovatif dapat menciptakan pasar baru atau memungkinkan perusahaan menciptakan dan memanfaatkan peluang baru di pasar yang sudah ada. Misalnya, BM berbasis pelanggan dan berbasis pesanan, berbeda dengan model berbasis stok tradisional yang menjual produk, misalnya, komputer melalui toko ritel.

Perubahan desain BM mungkin sangat mulus sehingga tidak berpotensi mengganggu industri sekaligus menghasilkan manfaat penting. Perusahaan terkadang mengubah BM mereka secara bertahap atau mengikuti inovator BM di industri mereka untuk mencapai paritas kompetitif.

### **Inertia, Kapasitas, Dan Ketergantungan**

Satu hal yang perlu kita bahas adalah mengapa hal ini mungkin tidak terjadi. Kita perlu membahas hal-hal seperti budaya perusahaan, inersia, ketergantungan jalur, dan kapasitas penyerapan, semuanya merupakan konsep yang relevan untuk menjelaskan mengapa perusahaan tidak RASIONAL dan hanya menggunakan data untuk mengubah BM mereka dengan cepat. Penghambatnya adalah faktor manusia (Gambar 3.6).

Mewujudkan interdependensi Manajemen Bisnis (BM) pada perencanaan perusahaan memerlukan pemfaktoran proses bisnis untuk mencapai tujuan penciptaan nilai BM. Faktor-faktor yang memengaruhi realitas manajemen dan peningkatan proses bisnis adalah sebagai berikut: Penilaian, perubahan, desain, dan dukungan organisasi ERP, pengukuran dan optimalisasi kinerja ERP; Analisis kebutuhan pelatihan dan pengembangan konten; Pelaksanaan dan tindak lanjut pelatihan; Perencanaan dan pelaksanaan komunikasi; Desain dan implementasi kasus bisnis; Audit pasca-implementasi untuk melacak dan melaporkan kemajuan dibandingkan dengan kasus bisnis; Identifikasi hambatan dan implementasi solusi; Peningkatan proses dan organisasi yang dirancang untuk mengoptimalkan teknologi perusahaan baru sepenuhnya.



**Gambar 3.6** Adaptasi Singularity University.

Perusahaan perlu menentukan cara menjalankan bisnis sebelum menerapkan sistem ERP. Cara terbaik untuk melakukannya adalah dengan mendefinisikan bagaimana keputusan dibuat dalam hal perencanaan. ERP dan EM akan diterapkan untuk memilih kebijakan rantai pasokan, yang sebagian dapat menentukan bagaimana bisnis akan beroperasi.

Dengan menerapkan proses perencanaan sumber daya, model perencanaan bisnis yang tepat dapat dikembangkan. Dengan menerapkan ERP pada proses perencanaan, kita dapat mengembangkan model perencanaan taktis yang merencanakan sumber daya penting hingga penjualan dan pengiriman. Perencanaan dan penugasan memerlukan definisi kebijakan dan proses masing-masing; dan analisis parameter rantai pasokan.

Pemikiran dinamis, bahwa dunia bisnis tidak statis, merupakan premis fundamental ERP. Pemikiran operasional diterapkan ketika merencanakan keputusan berdasarkan bagaimana segala sesuatunya bekerja dan berinteraksi. Pemikiran loop tertutup dapat diterapkan untuk mengendalikan pohon keputusan pada ERP ketika umpan balik diperlukan untuk melanjutkan rencana baru atau untuk menetapkan tujuan bisnis baru.

Manajemen pengalaman (EM) terkadang dapat membantu dalam memperoleh kendali loop tertutup atau diterapkan untuk menentukan cakupan proyek agar sesuai dengan sumber daya yang tersedia (termasuk anggaran) dan waktu yang dibutuhkan, serta untuk menetapkan tanggung jawab. ERP harus memilih tim perencanaan operasional yang akan mengelola proses tersebut.

Di antara tugas-tugas tersebut adalah: jadwal produksi yang layak, memetakan proses perencanaan operasional untuk mengembangkan model penjadwalan produksi dan merencanakan inventaris, mengembangkan rencana untuk membangun gudang data, manajemen pengetahuan (KM), dan antarmuka ke sistem lama. ERP melibatkan tim implementasi yang terdiri dari perwakilan bisnis, perwakilan fungsional, personel TI, dan orang-orang yang memiliki pengetahuan sistem.

Tim perencanaan dan ERP mengimplementasikan jadwal dan menyampaikan masalah kinerja kepada manajemen senior yang sesuai. Analisis kesenjangan dan risiko dapat dilakukan untuk menentukan kapabilitas sistem. ERP dan EM dapat diterapkan untuk menentukan faktor fleksibilitas guna memodifikasi rencana implementasi, karena domain fungsionalitas tertentu menjadi kritis. Ada beberapa makalah oleh Nourani dkk. (2005–2020) tentang bidang-bidang tersebut.

### 3.3 DIGITALISASI DAN PENCIPTAAN NILAI

Big data, internet of things, dan kecerdasan buatan (AI) memiliki kekuatan disruptif yang begitu dahsyat sehingga telah membalikkan dinamika kepemimpinan teknologi. Analoginya dalam sejarah sosial dan ekonomi mencakup penemuan api, kemunculan teknik pertanian, dan, di masa yang lebih baru, Mesin Cetak Gutenberg, elektrifikasi perkotaan, mobil, mikroprosesor, dan internet. Setiap inovasi ini bertabrakan dengan masyarakat yang berada dalam periode relatif statis—yang diikuti oleh disrupsi besar-besaran.

Lebih lanjut, operator telepon rumah terdisrupsi secara masif oleh telepon seluler, yang pada gilirannya dijungkirbalikkan oleh peluncuran iPhone pada tahun 2007—yang, pada dekade berikutnya, telah memasuki stagnasi baru, dengan komputasi genggam, yang mengubah hakikat komunikasi interpersonal. Saat ini, drone dan kendaraan otonom adalah disrupsi terbaru yang diasimilasi tanpa rencana keseimbangan, kecuali 'alam mengikuti jalannya'. Ketika alam mengikuti jalannya, keseimbangan baru akan muncul.

Bukti menunjukkan bahwa kita sedang menyaksikan disrupsi massal di dunia korporat. Lebih dari 50% perusahaan Fortune 500 telah diakuisisi, merger, atau dinyatakan bangkrut, tanpa tanda-tanda akan berakhir. Akibatnya, kita menyaksikan "spesiasi" massal entitas korporat inovatif dengan DNA yang sebagian besar baru, seperti Amazon, Box, Facebook, Uber, dan WeWork. Kepunahan massal tidak terjadi begitu saja tanpa alasan. Dalam disrupsi yang sedang berlangsung saat ini, alasannya disebut 'transformasi digital'.

Teknologi digital baru sedang mentransformasi setiap industri dan proses digitalisasi telah memicu fenomena 'transformasi digital' yang lebih luas di sebagian besar industri dan perusahaan. Tidak ada definisi yang diterima secara umum untuk istilah transformasi digital.

Perusahaan menggunakan teknologi digital baru untuk memungkinkan peningkatan bisnis yang besar.

Tantangan bagi perusahaan bukanlah menambahkan sentuhan digital pada praktik dan produk mereka saat ini, yang dapat dipandang sebagai inovasi produk dan proses, tetapi untuk sepenuhnya memanfaatkan potensi transformatif teknologi digital dengan menciptakan inovasi BM.

BM menggambarkan bagaimana perusahaan menciptakan dan memberikan nilai kepada pelanggan dan bagaimana perusahaan akan menangkap bagian dari nilai tersebut. Keberhasilan bisnis bergantung pada desain dan implementasi BM seperti halnya pada pemilihan teknologi dan pengoperasian aset dan peralatan berwujud dan tidak berwujud. Manajemen Bisnis (BM) merupakan perangkat fokus yang memediasi antara manajemen teknologi dan penciptaan nilai ekonomi. Dalam konteks ini, penting untuk mempertanyakan apakah teknologi digital dan digitalisasi berbagai proses bisnis dapat mendukung identifikasi area penciptaan nilai bagi perusahaan.

#### **Area Penciptaan Nilai**

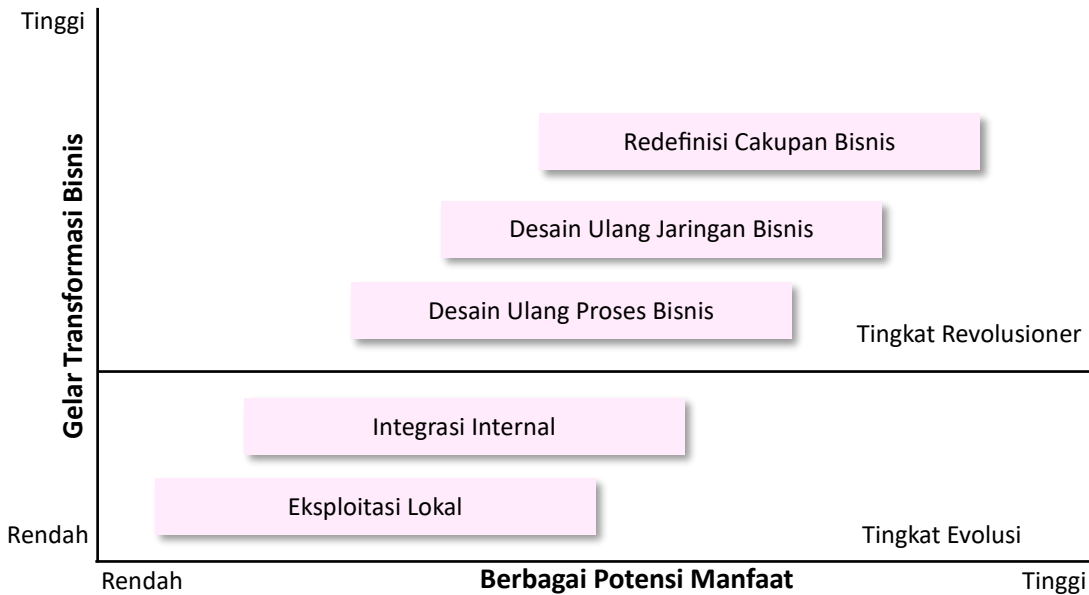
Literatur menunjukkan bahwa digitalisasi memberikan dampak positif terhadap perekonomian. Namun, kerangka kerja yang tervalidasi untuk menganalisis dampak digitalisasi terhadap Manajemen Bisnis (BM) dan inovasi proses bisnis masih terbatas. Salah satu aliran penelitian yang telah menyajikan kerangka kerja di bidang manajemen strategis dan teknologi informasi (TI). Kerangka kerja yang dikembangkan MIT dapat mendukung analisis penciptaan nilai sebagai dampak dari berbagai tingkat transformasi digital perusahaan (Gambar 3.7).

Di bawah ini, masing-masing dari lima tingkat akan dijelaskan secara singkat:

- **Tingkat 1:** Eksploitasi Terlokalisasi: Menurut penulis, ini adalah tingkat pertama dalam transformasi bisnis, yang dimungkinkan oleh TI. Pada fase ini, perusahaan memberdayakan TI dengan menerapkannya dalam sistem yang terisolasi, misalnya, sistem pengendalian inventaris. Hasilnya adalah pembelajaran yang terisolasi tentang manfaat dan keterbatasan dari inisiatif tersebut.
- **Tingkat 2:** Integrasi Internal: Tingkat kedua mencerminkan upaya yang lebih sistematis untuk memanfaatkan TI di seluruh proses bisnis. Menurut penulis, tingkat ini mengintegrasikan interkoneksi teknis dan interdependensi proses bisnis. Kedua jenis perubahan tersebut diperlukan pada tingkat ini.

Pada kedua tingkat yang disebutkan di atas, salah satu nilai yang tercipta adalah penurunan biaya interaksi. Semakin banyak pertukaran, semakin tinggi potensinya. Pada tingkat kedua, biaya transaksi yang lebih rendah juga dapat terjadi karena transaksi antar, misalnya, departemen kini dapat dilakukan secara otomatis dan lancar tanpa melibatkan interaksi manusia. Salah satu nilai yang tercipta juga adalah tingkat simetri informasi yang lebih tinggi, karena lebih banyak informasi akan dapat diakses oleh semua peserta. Lebih lanjut, analitik big data, dan oleh karena itu, pengambilan keputusan yang efektif, sulit dimanfaatkan ketika departemen-departemen beroperasi secara terpisah. Analitik yang menggunakan big data untuk intelijen bisnis dalam suatu organisasi diperlukan untuk mendukung proses operasional penting suatu perusahaan. Organisasi menghasilkan

sekitar sepertiga data yang mereka gunakan secara internal dan bertanggung jawab atas sekitar 85% dari dua pertiga data sisanya, yang dihasilkan melalui interaksi konsumen dengan layanan mereka, dan setiap titik data berpotensi berharga.



**Gambar 3.7** Lima tingkat transformasi bisnis berbasis TI.

Salah satu contoh nilai ekonomi dari digitalisasi proses tunggal datang dari Markovitch dan Willmott (2014). Kasusnya adalah sebuah bank yang mendigitalkan proses pengajuan dan pengambilan keputusan hipoteknya, memangkas biaya per hipotek baru hingga 70% dan memangkas waktu persetujuan awal dari beberapa hari menjadi hanya satu menit.

- **Tingkat 3:** Desain Ulang Proses Bisnis (Rekayasa Ulang): Pada level ketiga, TI digunakan sebagai pengungkit untuk merancang organisasi dan proses bisnis baru. Level ini didasarkan pada alasan bahwa manfaat TI tidak sepenuhnya terwujud jika ditumpangkan pada proses bisnis saat ini. Rekayasa ulang proses bisnis (BPR) melibatkan perancangan ulang radikal dari proses bisnis inti untuk mencapai peningkatan dramatis dalam produktivitas, waktu siklus, dan kualitas. Dengan mendigitalkan proses baru tersebut nantinya, ketiga area nilai ekonomi tersebut dapat ditingkatkan lebih jauh. Proses bisnis perlu direkayasa ulang agar sesuai dengan data tidak terstruktur dan semi-terstruktur. Organisasi perlu menentukan proses-proses penting (misalnya, pengembangan produk, pemasaran, penjualan, layanan pelanggan) yang perlu diubah secara radikal untuk mewujudkan kemenangan cepat di bidang peningkatan kinerja bisnis dan/atau upaya pengurangan biaya. Beberapa contoh nilai ekonomi dari digitalisasi proses bisnis yang direkayasa ulang adalah: peningkatan kepuasan pelanggan (peningkatan pengalaman pengguna); pengurangan biaya bisnis dan TI; peningkatan profitabilitas; peningkatan responsivitas; dan peningkatan kualitas eksekusi dan pengambilan keputusan (peningkatan proses internal).

- **Tingkat 4:** Desain Ulang Jaringan Bisnis (BNR): Pada level transformasi keempat, TI memungkinkan interkoneksi dan integrasi dengan mitra eksternal seperti pemasok, pelanggan, dan perantara lainnya. Literatur tentang pasar platform dalam industri modern yang saling terhubung menunjukkan bahwa level transformasi bisnis keempat ini menghasilkan nilai bisnis dalam bentuk penurunan biaya transaksi. Tingkat keempat juga dapat mengarah pada transformasi dari penciptaan nilai murni menjadi penciptaan nilai bersama antara perusahaan dan pelanggannya melalui digitalisasi. Para penulis mempelajari penciptaan nilai bersama dalam pelayanan kesehatan dan menemukan bahwa sebuah mode interaksi baru dalam penciptaan nilai bersama di mana kedua belah pihak independen dalam bidangnya masing-masing, tetapi layanan (melalui platform digital) tersedia bagi keduanya dan memiliki kontinum berdasarkan waktu yang berbeda dari pertemuan tradisional berbasis episode antara kedua belah pihak. Hal ini pada gilirannya dapat mengarah pada penciptaan nilai lebih lanjut bagi perusahaan dan pelanggan mereka. Nilai lain yang tercipta pada tingkat ini dapat berupa peningkatan transparansi, berkurangnya asimetri informasi (yang dapat menghasilkan harga yang lebih rendah), dan layanan atau bahkan produk baru bagi pelanggan. Menurut Bleicher dan Stanley (2018), internet telah memungkinkan organisasi untuk meningkatkan interaksi dan proses pelanggan dan pemasok serta memungkinkan optimalisasi komunikasi dan arus informasi, pengurangan inventaris, pemahaman preferensi yang lebih baik, dan peningkatan omzet, yang menghasilkan keuntungan finansial. Salah satu contoh pada BNR terhadap pemasok, adalah adopsi sistem rantai pasokan digital untuk bertransaksi dan berkoordinasi dengan mitra perusahaan. Adopsi sistem rantai pasokan digital, bagaimanapun, tidak hanya menciptakan nilai bagi kedua mitra, tetapi juga bisa menjadi risiko bagi perusahaan. Menurut Xue et al. (2013), perusahaan menghadapi risiko teknologi dan risiko transaksional ketika mereka mengadopsi sistem rantai pasokan digital untuk mendukung proses bisnis antarperusahaan mereka. Risiko teknologi terutama mengacu pada ketidakpastian dan potensi hasil negatif yang disebabkan oleh perubahan teknologi dan tantangan dalam membangun, menerapkan, dan menggunakan sistem rantai pasokan digital bersama dengan mitra. Risiko transaksional terutama mengacu pada ketidakpastian dan potensi hasil negatif yang disebabkan oleh perilaku strategis mitra rantai pasokan dalam menyalahgunakan hubungan digital dan mengeksploitasi hubungan antar perusahaan. Namun, risiko-risiko ini dapat, menurut penulis, dikurangi dengan menggunakan modularitas sistem.
- **Tingkat 5:** Redefinisi Cakupan Bisnis (Redefinisi Model Bisnis (BM)): Level terakhir tercapai jika perusahaan memanfaatkan TI untuk memengaruhi cakupan bisnisnya dan logika umum hubungan bisnis mereka. Menurut penulis, level terakhir ini bergantung pada perancangan ulang jaringan bisnis perusahaan (Tingkat 4), yaitu peralihan dari pemrosesan transaksi ke jaringan pengetahuan. Teknologi pada fase ini mendefinisikan ulang aturan main. Nilai bisnis yang tercipta pada level ini bisa sangat besar. Salah satu contohnya adalah BM baru seperti Airbnb, yang telah mendisrupsi seluruh industri perhotelan. Menurut BM ini, tidak diperlukan investasi besar di perhotelan dan biaya personel, dll., jauh lebih

rendah. Menurut Bleicher dan Stanley (2018), transformasi industri di era digital memaksa organisasi untuk memikirkan kembali BM mereka.

### **Pengukuran Penciptaan Nilai**

Meskipun media bisnis menunjukkan bahwa perusahaan seperti Cisco Systems, Dell Computer, dan General Electric (GE) telah mencapai peningkatan kinerja dengan memanfaatkan internet dan teknologi digital, tidak ada bukti sistematis dalam literatur produktivitas TI atau nilai bisnis mengenai manfaat dari inisiatif teknologi tersebut. Meskipun literatur tentang manfaat ekonomi dari inisiatif bisnis berbasis internet sangat terbatas, terdapat pengetahuan yang lebih kaya dalam ranah produktivitas TI dan nilai bisnis. Alasannya antara lain; masalah pengukuran serta ketersediaan data yang andal.

Model eksploratif nilai bisnis elektronik. Model ini mencakup tiga tingkatan: (a) Penggerak e-bisnis; (b) ukuran keunggulan operasional; dan terakhir; (c) ukuran finansial. Penggerak e-bisnis adalah aplikasi TI, proses, serta kesiapan e-bisnis di antara pemasok dan pelanggan. Ukuran keunggulan operasional, misalnya; persentase bisnis daring, akuisisi pelanggan, pengadaan atau layanan pelanggan, serta pengurangan waktu pengiriman pesanan. Terakhir, ukuran finansial, menurut penulis, adalah persentase peningkatan pendapatan per karyawan, margin laba kotor, laba atas aset, dan laba atas modal yang diinvestasikan, yang terkait dengan inisiatif bisnis elektronik.

Penulis menguji model tersebut pada 1000 perusahaan di sektor manufaktur, ritel, distribusi, dan grosir dan menemukan bahwa konstruk tersebut sangat andal. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pengaruh keunggulan pelanggan dan pemasok terhadap ukuran finansial secara signifikan positif. Hasil ini juga memvalidasi hubungan antara keunggulan operasional (pelanggan dan pemasok) dan konstruk pendorong yang terkait dengan aplikasi TI dan kesiapan mitra bisnis, bukan proses. Salah satu alasannya adalah, menurut penulis, koordinasi dan pembelajaran di sebagian besar perusahaan masih diperlukan dalam rantai nilai untuk adopsi praktik bisnis berbasis internet secara simultan oleh semua mitra. Artinya, proses akan memainkan peran yang lebih penting di masa depan ketika perusahaan dan rantai nilai antar-organisasi semakin terdigitalisasi.

### **IMPLIKASI**

Berdasarkan hal di atas, digitalisasi bisnis memiliki dampak positif langsung maupun tidak langsung terhadap kinerja keuangan perusahaan. Jelas pula bahwa transformasi bisnis yang lebih tinggi pada suatu perusahaan berdampak lebih tinggi pula terhadap kinerja keuangan perusahaan. Hal investasi TI saja tidak dapat menghasilkan nilai bisnis yang lebih tinggi, serta investasi TI secara terpisah (dalam satu departemen atau satu perusahaan) membatasi dampak finansial dari digitalisasi. Terakhir, mengukur dampak terhadap kinerja keuangan secara historis sulit karena belum dapat diandalkan.

Namun, studi eksploratif oleh Barua dkk. (2004) menemukan bahwa konstruk mereka (model konseptual) dapat diandalkan dan bahwa keunggulan operasional akibat digitalisasi memang menghasilkan dampak positif terhadap kinerja keuangan perusahaan. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang pengukuran dampak digitalisasi, serta bagaimana

digitalisasi dapat mendukung peningkatan pengukuran dampak teknologi digital terhadap kinerja keuangan.

### 3.4 STRATEGI MANAJEMEN DIGITALISASI AI

Membangun kembali keseimbangan bukanlah hal yang mudah, membutuhkan kerangka kerja ekosistem untuk memikirkan disrupsi dalam perekonomian saat ini.

Drone, Uber, dan kendaraan otonom adalah disrupsi terbaru yang diasimilasi tanpa menyeimbangkan rencana ekosistem, kecuali alam yang menjalaninya. Ketika semuanya berakhir, dan tidak akan berakhir sampai berakhir, keseimbangan baru akan muncul. Operator telepon rumah terganggu secara besar-besaran oleh telepon seluler, yang pada gilirannya dijungkirbalikkan oleh diperkenalkannya iPhone pada tahun 2007—yang, dalam dekade berikutnya, telah memasuki stagnasi baru, dengan komputasi genggam mengubah hakikat komunikasi interpersonal. Bukti menunjukkan bahwa kita sedang menyaksikan disrupsi massal di dunia korporat.

Lebih dari 50% perusahaan Fortune 500 telah diakuisisi, merger, atau dinyatakan bangkrut, tanpa akhir yang terlihat. Setelahnya, kita menyaksikan "spesiasi" massal entitas korporat inovatif dengan DNA yang sebagian besar baru, seperti Amazon, Box, Facebook, Uber, dan WeWork. Peristiwa kepunahan massal tidak terjadi begitu saja tanpa alasan. Dalam peristiwa disrupsi saat ini, transformasi digital terjadi. Namun, itu adalah istilah luas yang dapat mencakup penempatan server besar di jaringan atau rantai blok semua transaksi perbankan pada sertifikat digital.

Contoh BMW: Frankenberger-Weiblen-Gassmann (2014) ketika tidak mengganti BM saat merger dengan perusahaan kedua untuk menciptakan nilai bagi BM yang sama. Menyadari bahwa hubungan pengembangan bersama yang ada dengan pemasok otomotif tidak menghasilkan hasil yang menarik, konsep kendali dalam mobil revolusioner BMW, iDrive, dikembangkan bekerja sama dengan Immersion, sebuah perusahaan teknologi tinggi yang sebelumnya tidak memiliki pengalaman dengan industri otomotif.

Kolaborasi ini terbatas pada satu tujuan, yaitu mengintegrasikan teknologi umpan balik haptik Immersion ke dalam sistem kendali onboard BMW. Immersion bertanggung jawab atas studi kelayakan pertama, kemudian tanggung jawab pengembangan beralih ke departemen Litbang BMW dan, kemudian, ke pemasok otomotif yang mapan, sementara Immersion memberikan saran teknis. Dengan demikian, BM dari kedua perusahaan tidak perlu berubah secara signifikan dan berkelanjutan, sementara BMW tetap mampu membedakan dirinya dari produsen mobil lain melalui model produk inovatifnya: sebuah studi eksploratif terhadap perusahaan-perusahaan mapan.

#### Big Data Dan Digitalisasi

Selama lima tahun terakhir, revolusi perbankan digital, baik sebelum maupun sesudahnya, yang mengarah pada penggunaan buku besar blockchain, berdampak pada hubungan antara nasabah dan lembaga yang mengelola keuangan mereka. Maraknya perbankan daring, beserta gelombang bank digital penantang—pembayaran seluler—dan

perangkat pengelolaan keuangan yang semakin personal, telah melahirkan industri FinTech yang diperkirakan akan mencapai nilai lebih dari Rp. 3.050 Triliun pada tahun 2023.

Pendorong di balik transformasi digital yang pesat ini adalah pertumbuhan eksponensial big data yang, jika dipadukan dengan analitik AI dan ML mutakhir, telah menciptakan wawasan yang dapat ditindaklanjuti yang mengarahkan lembaga keuangan menuju masa depan keuangan yang berpusat pada nasabah dan sangat personal.

Teknik analitik pemodelan prediktif baru dengan pohon keputusan pada model kompetitif dengan heuristik big data disajikan secara singkat. Pohon rentang diterapkan untuk berfokus pada model tujuan rencana yang dapat diproses dengan pohon agen pemisah dan model rentang vektor. Matriks renggang memungkinkan komputasi yang efisien pada heuristik big data. Analisis prediktif pada "big data" disajikan dengan kriteria penerimaan baru. Aljabar tata bahasa dan grafik semantik komputasi pohon merupakan dasar untuk mewujudkan contoh perencanaan sasaran pohon.

Area yang dieksplorasi dalam makalah ini berkisar dari kepuasan pohon keputusan sasaran rencana dengan BM kompetitif hingga model analisis prediktif yang mencapai sasaran pada model desain sistem bisnis 3-tier. Pohon rentang perhatian diterapkan untuk berfokus pada model sasaran rencana yang dapat diproses pada mesin status vektor yang digabungkan dengan antarmuka penambangan data praprosesor basis data. Masalah pemodelan, tujuan, dan perencanaan diperiksa untuk menyajikan strategi keputusan yang tepat untuk memenuhi tujuan tersebut.

Heuristik pada analisis prediktif diperiksa dengan aplikasi singkat pada pohon keputusan. Kecerdasan bisnis dan analisis (BI&A) dan bidang terkait analisis big data telah menjadi semakin penting dalam komunitas akademis dan bisnis selama dua dekade terakhir. Garis besar bagian adalah sebagai berikut: Bagian 3.2 menyajikan dasar-dasar tentang tujuan dan model kompetitif. Agen dan/atau pohon diterapkan sebagai primitif pada pohon keputusan yang harus dipenuhi oleh model kompetitif. Perencanaan dengan model dan tujuan prediktif disajikan dengan contoh peramalan saham dari publikasi dekade terbaru penulis pertama.

Bagian 3.3 menjelaskan secara singkat tentang tujuan, rencana, dan realisasi dengan basis data dan basis pengetahuan. Di sana, antarmuka tombol fungsi ke basis data disajikan dengan aplikasi untuk penemuan model dan penambangan data. Pemuasan tujuan model kompetitif dengan diagram model dibahas sekilas. Bagian 3.4 menyajikan aplikasi untuk desain sistem keputusan praktis dengan pohon keputusan agen yang terpisah. Analisis digitalisasi ditujukan untuk mesin dan ML yang diteruskan ke proses (Gambar 3.8).

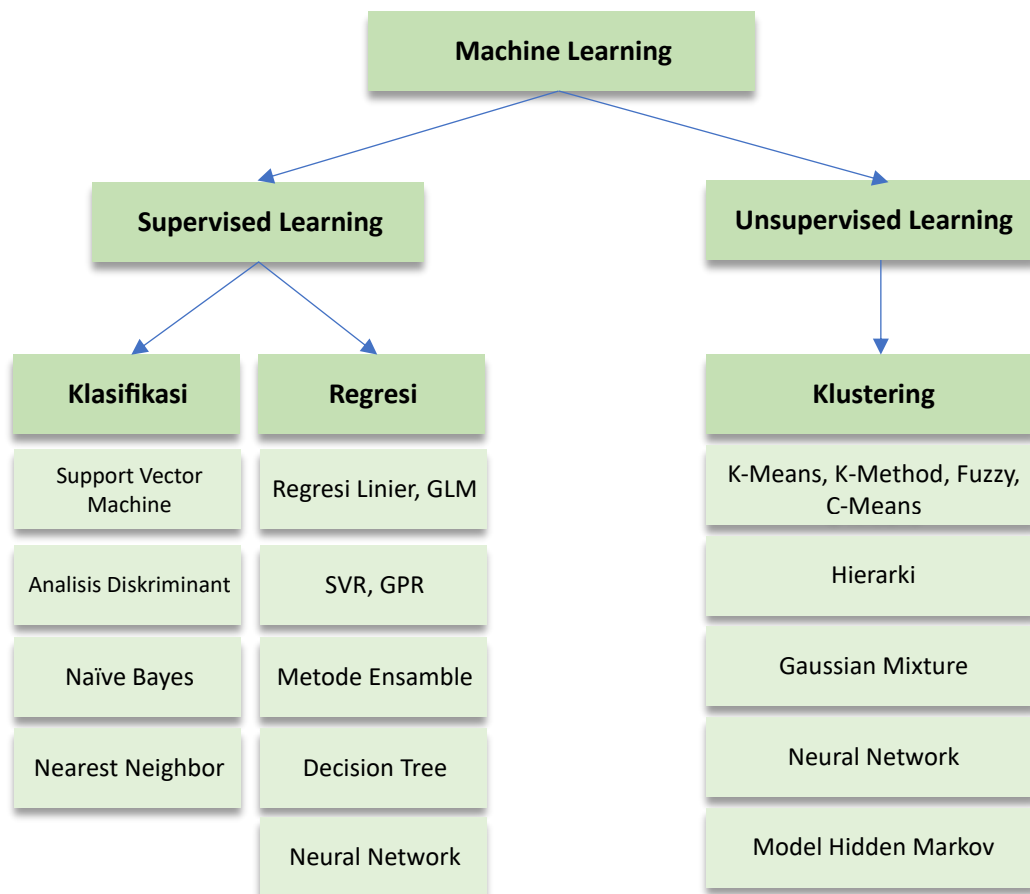
Nilai big data hanya dikalikan dengan tata kelola data yang baik. Data besar memiliki nilai yang besar, dibutuhkan upaya besar bagi organisasi untuk mengelolanya dengan baik dan disiplin tata kelola yang efektif dapat memenuhi tujuannya.

#### **Ekspansional Big Data: Konten, Aplikasi**

Konsumen telah lama menyatakan kecintaan mereka pada visualisasi data, dan penambangan data dengan penemuan multimedia adalah area yang sedang dieksplorasi. Big

data adalah istilah populer yang digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan eksponensial dan ketersediaan data, baik terstruktur maupun tidak terstruktur.

Analisis yang lebih akurat dapat menghasilkan pengambilan keputusan yang lebih meyakinkan. Dan keputusan yang lebih baik dapat berarti efisiensi operasional yang lebih besar, pengurangan biaya, dan pengurangan risiko. Teknik baru kami menerapkan filter diagram model data nondeterministik untuk menjangkau ruang big data.



**Gambar 3.8** Ikhtisar pembelajaran mesin.

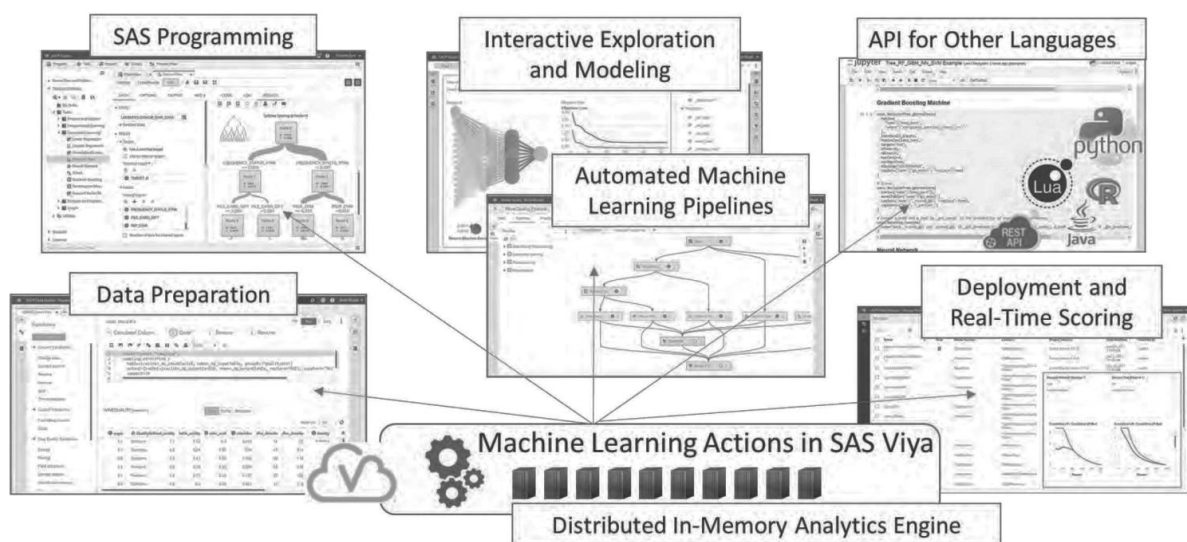
### 3.5 MENGUBAH PENCIPTAAN NILAI PADA MODEL PROSES BISNIS

Di sini kami menggambarkan ilustrasi dengan contoh SAS. AI dapat diterapkan untuk mencapai perubahan penciptaan nilai dengan model proses bisnis (Gambar 3.9). Menuju organisasi berbasis data, yang mendukung keputusan organisasi dengan analitik data, kita harus memprioritaskan bahwa tidak semua keputusan sama pentingnya. Keputusan harus diprioritaskan berdasarkan nilai relatif yang diciptakan:

- Saat membangun organisasi berbasis data, pertama-tama kita harus memilih aturan keputusan. Selanjutnya, tabel agenda harus disediakan yang terdiri dari:
- Keputusan mana yang berlaku untuk agregat data atau konten apa?
- Bagaimana cara mengkategorikan keputusan?
- Bagaimana cara memprioritaskan keputusan?

- Keputusan Investasi Modal?
- Keputusan Arah Strategis?

Pandangan CE pada dasarnya merupakan ekosistem ekonomi makro yang rantai pasoknya merupakan pendorong penciptaan nilai. Menciptakan nilai dengan rantai pasok loop tertutup yang berkelanjutan terhadap BM sirkular, apakah siklus terbalik yang dijelaskan di atas dapat diterjemahkan menjadi bisnis yang layak (yaitu, penciptaan nilai bagi perusahaan dan pelanggannya), dan bahkan menjadi bisnis berkelanjutan yang menciptakan nilai ekologis dan sosial, adalah pertanyaan tentang desain BM yang berhasil membangun prinsip-prinsip CE dalam kondisi pasar tertentu, yang terakhir berada pada kelincahan ekonomi ekosistem sistem terbuka.



**Gambar 3.9** Contoh bagaimana transformasi model bisnis yang didukung TI dapat terwujud.

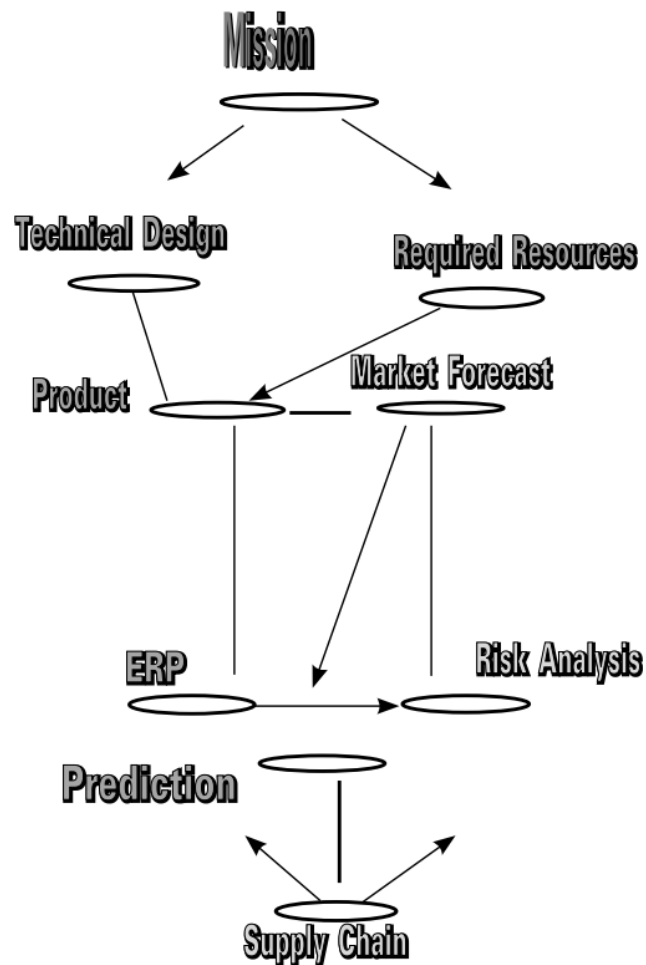
Biasanya, BM merupakan representasi bagaimana bisnis menciptakan nilai ekonomi bagi perusahaan melalui penciptaan nilai bagi pelanggannya. Ada beberapa konsensus bahwa representasi ini membantu dalam mendeskripsikan, menganalisis, mengomunikasikan, mengelola, dan merancang sistem penciptaan nilai perusahaan, unit bisnis, atau jenis organisasi lainnya.

### Optimalkan Penciptaan Nilai

Penciptaan nilai dapat dibagi lagi menjadi:

1. Proposisi nilai (yaitu, manfaat yang ditawarkan kepada pelanggan berdasarkan produk, layanan, atau sistem produk-layanan);
2. Bagaimana proposisi nilai disampaikan kepada pelanggan dengan melibatkan para pelaku dan proses penyampaian nilai;
3. Bagaimana nilai diciptakan (yaitu, para pelaku dan aktivitas yang terlibat dalam proses penciptaan nilai, termasuk produksi);
4. Bagaimana perusahaan fokus menangkap sebagian dari nilai yang diciptakan).

Penangkapan nilai didasarkan pada proses sistematis untuk mencapai hal-hal di atas guna mempertahankan kemampuan mengembangkan dan menyampaikan proposisi nilai.



**Gambar 3.10** Contoh startup pengoptimal misi ke pasar dengan pendekatan pull-push.

Manajemen bisnis berpandangan sistem kami menerapkan proses kategoris yang dikenal sebagai pullback pada model sistem bisnis. Dengan mempertimbangkan contoh-contoh BM dari bagian sebelumnya (Gambar 3.9), struktur BM dapat ditarik kembali dengan diagram model BPMN yang dipetakan ke prosesor bahasa BPML untuk EM atau perencanaan perusahaan.

Mengingat Misi adalah BM, pull-back makro berada pada tautan panah dengan dorongan pengiriman ke depan berdasarkan prakiraan pasar. Analisis prediktif, dan rantai pasokan. Proses pull-push adalah proses sistem matematika kategoris yang dikenal untuk merealisasikan sistem. Di sini kami menginstansiasinya pada sistem bisnis contoh startup (Gambar 3.10).

BM Kompetitif dan Kontrol Loop. Prinsip optimalitas baru diajukan berdasarkan perencanaan bisnis agen model kompetitif. Algoritma pemrograman dinamis optimum lokal MinMax Umum disajikan dan diterapkan pada komputasi BM di mana teknik prediktif dapat menentukan optima lokal. Teknik BM kompetitif, berdasarkan teknik perencanaan penulis, diterapkan. Keputusan sistemik didasarkan pada tujuan organisasi bersama, dan oleh karena itu, perencanaan bisnis dan alokasi sumber daya harus diupayakan untuk memenuhi tujuan organisasi yang lebih tinggi.

Sangat penting untuk memahami bagaimana berbagai keputusan memengaruhi dan saling memengaruhi. Teknik pemodelan permainan optimal awal disajikan secara singkat. Contoh area aplikasi untuk e-commerce dengan model simulasi manajemen diperiksa dengan model simulator penerbangan Stanford.

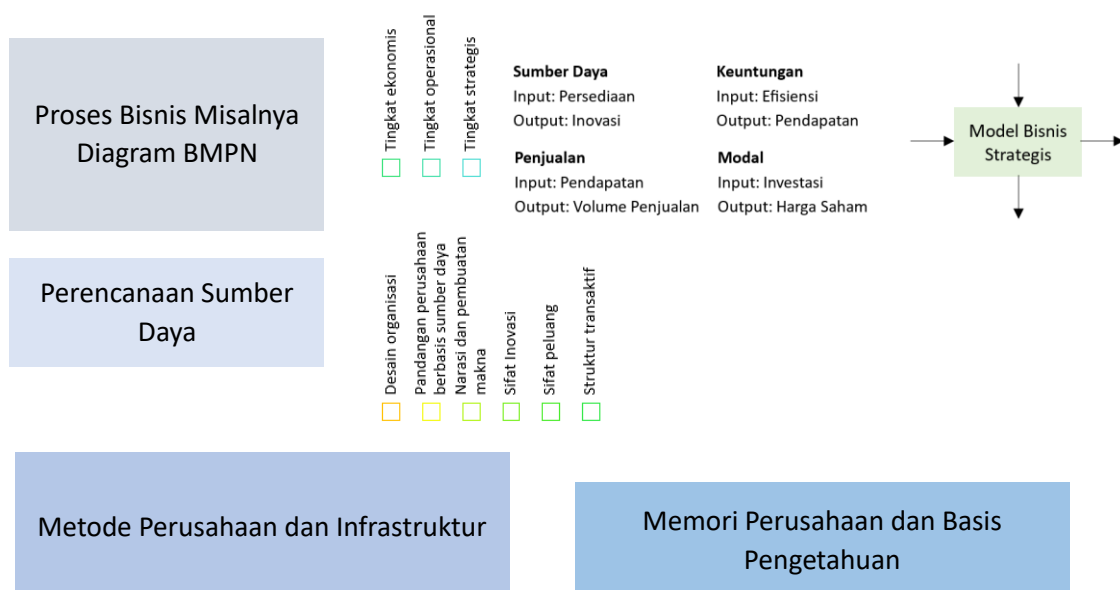
**Cara Mencerminkan Variansi Dan Model Bisnis (BM) Terhadap EM**

Dimulai dengan BM yang sederhana; tahap pullback kira-kira seperti ini:

- Jenis produk atau layanan apa?
- Bagaimana nilai diciptakan untuk produk atau layanan tersebut?
- Negara mana saja yang menjadi pembeli?

Jaring penciptaan nilai dikembangkan berdasarkan parameter di atas. Inovasi BM dapat terjadi dalam beberapa cara; berikut beberapa hal spesifiknya:

- Dengan menambahkan aktivitas baru. Mari kita sebut bentuk inovasi BM ini sebagai sistem aktivitas baru yang didorong oleh "konten".
- Pull-back untuk hal ini memerlukan penambahan proses tambahan pada BPML untuk aktivitas baru dengan implikasi konten dan tindakan yang lebih baru.
- Dengan menghubungkan aktivitas dengan cara baru; jenis inovasi BM ini memiliki "struktur" sistem aktivitas baru.
- Pull-back untuk jenis inovasi ini harus mengakomodasi perubahan infrastruktur serta mereorganisasi proses pada BMPL yang mencerminkan pull-back tersebut.
- Dengan mengubah satu atau lebih pihak yang melakukan aktivitas apa pun; kita sebut bentuk inovasi BM ini sebagai "tata kelola" sistem aktivitas baru.
- Konten, struktur, dan tata kelola adalah tiga elemen desain yang mencirikan BM perusahaan. Penarikan untuk jenis ini pada dasarnya harus terlebih dahulu menyusun BM yang memiliki konten dan aktivitas baru yang memiliki kaitan penciptaan nilai baru yang dikendalikan oleh arahan tambahan berdasarkan struktur tata kelola pada BMPL. Gambar 3.11 merangkum prosesnya.



**Gambar 3.11** Tinjauan sistematis model bisnis.

### 3.6 PERINGKAT MODEL KOMPETITIF PADA PERENCANAAN BISNIS

Bagian ini mengkaji model prediktif sebagai dasar untuk membawa pemodelan struktur menuju masalah kulminasi kompetitif di mana model "bersaing" berdasarkan tujuan dan tingkat peringkat model. Peringkat model lebih tinggi ketika berada pada pohon keputusan dengan derajat yang lebih tinggi, yang memenuhi tujuan, sehingga mewujudkan tujuan spesifik, di mana tujuan rencana terpenuhi. Karakterisasi derajat model kompetitif pada himpunan acak.

Sebuah model dikatakan kompetitif jika pada setiap tahap model tersebut kompatibel dengan kriteria kepuasan pohon tujuan. Kompatibilitas didefinisikan pada Himpunan Acak di mana korespondensi antara kompatibilitas pada himpunan acak dan derajat pohon permainan diterapkan untuk menyajikan diagram model acak. Derajat permainan diagram acak diterapkan dan peringkat model berdasarkan komputabilitas kepuasan terhadap peringkat optimal diperiksa.

#### Model Kompetitif Yang Bervariasi Berdasarkan Tujuan Bisnis

Dampak pemodelan data terhadap pullback dari BM baru.

1. **Pemodelan:** Menerapkan teknik rekayasa fitur, menerapkan algoritma untuk mengidentifikasi segmen dan membangun representasi untuk mengklasifikasikan observasi baru dan membuat prediksi, serta menilai dan menyetel model yang dihasilkan.
2. **Penerapan Model:** Memilih model unggulan dan mempromosikannya untuk digunakan dalam lingkungan produksi guna membantu pengambilan keputusan bisnis yang efektif.
3. **Manajemen Model:** Memelihara repositori model yang dikontrol versinya, menggabungkannya ke dalam proses pengambilan keputusan, memantau kinerjanya dari waktu ke waktu, dan memperbaruinya seperlunya untuk memastikan bahwa model tersebut secara memadai dan akurat mengatasi masalah bisnis Anda.

Perencanaan didasarkan pada kepuasan tujuan pada model. Pemilihan tujuan dan sasaran perencanaan difasilitasi dengan pembelajaran agen kompetitif. Pemodelan prediktif adalah teknik AI yang telah didefinisikan sejak proyek perencanaan teoretis model penulis pertama. Ini adalah perkiraan nonmonotonik kumulatif yang dicapai dengan melengkapi diagram model tentang apa yang mungkin benar dalam suatu model atau basis pengetahuan. Dasar peramalan yang diajukan pada tahap awal dalam publikasi penulis pertama dapat dilakukan dengan menerapkan fakta dan hubungan yang telah ditentukan antar objek.

Merujuk pada contoh di bagian sebelumnya dari Nourani (2018a), skema yang dapat digunakan adalah Peramalan Cerdas {Teknik Peramalan Saham IS-A} Portofolio Saham, obligasi, aset perusahaan, dan Ilmu Manajemen Anggota. Skema di atas, dengan aturan logika dasar, dapat membentuk teori dasar T untuk bernalar tentang teknik peramalan saham. Untuk melakukan analisis prediktif, kami menambahkan hipotesis, misalnya,  $\pi$  proposisional singular berdasarkan hal berikut:

p1. Aset (Saham); p2. Saham (x)  $\Rightarrow$  Aset (x); p3. S&P100

$$(x) \Rightarrow \text{Saham}(x)$$

Skema di atas atau dengan aturan logika dasar, dapat membentuk teori dasar T untuk bernalar tentang teknik peramalan saham. Untuk melakukan analisis prediktif, kami menambahkan hipotesis, misalnya, pada literal proposisional berdasarkan hal berikut: p1. Aset(Saham); p2. Saham (x)  $\Rightarrow$  Aset (x); p3. S&P100 (x)  $\Rightarrow$  Saham (x)

Diagram prediktif untuk T dibangun dengan memulai dengan p1 = Benar, p2(f) = benar untuk f yang mencakup simbol saham, p3 benar untuk semua x = f, di mana f adalah simbol saham dalam S&P100.

### Tujuan, Rencana, Dan Model Bisnis (BM)

Strategi manajemen praktis dilakukan melalui pemodelan dengan informasi, aturan, tujuan, dan data analitik. Data dan basis pengetahuan, jaringan nilai, tempat data yang besar dan representasi hubungannya masing-masing disimpan. Sebuah dasar baru untuk perencanaan teoretis keputusan dengan model kompetitif dengan teknik perencanaan klasik dan non-klasik dari AI, permainan, dan pohon keputusan, yang menyediakan model perencanaan ekspresif agen.

Perencanaan dengan diagram model prediktif yang direpresentasikan dengan basis pengetahuan yang dikunci juga disajikan. Diagram model memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi pengetahuan yang tidak lengkap secara digital untuk dikunci ke dalam basis pengetahuan yang tidak lengkap.

Merefleksikan bagian-bagian di atas, proses pemeringkatan model kompetitif dapat dicirikan oleh hal-hal berikut:

1. Kebaruan menangkap tingkat inovasi BM yang diwujudkan oleh sistem aktivitas: model apa yang mewujudkan parameter nilai.
2. Lock-in mengacu pada aktivitas BM yang menciptakan biaya peralihan atau insentif yang lebih besar bagi partisipan BM untuk tetap bertahan dan bertransaksi dalam sistem aktivitas: yaitu pilihan pada pohon keputusan yang memilih langkah maju yang tidak lagi dapat diwujudkan oleh model alternatif.
3. Komplementaritas mengacu pada efek peningkatan nilai dari saling ketergantungan antar aktivitas BM.

Ringkasan yang baik mungkin adalah navigator BM dari BMI Lab St-Gallen: Segitiga ajaib dirangkum oleh **Siapa**: Setiap BM melayani kelompok pelanggan tertentu. Dengan demikian, hal ini seharusnya menjawab pertanyaan 'Siapakah pelanggannya?' dengan mengidentifikasi definisi pelanggan sasaran sebagai salah satu dimensi sentral dalam merancang BM baru. **Apa**: Dimensi kedua menggambarkan apa yang ditawarkan kepada pelanggan sasaran, atau, dengan kata lain, apa yang dihargai oleh pelanggan: sederhananya, proposisi nilai. **Bagaimana**: Membangun dan mendistribusikan proposisi nilai. **Nilai**: Dimensi keempat menjelaskan mengapa BM layak secara finansial; sehingga berkaitan dengan model pendapatan. Intinya, dimensi ini menyatukan, misalnya, struktur biaya dan mekanisme pendapatan yang diterapkan, yaitu, cara menghasilkan uang dalam bisnis.

## BAB 4

### TEORI KUANTUM AFEKTIVITAS KOGNITIF

Ini adalah bab pertama yang membahas neurosains psikopati pengenalan wajah dalam konteks kecerdasan buatan (AI) sebagai cara yang efektif untuk membantu pria, wanita, dan anak-anak yang penderitanya telah terdokumentasi dengan baik. Penelitian ini dimulai dengan advokasi saya terhadap robot pembantu sebagai cara paliatif untuk meringankan penderitaan kognitif dan masalah perilaku individu yang psikopati pengenalan wajah yang tidak diobati juga menimbulkan risiko bagi keselamatan dan keamanan lingkungan sosial mereka.

Contoh menonjol korban psikopati pengenalan wajah meliputi pasien yang didiagnosis sindrom Alzheimer, narapidana dengan tingkat residivisme tinggi, dan buronan kriminal yang berhasil lolos dari deteksi sebagai pembunuh karena mereka tampak seperti warga negara teladan. Analisis tekstual saya terhadap dua kasus psikopati pengenalan wajah yang sebelumnya tidak terdiagnosis dalam dua kisah psikologis karya penulis legendaris Amerika Edgar Allan Poe menggambarkan bagaimana penyakit ini memengaruhi masyarakat modern. Sebagai seorang pembanding sastra, saya meneliti pikiran, perkataan, dan tindakan sang suami dalam "Ligeia" karya Poe, menunjukkan bahwa ia memiliki kemiripan dengan pembunuh berantai perempuan yang tidak menaruh curiga.

Saya kemudian menganalisis wacana naratif penjudi dalam "William Wilson" karya Poe untuk menunjukkan bahwa psikopati pengenalan wajah menyebabkan narator yang kebingungan memproyeksikan kebencian diri dan hati nuraninya yang tertekan kepada laki-laki di lingkaran sosialnya. Berkontribusi pada penelitian tentang psikopati pengenalan wajah melalui studi berorientasi tekstual terhadap representasi sastra tentang realitas memfasilitasi pemahaman mendalam yang dapat menghasilkan bantuan bagi spesialis di bidang robotika baru untuk merancang perangkat guna memungkinkan korban psikopati pengenalan wajah yang cacat untuk berpartisipasi dalam lingkungan sosial mereka jika mereka didiagnosis cukup dini.

#### 4.1 PENDAHULUAN

Pembuatan Ide dan Pemrosesan Model Konten (Manajemen Inovasi dan Komputasi) untuk domain layanan kesehatan, memberikan "ikhtisar" tentang "berbagai metode" untuk mengidentifikasi "kebutuhan yang belum terpenuhi" dan "membangun program inovatif yang sukses untuk teknologi medis yang terjangkau."

Studi kasus "menyoroti proses berpikir" dalam mengembangkan program yang sukses di Stanford Biodesign, platform inovasi Johns Hopkins, platform inovasi CAMtech, program akselerasi InnAccel, dan program inkubasi yang dikelola pemerintah (xvii). Meskipun gagasan bahwa kecerdasan buatan (AI) dapat meringankan atau menyembuhkan penyakit masih baru, penelitian yang cukup besar menunjukkan minat yang luas terhadap psikopati pengenalan wajah. Pada bab ini menanggapi meningkatnya permintaan layanan kesehatan akan perangkat

medis paliatif yang dirancang untuk pasien yang didiagnosis, dan klien yang mulai menderita, psikopati pengenalan wajah. Metodologi analisis literatur komparatif memfasilitasi diskusi yang menekankan tanda dan gejala psikopati pengenalan wajah yang sebelumnya tidak terdeteksi, sehingga hampir tidak diobati. Pentingnya memahami dan membantu pasien dari berbagai latar belakang yang menderita defisit dalam pengenalan wajah, sekaligus menunjukkan bagaimana penyakit mereka dapat berdampak buruk pada keluarga, teman, rekan kerja, dan komunitas mereka.

Semakin banyak orang yang mengalami kesulitan dengan pengenalan wajah, termasuk berbagai kategori seperti orang-orang yang berada dalam tahap sindrom Alzheimer dan, di ujung spektrum yang lain, pembunuh berantai pria. Bab ini berhipotesis bahwa sesuatu seperti aplikasi Android, yang menyerupai "Alexa" dan "Cortana", akan bermanfaat. Sudah menjadi fakta umum bahwa pria dan wanita yang mengidap Alzheimer dapat bertahan hidup selama bertahun-tahun setelah diagnosis. Residivisme di kalangan narapidana meningkat bahkan dengan program pendidikan intramural dan intervensi terapeutik.

Perangkat robotik atau genggam yang dapat memberikan dorongan kepada individu yang sangat linglung dan didiagnosis secara klinis dengan kemampuan negatif untuk mengenali wajah akan mengalami peningkatan kualitas hidup jika mereka dapat dilatih untuk menggunakan perangkat komputerisasi yang dapat memberikan dorongan dan mengangkat mereka dari kelupaan. Bab ini menganjurkan pengembangan produk dalam komunitas teknologi medis berupa perangkat komputerisasi inovatif yang dirancang khusus untuk membantu individu yang menderita psikopati pengenalan wajah dalam berbagai bentuk.

#### **4.2 DUA JENIS PSIKOPATI PENGENALAN WAJAH**

Penelitian ilmiah terbaru menunjukkan bahwa pemrosesan wajah belahan kanan yang menyimpang dikaitkan dengan dua jenis psikopati: (a) dominasi tanpa rasa takut; dan (b) antisosialitas impulsif. Dominasi tanpa rasa takut dikaitkan dengan fitur demografi dan kepribadian adaptif, termasuk "potensi sosial yang tinggi, fitur kepribadian narsistik, dan fitur interpersonal psikopati, seperti reaksi stres rendah, penghindaran bahaya rendah, dan berkurangnya rasa takut dan kecemasan".

Antisosialitas impulsif berkorelasi dengan sifat kepribadian maladaptif dan hasil hidup yang bermanifestasi dalam gejala psikopati impulsif dan antisosial. Antisosialitas impulsif secara selektif dikaitkan dengan "sifat keterasingan dan agresi, kemarahan, perilaku antisosial dan penyalahgunaan zat, sosialisasi rendah, bersama dengan impulsivitas, kontrol rendah, dan sosialisasi rendah". Investigasi terbaru agak terbatas karena dibatasi, misalnya, untuk mempelajari reaksi subjek saat melihat paradigma bergambar, yang dapat menimbulkan pertanyaan tentang keandalan hasil.

#### **4.3 NEUROSCIENCE KOGNITIF DAN AFEKTIF**

Analisis tekstual saya terhadap "Ligeia" (salah satu tokoh dalam cerita pendek karya Edgar Allan Poe yang terkenal, dan juga sebagai nama dalam mitologi Yunani untuk salah satu Siren) menunjukkan jebakan yang dihadapi oleh dua protagonis perempuan fiksi yang

digambarkan secara gamblang, yang dapat diinterpretasikan sebagai simbol arketipe perempuan sebagai figur nurani atau animus yang (tidak dikenali), dengan seorang pria yang menampilkan dirinya sebagai pasangan hidup yang cocok. Bertentangan dengan penampilannya, pria yang kognisinya tampak superior ini memiliki disabilitas yang hampir tak terdeteksi, meskipun psikopatologis, yaitu ketidakmampuan mengenali wajah.

Tanpa menyadari psikopati pengenalan wajahnya, para wanita, yang senang dikejar oleh seorang pelamar yang bersemangat dan setia, tanpa disadari menikahinya. "Ligeia" adalah narasi orang pertama yang dituturkan oleh seorang pria yang berhasil merayu dan memenangkan hati dua wanita yang tak menaruh curiga.

Pendongengnya adalah seorang duda dua kali yang menceritakan kenangan pernikahan pertamanya dengan seorang sarjana cantik berambut cokelat, yang sangat ia hormati, dan kemudian pernikahan keduanya dengan seorang wanita pirang nan cantik yang ia cintai dengan penuh gairah. Ia mengakhiri narasinya dengan sebuah kejutan sensasional, mengklaim bahwa pada saat kematian istrinya, istri keduanya telah berubah menjadi istri pertamanya.

Pola asosiatif ini menunjukkan sekilas kesadaran moral, tetapi terasing dari diri sendiri, sangat tertekan, dan tak diakui. Ia terganggu secara kognitif oleh dominasi yang tak kenal takut. Kemurungannya bertolak belakang dengan ekspresi emosi Ligeia, yang ia salah tafsirkan. Awalnya, antisosialitas impulsifnya bermanifestasi secara tidak langsung dan tak kasat mata, tetapi kemudian memuncak dalam episode-episode kekerasan akut ketika psikopati pengenalan wajahnya tumbuh begitu intens hingga menemukan ekspresi dalam mania pembunuhan yang memuaskan hasratnya yang meluap-luap akan posisi sosial dan keserakahannya akan emas.

Ketidakmampuan mengenali wajah melemahkan protagonis pria dalam "William Wilson" (1839) karya Poe, sebuah kisah doppelgänger tentang hati nurani. Wilson adalah seorang peminum berat dan penjudi yang menunjukkan dominasi tanpa rasa takut sebagai seorang pria yang memanjakan diri sendiri dan menghabiskan kekayaannya. Wilson menunjukkan kepribadian ganda seorang pria berkemauan keras yang bertindak, namun keberaniannya dirusak oleh halusinasi.

Dari semua penampilan, ia tak kenal takut di tempat umum di mana ia memamerkan kemenangannya. Namun, ia dihindangi halusinasi yang menyiratkan kepribadian seorang pria penderita skizofrenia paranoid. Gejala psikopati pengenalan wajahnya mendorong alur cerita, yang mengikuti serangkaian pengelakan saat ia berusaha melarikan diri dari pengawasan ketat musuh bebuyutannya, seorang pria yang mirip dengannya.

Namun, pada kenyataannya, bayangan cermin yang ia lihat dengan matanya sebenarnya merupakan proyeksi diri psikologis, yang melambangkan hati nuraninya. Perasaan bersalah yang terpendam atas gaya hidupnya yang bejat mendistorsi penglihatannya secara moral. Dalam ketidakpeduliannya terhadap integritas, ia mengabaikan kehati-hatian, namun, ia memiliki kesadaran laten akan citra sosialnya sebagai seorang pelacur boros. Meskipun ia memamerkan ketidakpeduliannya yang disengaja terhadap ketidaksetujuan lingkungan sosialnya dan berisiko menjadi orang buangan, paria, ia tetap memiliki sedikit rasa moral.

Karena alasan-alasan ini, ia berbicara sebagai orang yang berdiri sendiri, tetapi dikelilingi oleh para pencela. Carl G. Jung (1875–1961) mengamati secara hipotetis bahwa "individu tertentu tidak menunjukkan kecenderungan apa pun untuk mengenali proyeksinya. bukan subjek yang sadar tetapi alam bawah sadar yang melakukan proyeksi.

Efek proyeksi adalah mengisolasi subjek dari lingkungannya, karena alih-alih hubungan nyata dengannya, sekarang hanya ada hubungan ilusi. Proyeksi mengubah dunia menjadi replika wajah seseorang yang tidak dikenal". William Wilson gagal mengenali setiap orang yang dilihatnya, karena perasaan bersalahnya yang tertekan menghambat kemampuannya mengenali wajah, menggantikannya dengan citraan berdasarkan permusuhannya yang tidak diakui terhadap dirinya sendiri karena terlibat dalam perilaku sosial yang dipertanyakan.

#### 4.4 ROBOTIK PEMBANTU PALIATIF UNTUK PENGOBATAN SINDROM ALZHEIMER

Kedua karya sastra imajinatif ini menggali secara mendalam hubungan antara pengenalan wajah dengan pemrosesan emosi, neurokognisi, dan gejala malfungsi persepsi yang berkaitan dengan kondisi medis yang sulit dideteksi dan didiagnosis. Bab ini membuka jalan baru dalam eksplorasinya tentang hubungan antara pengenalan wajah dan pemrosesan emosi afektif yang dipadukan dengan teknologi, bukan menggunakan eksperimen laboratorium, melainkan contoh nyata yang diambil dari *Tales of Mystery and Imagination* karya Poe. Karena semakin banyaknya orang yang mengalami kesulitan dengan pengenalan wajah, termasuk pembunuh berantai pria dan orang-orang yang berada dalam beberapa tahap sindrom Alzheimer, diperlukan aplikasi Android yang menyerupai "Alexa" dan "Cortana".

Sudah menjadi fakta umum bahwa pria dan wanita yang terjangkit Alzheimer dapat bertahan hidup selama bertahun-tahun setelah diagnosis karena pengasuh mereka membantu mereka mengingat "meja", "apel", dan teman, tetangga, serta kerabat mereka. Dimitri Ketchakmadze, dalam buku *"Penyakit Alzheimer: Gejala, Stadium, Hipotesis, Faktor, Pencegahan, dan Pengobatan"* (2019), secara grafis menunjukkan perbedaan antara neuron di hipokampus otak normal dan penyusutan kortikal, kekusutan neurofibrilar, ventrikel yang sangat membesar, dan plak beta-amiloid yang mencegah interaksi neuron vital (komunikasi sel otak) pada otak penderita Alzheimer.

Gangguan "disfungsi mitokondria" yang lambat ini berkontribusi pada proses "penurunan kognitif dan neurodegenerasi" pada otak penderita Alzheimer. Berlawanan dengan anggapan umum, Alzheimer berbeda dari gangguan memori terkait usia normal, yang disebabkan oleh disfungsi protein Tau, dan juga dari gangguan kognitif yang terkait dengan demensia, di mana "disfungsi protein Tau" memengaruhi korteks melalui transmisi antarsel, menyebabkan disfungsi dan degenerasi neuron yang berujung pada kegagalan sistem total. Otak normal kuat, sangat kontras dengan otak Alzheimer, di mana neuronnya menyusut secara bertahap.

Seolah disuntik racun, otak kehilangan protein, yang digantikan oleh nitrogen, hidrogen, dan hidrokarbon dioksida, sehingga neuron kehilangan bentuk dan identitasnya yang sehat dan menjadi massa amorf—terfragmentasi, terputus, dan hancur. Terlepas dari skenario suram ini, proses penurunan fungsi pada Alzheimer berlangsung lambat. Robot

penolong yang membantu individu-individu yang terhambat oleh ketidakmampuan mereka mengenali wajah atau nama akan mengalami peningkatan kualitas hidup jika mereka dapat dilatih untuk menggunakan robot penolong yang mengkompensasi kelupaan mereka.

#### 4.5 PSIKOPATI PENGENALAN WAJAH PADA POPULASI NARAPIDANA

Saya telah menghabiskan banyak waktu di penjara, tetapi saya tidak pernah menjalani hukuman karena saya telah memanfaatkan waktu itu untuk melayani saya, dan saya tidak pernah dapat menemukan waktu yang cukup untuk melakukan semua hal yang ingin saya lakukan.

Secara teoritis, saya berpendapat bahwa para pembunuh berantai, termasuk Ted Bundy (1946–1989) dan Pembunuh Green River, terus membunuh wanita yang sama berulang kali dan mereka secara obsesif dan kompulsif membunuh gadis dan wanita karena mereka memiliki kemiripan dengan gadis atau wanita yang membuat mereka trauma. Mereka menunjukkan ciri-ciri skizofrenia paranoid, karena mereka tampak memiliki kecerdasan di atas rata-rata dan tampak menjalani kehidupan normal, kecuali untuk kekurangan yang membingungkan ini dalam kepribadian mereka.

Korban-korbannya memang mirip dengan saya. Saya tidak tahu apa pun tentang latar belakangnya, tetapi saya tidak akan terkejut jika ia pernah mengalami situasi traumatis di masa lalunya yang menyebabkannya terus membunuh orang yang hampir sama berulang kali. Ia memberi tahu saya dan detektif itu sambil berjalan meninggalkan saya bahwa ia tidak keberatan masuk penjara karena ia telah memikirkan sebuah tujuan: menjadi seperti Manusia Burung dari Alcatraz. Robert Stroud, dihukum karena pembunuhan pada tahun 1909 adalah "seorang ilmuwan dan otoritas internasional tentang penyakit burung".

Kemudian, saya paham, saat saya membaca berita-berita di halaman depan, bahwa pria yang tutur katanya lembut dan sopan itu adalah Gary Ridgway, yang saya amati, tanpa mengetahui identitasnya, saat ia digiring pergi oleh detektif berpakaian preman, yang mengabdikan permintaannya untuk tidak menggunakan borgol, bahwa ia akan berjalan dengan tenang bersamanya di trotoar yang ramai.

#### 4.6 SUPERPOSISI DAN KETERLIBATAN DALAM CERITA MISTERI POE

Psikopati pengenalan wajah ditandai oleh ketidakmampuan yang nyata untuk mengekspresikan emosi yang dapat diamati (afek), dan bersamaan dengan itu, untuk mengenali emosi yang sebenarnya (kognisi). Psikopati dominasi yang tak kenal takut dilambangkan dalam penggambaran Poe tentang protagonis duda dalam "Ligeia," yang memberikan kisah rinci tentang dua pernikahannya. Psikopati antisosialitas impulsif dicontohkan dalam penggambaran Poe tentang protagonis penjudi pria sejati dalam "William Wilson," yang merasa diikuti ke mana pun ia pergi oleh seorang pria yang sangat mirip dengannya.

Dominasi tanpa rasa takut ditunjukkan oleh "dominasi sosial, ketahanan terhadap stres, dan pencarian sensasi" dan berkorelasi positif dengan status sosial ekonomi dan kecerdasan verbal. Duda yang putus asa dalam "Ligeia" adalah seorang pendaki sosial kelas

atas yang menunjukkan psikopati dominasi tanpa rasa takut saat ia berhasil memenangkan hati dan pikiran dua wanita bangsawan, yang kemudian setuju untuk menjadi istrinya. Biasanya, "tidak terkait dengan perilaku antisosial anak dan penyalahgunaan zat," perilaku dominan tanpa rasa takut dikaitkan dengan "penyimpangan antisosial dewasa".

Dalam upaya cerdas untuk memaafkan penodaan yang tidak diakui terhadap institusi pernikahan, monolog yang fasih dalam "Ligeia" menyiratkan bahwa ia mungkin telah mendapat manfaat dari psikoanalisis Freudian tentang masa kecilnya ketika semuanya bermula; kemudian, ia membanggakan diri karena telah menikmati obat-obatan yang mengubah pikiran. Kegagalannya untuk menyebutkan bahwa ia telah menodai sakramen suci Pernikahan merupakan contoh penyimpangan antisosial pada orang dewasa.

Penjudi kompulsif dalam "William Wilson" merupakan gambaran antisosialitas impulsif yang terkait dengan "pemberontakan, impulsivitas, agresi, dan keterasingan" dan berkorelasi negatif dengan status sosial ekonomi dan kecerdasan verbal, serta berkorelasi positif dengan "penyimpangan antisosial anak dan penyalahgunaan zat serta antisosialitas pada orang dewasa". Sadar akan kekurangannya dalam pengenalan wajah, ia menceritakan masa kecil, remaja, dan awal masa dewasanya, berusaha menjelaskan gaya hidupnya yang tidak ortodoks.

Para tokoh protagonis yang bernarasi dalam "Ligeia" dan "William Wilson" melambangkan "psikopat sukses", yang didefinisikan oleh seorang pelopor Amerika di bidang psikopati, H. M. Cleckley, yang menjabat sebagai psikiater untuk penuntut dalam persidangan pembunuh berantai Ted Bundy pada tahun 1979, sebagai individu yang "memiliki ciri-ciri psikopati, tetapi mampu berfungsi secara adaptif dalam masyarakat dan menghindari pertemuan negatif dengan penegak hukum".

Fokus penelitian saya saat ini adalah pada protagonis laki-laki, tetapi psikopati perilaku menyimpang berdasarkan defisit pengenalan wajah psikologis merupakan area penelitian yang berkembang pesat, tidak hanya dalam studi terhadap laki-laki, tetapi juga perempuan, serta anak-anak.

#### **4.7 PENGENALAN WAJAH DAN PEMROSESAN EMOSI DALAM "LIGEIA" KARYA POE**

Yang penting, kita mengamati Lady Ligeia (LL) melalui visi yang sangat romantis dari narator yang terpesona. Deskripsinya tentang Ligeia, yang diutarakan dalam bahasa emosional yang mencerminkan pengabdian yang penuh gairah, menunjukkan banyak hal tentang kepribadian dan karakternya. Ligeia tetaplah sosok yang halus, hampir merupakan produk imajinasinya. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan kualitas-kualitas yang ia kaitkan dengan Ligeia dan juga cara ia menggambarkan kualitas-kualitas tersebut.

Meskipun ia tidak secara kaku mengkotak-kotakkan sifat-sifat karakternya, ia tetap menampilkan Ligeia sebagai teladan kesempurnaan. Citra idealnya tentang "kehendak raksasa" Ligeia dan "supremasi tak terbatas"-nya dalam "seluruh bidang ilmu moral, fisika, dan matematika" sangat kontras dengan kehendak, kecerdasan, dan rasa moralnya yang keliru, terutama sebagaimana ditunjukkannya di paruh kedua narasinya. Meskipun ia tampak, sebagian besar, tidak mampu berpikir jernih, ia memiliki imajinasi yang dinamis, mudah

berubah, bahkan terinspirasi oleh moralitas, yang, bagaimanapun, dikalahkan oleh kehendaknya yang menentang.

Setelah kematiannya, Ligeia menjadi, dalam kisahnya tentang atmosfer yang meningkat selama masa pengamatan kematiannya, sebuah kekuatan yang mahahadir, yang tujuan moralnya, bagaimanapun, ia abaikan. Sebaliknya, terlepas dari kegagalannya untuk membahas kekurangan persepsi dan moralnya dengan tingkat pemahaman apa pun, ia menunjukkan, namun anehnya, kesadaran laten akan tanggung jawab moralnya, ketika ia, dalam penjagaan di samping tempat tidurnya, mencoba dengan kekuatan kehendaknya yang murni untuk mengungkap Ligeia yang baik malaikat dengan pemindahan Rowena secara metedis.

"Ligeia" dimulai dengan narator yang berkelana ke masa lalu untuk mengingat kapan dan bagaimana ia bertemu istri pertamanya. Mencari ingatannya dengan nada kebingungan dan frustrasi yang ringan, ia mengakui ketidakmampuannya untuk mengingat sesuatu yang sangat penting baginya, sehingga pada awalnya menciptakan rasa misteri, tetapi juga ketidakpastian dan kebingungan. Keadaan psikologisnya yang tertahan sementara telah membentuk latar belakang atmosferik, ia memperkenalkan objek perhatian utamanya, Ligeia, pusat gravitasi ceritanya. Ia tidak dapat mengingat nama keluarga Ligeia maupun keadaan pasti bagaimana ia bertemu dengannya.

Ligeia hadir sebagai pribadi yang nyata, tetapi ia juga merupakan gambaran ideal dari seorang perempuan arketipe, dan ia lebih suka menganggapnya sebagai makhluk mimpi yang meninggalkan kesan misterius dan abadi di benaknya: "Ia datang dan pergi bagai bayangan. Aku tak pernah menyadari kedatangannya ke ruang kerjaku yang tertutup, kecuali oleh alunan musik merdu dari suaranya yang rendah saat ia meletakkan tangan marmernya di bahunya".

Deskripsinya tentang Ligeia mengisyaratkan deskripsi Lenore dalam puisi Poe yang terkenal, "The Raven," di mana narator juga ditempatkan di ruang kerja tertutup tempat pertemuan bak mimpi terjadi, di antara kecantikan yang diidealkan, tetapi disandingkan dengan realitas konkret kematian, yang dibangkitkan dalam gambaran simbolis psikologis seekor gagak yang bertengger di atas patung dada Pallas Athena, dewi kecantikan dan keadilan Yunani. Yang masih terbayang jelas dalam benak suami duda Ligeia adalah kepribadian kewanitaannya. Ligeia bertubuh tinggi, agak ramping, dan berwibawa.

Detail penampilan pribadinya, yang banyak dan terperinci dengan cermat, ditampilkan bukan secara grafis dengan tujuan menciptakan kemiripan fotografis, melainkan secara puitis dan impresionistik, untuk menekankan kehadirannya di dunia lain, alih-alih kehadiran fisiknya. Daya tariknya yang tak kasatmata mengingatkannya pada "pancaran mimpi opium—sebuah penglihatan yang lapang dan membangkitkan semangat", yang menyiratkan transendentalisme mistis yang sebagian terkonkretkan dalam perbandingannya dengan sebuah benda seni gading atau marmer yang halus.

Patut dicatat secara khusus adalah deskripsinya tentang wajah wanita itu, yang ia bahas layaknya seorang arsitek yang apresiatif mengamati desain struktural sebuah bangunan. Penggunaan Poe atas perangkat ini dikembangkan sepenuhnya dalam karya yang diterbitkan setahun setelah "Ligeia". Poe, dalam "The Fall of the House of Usher" (1840), menggambarkan

sebuah rumah yang terasa hidup dan menderita tekanan atmosfer yang sama buruknya dengan narator melankolis yang, tanpa sadar, melihat proses kemerosotan internalnya ketika ia tenggelam dalam perenungannya terhadap genangan lumpur yang stagnan di sekitar rumah tersebut.

Narator dalam "Ligeia" membandingkan fitur wajah Ligeia yang elegan dan luas dengan bidang dan permukaan yang halus dan keras dari sebuah ruangan dengan desain arsitektur klasik: "Saya memeriksa kontur dahi yang tinggi dan pucat—itu tanpa cacat—betapa dinginnya kata itu ketika diterapkan pada keagungan yang begitu ilahi!—kulit yang menyaingi gading paling murni, luas dan tenang yang berwibawa, keunggulan lembut daerah di atas pelipis; dan kemudian rambut hitam legam, berkilau, lebat dan keriting alami".

Jika dahi Ligeia tanpa cacat, megah, dan alami, betapa berbedanya dari keluarga Usher yang membusuk, namun betapa miripnya cara Ligeia dan keluarga Usher—Roderick, Madeline, dan garis leluhur Usher—dipersepsikan oleh para narator dalam kedua cerita. Dalam dua kisah teror ini, para tokoh protagonis yang bercerita mengungkapkan, dalam deskripsi mereka tentang lingkungan sosial, proyeksi aspek-aspek jiwa mereka sendiri.

Misalnya, profil Ligeia mengingatkan narator pada "medali-medali anggun bangsa Ibrani" (II, 250) dan mungkin juga kekayaan dan kekuasaan suku-suku Israel yang menghubungkan pembebasan mereka dari perbudakan firaun Mesir dengan sebutan mereka sebagai umat pilihan Tuhan. Dalam "Ligeia" karya Poe, narator mengamati bentuk dagu istrinya dan menemukan kepenuhan dan spiritualitas keindahan ilahi. Keindahannya adalah "keindahan makhluk-makhluk di atas maupun di luar bumi".

Penghinaan yang dilakukannya terhadap istrinya ke alam supernatural sejak pertama kali melihatnya merupakan gejala psikopati pengenalan wajah yang dialaminya. Pendapatnya yang terlalu tinggi tentang istrinya meredakan rasa bersalahnya, karena hal itu membebaskannya dari beban tanggung jawab etis dan moral yang akan dipikulnya jika ia memandangnya sebagai perempuan normal. Namun, sebaliknya, ia mengangkat Ligeia di atas norma-norma istri pada umumnya, sehingga meniadakan keharusan untuk menghormati kewanitaannya. Kekurangannya dalam pengenalan wajah menempatkan Ligeia dalam ranah idealisme arketipe sehingga ia tidak merasa berkewajiban untuk memperlakukannya secara manusiawi. Dengan demikian, ia merampas kepribadian istrinya.

Suami Ligeia menunjukkan bahwa ia secara moral sadar akan reklasifikasi reduktifnya terhadap istrinya menjadi objek yang direifikasi, menempatkannya di atas tumpuan penyembahan berhala, menggantikan rasa hormat sebagai manusia yang berharga dengan pemujaan yang dihasilkan secara spiritual. Sejauh ini, ciri khas Ligeia yang paling menonjol, mata Ligeia, tidak dapat diakses, tidak dapat dipahami, dan bahkan penuh firasat. "Ekspresi" dari mata Ligeia-lah yang paling ia cemas, tetapi paling tidak mampu ia gambarkan dengan tepat.

Ia telah merenung tanpa henti, berjuang untuk menyelami kedalaman tatapan mata wanita itu, tetapi, seperti halnya fakta-fakta tertentu yang berkaitan dengan hidupnya, ingatannya pun memudar. Ia melaporkan bahwa ia sering "berada di ambang batas", tetapi pengetahuan penuh tentang ekspresinya luput dari jangkauannya: "Ah, kata yang tak berarti!

Di balik luasnya jangkauan suara, kita membentengi ketidaktahuan kita akan begitu banyak hal spiritual". Setelah Ligeia meninggal, ia mencari ekspresi spiritualitas tersebut di dunia material.

Namun, ia menggunakan enumerasi puitis objek-objek alam untuk membangun "lingkaran analogi terhadap ungkapan itu": "Setelah periode ketika keindahan Ligeia merasuk ke dalam jiwaku, yang bersemayam di sana bagaikan di kuil, aku memperoleh, dari banyak eksistensi di dunia material, sebuah sentimen yang selalu kurasakan terangsang dalam diriku oleh bola-bola matanya yang besar dan bercahaya. Aku mengenalinya, dalam pengamatan tanaman merambat yang tumbuh cepat—dalam perenungan seekor ngengat, seekor kupu-kupu, sebuah kepompong, aliran air yang mengalir.

Aku telah merasakannya di lautan; dalam jatuhnya meteor. Aku telah merasakannya dalam tatapan orang-orang yang usianya tak biasa. Aku telah dipenuhi dengannya oleh suara-suara tertentu dari alat musik dawai, dan tak jarang oleh petikan-petikan dari buku". Karena tak mampu mengenali emosi yang terpantul di mata Ligeia, ia memberikan indeks simbol yang menunjukkan bahwa ia melihat sekilas kekuatan hidup yang terlihat di dunia alam, namun bersemayam di ranah spiritual.

Dengan menghindari referensi spesifik tentang penyebab kematian istrinya, ia menyelimuti Ligeia dalam aura misteri. Sebagaimana diamati Roy P. Basler, "Pengetahuan akhir tentang rahasia mata Ligeia terhalang oleh sebuah rintangan yang jauh di dalam jiwa sang pahlawan, dan imajinasi yang tak terpuaskan mencari ranah pengalaman yang tidak sensual dan moral, serta mengidentifikasi Ligeia dengan kekuatan dinamis dan misteri seluruh alam semesta". Dengan cerdas menghindari pernyataan-pernyataan yang mungkin memberatkan dirinya sendiri, ia menempatkan Ligeia pada skala besaran kosmik, mengangkatnya keluar dari pertimbangan sebagai makhluk fana.

Setelah merenungkan bimbingan lebih lanjut dari Ligeia "melewati dunia penyelidikan metafisika yang kacau" dengan perasaan bahwa ia "pada akhirnya mungkin akan mencapai tujuan kebijaksanaan yang terlalu berharga secara ilahi untuk tidak dilarang," ia mengamati, "Betapa pedihnya, kesedihan yang kurasakan, setelah beberapa tahun, ketika aku menyaksikan harapan-harapanku yang beralasan itu mengepaskan sayapnya sendiri dan terbang menjauh!" Jarak estetisnya, penggunaan mood subjungtif, dan imaji terbangnya secara halus mencerminkan pemisahan diri, ketidakjelasan, dan tipu daya.

Referensinya pada "kebijaksanaan yang terlalu berharga secara ilahi untuk tidak dilarang" merupakan paradoks yang menyeramkan, yang menunjukkan rasa baik dan jahatnya yang meningkat secara melodramatis, sehingga terdistorsi. Dengan penggunaan bahasa puitis yang mengelak, ia secara tidak sengaja menunjukkan adanya hubungan antara kematian Ligeia dan motif-motif yang hanya ia sadari sebagian.

Perlakuannya yang tidak peka terhadap Ligeia dan motif pembunuhannya diperparah oleh psikopati pengenalan wajahnya, yang merupakan faktor penyebab ketidakmampuannya untuk merespons Ligeia ketika wajahnya menunjukkan ketakutan dan kemudian kesedihan selama perjuangan hidupnya. Studi menunjukkan bahwa individu psikopat dengan defisiensi pengenalan wajah kurang peka terhadap ekspresi ketakutan orang lain.

Ahli saraf menemukan bukti, tidak terbatas pada ketakutan dan kesedihan, tetapi juga defisit pengenalan emosi yang meluas untuk ekspresi wajah dan emosi pada psikopati. Suami Ligeia menunjukkan rasa hormat yang tulus, terombang-ambing antara kekaguman dan ketidakpedulian; memang, ia berada di antara ketidakpedulian non-kriminal dan sikap dingin kriminal. Secara praktis, semua yang kita pelajari dari kematian Ligeia adalah bahwa Ligeia “jatuh sakit” dan bahwa ia “melihat bahwa ia harus mati”.

Sibuk mengungkap rahasia yang terkandung dalam ekspresi matanya, ia mengklaim wawasan yang diberikan oleh "lamanya tahun, dan refleksi selanjutnya" dan mengungkapkan bahwa sumber ketertarikan sekaligus frustrasinya terletak pada tekad Ligeia untuk hidup, yang paling nyata ketika Ligeia sekarat, menghembuskan napas terakhirnya: "Kata-kata tak berdaya untuk menyampaikan gambaran yang tepat tentang keganasan perlawanan yang ia perjuangkan melawan Bayangan. Aku mengerang pilu melihat pemandangan menyedihkan itu. Aku ingin menenangkan—aku ingin bernalar; tetapi, dalam intensitas hasrat liarnya untuk hidup—untuk hidup—selain hidup—penghiburan dan akal sehat sama-sama merupakan kebodohan yang paling parah.

Namun, baru pada saat terakhir, di tengah tulisan-tulisan paling gejolak dari jiwanya yang berapi-api, ketenangan lahiriah dari sikapnya terguncang. Suaranya semakin lembut—semakin pelan—namun aku tak ingin berkuat pada makna liar dari kata-kata yang terucap pelan itu. Otakku terhuyung-huyung saat aku mendengarkan dengan terpesona, pada melodi yang lebih dari sekadar fana—pada asumsi dan aspirasi yang tak pernah dikenal oleh kefanaan sebelumnya”.

Demikian pula, dalam kematian Ligeia, suami Ligeia tampak mendapatkan apresiasi penuh atas cintanya; sekali lagi, ia mengagumi tekad Ligeia yang kuat untuk hidup: “Namun hanya dalam kematian, aku sepenuhnya terkesan dengan kekuatan kasih sayangnya. Selama berjam-jam, sambil memegang tanganku, ia mencurahkan di hadapanku luapan hati yang pengabdianya yang lebih dari sekadar bergairah sama dengan penyembahan berhala. Bagaimana mungkin aku pantas diberkati begitu saja oleh pengakuan-pengakuan seperti itu?—bagaimana mungkin aku pantas dikutuk begitu saja dengan kepergian kekasihku di saat ia mengucapkannya? Namun, mengenai hal ini, aku tak sanggup berpanjang-panjang”.

Gambaran Ligeia yang menahan suaminya sesaat sebelum kematiannya muncul dalam gema yang samar namun menggugah dalam pertemuan terakhir mereka. Dengan menggunakan kata "diberkati" dan "dikutuk", narator bermaksud menyiratkan bahwa peristiwa-peristiwa ini, khususnya kematian Ligeia, ditentukan oleh kehendak kebetulan yang tak berperasaan. Sebagai penjabaran paralel dari dua kutub yang bertolak belakang, pertanyaan-pertanyaan retorisnya penting karena ia menahan diri untuk tidak membahas perihal kelayakan atau kesalahannya, sambil menyiratkan bahwa ia sadar berada dalam situasi yang sangat paradoks, bahkan palsu, dan entah tidak mampu atau tidak mau menyelidiki lebih jauh.

Dengan menghalangi jalan menuju pengungkapan lebih lanjut dengan menciptakan jalan baru melalui awan inspirasi yang mengaburkan, sang penutur mengalihkan perhatian kita dari hal-hal konkret dan material. Ia mengungkap rahasia di mata Ligeia, dengan rendah hati

memberikan penghormatan kepada kekuatan cintanya, terutama cintanya pada kehidupan: "Dalam penyerahan diri Ligeia yang lebih dari sekadar kewanitaan kepada cinta yang, sayangnya! Semua tak beralasan, semua tak layak dianugerahkan, akhirnya aku menyadari prinsip kerinduannya dengan hasrat yang begitu liar dan sungguh-sungguh untuk hidup yang kini lenyap begitu cepat.

Kerinduan liar inilah—keinginan yang begitu kuat untuk hidup ini—yang tak mampu kugambarkan—tak ada ungkapan yang mampu kuungkapkan". Keheranannya atas perjuangan hidup Ligeia lebih dari sekadar pujian atas tekadnya; itu adalah pertanda kebangkitan di akhir narasinya. Sebuah eulogi untuk Ligeia, monologinya yang berlarut-larut juga merupakan penebusan dosa dan pembenaran atas rasa bersalah yang tak diakui.

Tatapan matanya mencerminkan kekuatan tekadnya untuk hidup selama perjuangannya menangkis cengkeraman suaminya, yang dirancang untuk merampas napas kehidupannya. Sang suami mengungkapkan bahwa "ia meninggal". Ia menggambarkan kematian Ligeia secara puitis, hampir seperti sebuah peristiwa sastra. Dengan napas terakhirnya, Ligeia mengulangi rumusan yang mengancam: "Manusia tidak menyerahkan dirinya kepada para malaikat, atau kepada kematian sepenuhnya, kecuali hanya melalui kelemahan kehendaknya yang rapuh".

Pernyataan akhir yang penuh teka-teki ini menunjukkan bahwa Ligeia melihat dalam tatapan tajam suaminya motif tersembunyi; tekadnya untuk melihatnya menghembuskan napas terakhirnya dimotivasi oleh keinginannya untuk memiliki kekayaan materinya. Maka, setelah memuji atribut-atribut Ligeia, yaitu cinta, keindahan, pengetahuan, dan spiritualitas, ia, dalam selingan santai, mengungkapkan, "Saya tidak kekurangan apa yang dunia sebut kekayaan. Ligeia telah memberi saya jauh lebih banyak, jauh lebih banyak daripada yang biasanya diberikan kepada manusia biasa". Ia bermaksud menyiratkan bahwa kesedihannya telah terkompensasi.

Di sini, Poe mempermainkan kata "kehendak", yang berulang kali diamati oleh suami Ligeia di mata istrinya sebagai kehendak untuk hidup. Kehendak Ligeia untuk hidup justru melipatgandakan upayanya untuk menyingkirkan istrinya agar ia menerima hasilnya sebagai satu-satunya penerima manfaat yang disebutkan dalam wasiat Ligeia, yaitu wasiat terakhir.

Karena psikopati pengenalan wajah membuatnya tidak dapat berbicara tentang ekspresi Ligeia yang penuh kerinduan untuk hidup, ia pun tidak mampu dan tidak mau mengakui perannya dalam kematian Ligeia. Wacana naratifnya langsung beralih dari adegan kematian ke penceritaan tentang bagaimana hidupnya berubah setelah Ligeia meninggal.

Sebagai seorang duda kaya, ia membeli sebuah biara tua di Inggris. Sebagaimana ironisnya dinyatakan oleh kritikus sastra Daniel Hoffman, "Meskipun dirundung duka, ia entah bagaimana menemukan energi sepenuhnya untuk mendekorasi ulang interior bangunan megah ini". Kini setelah Ligeia meninggal, ia secara nyata semakin dekat untuk mengekspresikan dirinya dengan referensi tak sadar pada jenis korespondensi psikosimbolis yang menjadi ciri khas dalam "The Fall of the House of Usher," dengan citra cerminnya (Timmerman).

Hoffman mencatat desain struktural "Ligeia," yang di dalamnya pikiran diidentikkan dengan materi: "Bagian luar biara dan situasinya digambarkan dengan hampir setiap kata sifat dalam repertoar Gotik: keagungan yang paling liar, paling jarang dikunjungi, suram, dan muram, penampilan yang buas, melankolis, dan kenangan yang dihormati waktu, pengabaian total, wilayah yang terpencil dan tidak sosial, pembusukan yang menghiju. Diksi dekadensi yang ditimbulkan oleh kehancuran dan waktu ini dipadukan dengan diksi dekadensi yang ditimbulkan oleh kehendak manusia".

Narator dalam "Ligeia" menyatakan bahwa kondisi pikirannya yang kacau setelah Ligeia meninggal membuatnya tiba-tiba menikah dengan Lady Rowena (LR). Ia melaporkan bahwa "seolah-olah dalam kepikunan duka" ia meninggalkan "kota yang redup dan membusuk di tepi Sungai Rhine" dan menjadi "budak yang terikat dalam belunggu opium". Dia menekan rasa bersalahnya dan menghubungkan tekanan mentalnya dengan kesedihan yang mendalam dan kecanduan opium, yang merupakan kepalsuan, sebuah strategi terpadu yang merupakan gejala psikopati dominasi tanpa rasa takutnya.

Poe mempersiapkan pembaca untuk adegan klimaks pengenalan wajah, dengan membangun paralelisme simbolis psikologis. Meskipun fokus utama Poe adalah menggambarkan Rowena sebagai "kendaraan", sebuah bayangan adegan kebangkitan di akhir kisah, sang suami yang baru menikah dan menjanda ingin merefikasi Rowena dengan cara yang sama seperti ia memanipulasi Ligeia. Cenderung membuat pengakuan palsu tentang kegagalan ingatan, kebingungan, lamunan, dan melankolis, ia mengungkapkan bahwa pernikahannya dengan Rowena terjadi di "momen keterasingan mental". Lebih lanjut, ia menyimpan kecurigaan samar bahwa keluarga Rowena mengizinkan pernikahan itu "karena haus akan emas". Ia menyiratkan bahwa Rowena menikahinya demi uang, tetapi ia gagal menyadari bahwa tuduhannya merupakan proyeksi dari hausnya akan emas. Subteks Poe secara halus menyiratkan bahwa narator dalam "Ligeia" adalah seorang uxoricide berantai, seorang pembicara kompulsif yang secara tidak sengaja mengungkapkan motifnya membunuh kedua istrinya yang cantik.

Memohon maaf atas cengkeramannya yang licin pada fakta-fakta penting, ia dengan bangga menunjukkan kemampuannya untuk memberikan deskripsi detail tentang kamar pengantin Rowena. Namun, gambaran hidup yang ia lukis tidak sekadar deskriptif. Juga tidak samar dan impresionistis. Kisahnya tentang kamar yang ia pilih dan rancang bersifat objektif sekaligus subjektif. Dahulu merupakan tempat peristirahatan biara yang terbengkalai tempat para pria berpakaian hitam berkumpul dalam persekutuan mistis dan ibadah keagamaan, kamar pengantin tersebut secara simbolis mencerminkan pergulatan batin sang pengantin pria.

Dalam mempersiapkan kamar pengantin, suami Rowena secara tepat dan tanpa sadar mengatur skema warna agar sesuai dengan gambaran Ligeia yang ia ingat. Tanpa disadari, ia mengungkapkan motif bawah sadar yang bersifat jahat sekaligus baik hati. Warna hitam, yang secara tradisional dikaitkan dengan duka dan penghormatan, juga membangkitkan kejahatan. Poe menjalin ketidakandalan sang duda sebagai pendongeng ke dalam wacana naratif sebagai benang sindiran sinis yang mencolok yang dipegang erat oleh Poe, yang menyelidiki psikopati

pengenalan wajah sang narator. Ketika kita menganalisis subteksnya, kita akan menemukan bentuk duplikasi yang rumit. Narator gagal menanggapi citra kebaikan yang ia puja, Ligeia, yang atas namanya ia menyingkirkan Rowena.

Kesalahan dirinya sebagai reflektor realitas yang sangat cacat sangatlah kompleks. Monologinya dipenuhi dengan ambivalensi aneh yang dapat ditelusuri kembali ke statusnya yang ambigu sebagai narator yang tidak dapat diandalkan yang "frustrasi oleh cacat psikis yang ia sadari tetapi tidak pahami".

Lebih memilih hidup di tengah dunia bayangan dan penglihatan yang ditimbulkan oleh opium daripada mengesampingkan realitas eksistensial, ia mencoba menenangkan hati nuraninya dan dengan patuh memenuhi kebutuhan Rowena. Ia menunjukkan kesadaran laten akan dilema psikologisnya beserta implikasi moralnya yang inheren, tetapi ia gagal menanggapi tanda-tanda peringatan yang disaring melalui layar ganda delusi obsesif dan penipuan diri yang disengaja, yang ia rasakan samar-samar sebagai indikasi kehadiran dan kolusi Ligeia.

Meskipun Ligeia dan Rowena merepresentasikan kekuatan yang berlawanan dalam benaknya, termasuk yang ideal versus yang nyata, yang diinginkan versus yang hina, yang positif versus yang negatif, dan yang spiritual versus yang material, kedua perempuan ini dapat dipandang sebagai figur hati nurani yang tersamar yang tanpa disadari dihadirkan oleh narator sebagai proyeksi yang mencerminkan rasa moralnya yang retak. Kisahnya yang bermuka dua juga mengandung evokasi puitis atas kritik Poe terhadap narator yang terganggu mental dan gila kriminal. Memang, seperti narator dalam kisah Poe "The Sphinx", yang kekurangan perspektif membuatnya melihat serangga sebagai monster raksasa, narator dalam "Ligeia" menderita gangguan penglihatan yang dapat ditelusuri kembali ke gangguan psikis yang dikenal sebagai psikopati pengenalan wajah. Ironisnya, narator yang telah dua kali menjanda ini menggambarkan Ligeia sebagai gambaran kebaikan mutlak yang tak terhapuskan, dan ia sengaja menggunakan gambaran berhalwa sebagai penghalang yang mencegahnya menghadapi kesalahannya.

Meskipun ia dengan mudah mengakui bahwa ia "sayangnya pelupa tentang topik-topik yang sangat penting", ia ingat betul "arsitektur dan dekorasi" kamar pengantin yang ia tinggali bersama Rowena. Ia menegaskan bahwa "tidak ada sistem, tidak ada tata cara, dalam tampilan fantastis itu, yang dapat mempertahankan ingatan"; penataan ruangan, pada kenyataannya, ditentukan oleh prinsip pengorganisasian yang diatur secara psikologis. Deskripsinya tentang kamar pengantin tersebut mencerminkan gambaran bawah sadarnya tentang Ligeia dan hubungannya dengan kedua istrinya. Tanpa disadari, ia membentuk pola deskripsinya untuk menunjukkan apa yang gagal ia akui.

Kehadiran Ligeia tetap terbayang dalam benaknya, bukan sekadar sebagai kenangan memilukan, tetapi dengan cara yang mirip dengan cara tokoh hati nurani mengejar narator, seorang penjudi fantastik, dalam kisah doppelgänger Poe, "William Wilson." Sebagaimana ditunjukkan oleh berbagai bentuk proyeksi, tingkat kesadarannya dalam "Ligeia" secara kualitatif berbeda, jika tidak jauh lebih rendah, dari Wilson, yang setidaknya merasa sedang ditegur oleh seseorang yang hampir mirip dengannya dalam segala hal. Tidak seperti kembaran Wilson, Ligeia dipandang oleh suaminya bukan sebagai figur nurani maupun musuh

bebuyutan. Namun demikian, seperti dalam "William Wilson", protagonis dalam "Ligeia" mengaku bertemu dengan makhluk gaib, yang menegaskan jalan menuju kegilaan yang direncanakan secara semi-sadar, sehingga menjadi kegelapan moral, yang sebagian dimotivasi oleh rasa moral yang retak.

Sifat psikodramatisnya, yang menyingkapkan keasyikan narator yang menyiksa dengan Ligeia, kamar kematian pengantin terletak di "menara tinggi biara berkastel," dan seperti dahi Ligeia, "berukuran luas." Layaknya narator, ruangan itu hanya memiliki satu pemandangan: "Menempati seluruh sisi selatan pentagon adalah satu-satunya jendela—lembaran kaca besar yang tak pecah dari Venesia—satu panel, dan berwarna kelam, sehingga sinar matahari atau bulan, yang melewatinya, jatuh dengan kilau mengerikan pada benda-benda di dalamnya".

Mata indah Ligeia, yang kini mati karena suatu penyakit yang tak disebutkan namanya, dalam benak narator, telah direduksi menjadi angka yang mengerikan, satu, sebagaimana narator dalam "Kucing Hitam" mencungkil mata Pluto, yang meramalkan pembunuhan mengerikan atas istrinya. Di atas jendela besar ini terdapat "kerajinan teralis dari tanaman merambat tua". Dalam upayanya untuk mendekati ekspresi di mata Ligeia, narator memulai dengan "survei tanaman merambat yang tumbuh cepat". Sejalan dengan pembelajaran Ligeia yang "luar biasa" adalah langit-langitnya, yang "sangat tinggi, berkubah," tetapi juga "dihiasi dengan rumit spesimen-spesimen paling liar dan paling aneh dari perangkat semi-Gotik, semi-Druid". Dari ceruk tengah dan terdalam kubah tersebut "tergantung sebuah pedupaan besar" dari emas "dengan banyak perforasi yang dirancang sedemikian rupa sehingga menggeliat keluar masuknya, seolah-olah diresapi vitalitas ular, rangkaian api berwarna-warni yang terus-menerus".

Dipenuhi oleh kerinduannya yang membara akan Ligeia, narator menciptakan sebuah arabesque seukuran ruangan, sebuah sulaman ekspresionistis di mana bentuk-bentuk yang penuh hiasan dan tegas menelusuri gerakan-gerakan bengkok dari penipuan diri dan rasa bersalahnya yang jahat. Jung mengamati bahwa seorang penggembala babi rendah dengan sia-sia mencoba menjangkau "putri bangsawan" yang mewakili "kesadaran yang lebih tinggi", namun gagal karena citranya merupakan "padanan feminin" dari "kesadaran maskulin" sang putri; dengan demikian, sang putri merepresentasikan "alam bawah sadar" dan "alam atas" sang putri, dan ketika sang putri mencapainya, ia "berdiri setinggi di atas 'alam bawah sadar' seperti di atas permukaan bumi".

Terjalin ke dalam tekstur cerita adalah gambaran-gambaran aneh dan terdistorsi, yang muncul, meskipun tak disadari oleh narator, dari kedalaman alam bawah sadarnya, gambaran eksentrik yang mengingatkan kembali pada taman Eden dalam Alkitab dan godaan Adam dan Hawa oleh seekor ular yang fasih dan jahat.

Membangkai gambaran kamar pengantin yang hidup, dramatis, dan dibuat-buat ini, penuh dengan kiasan miring ke Ligeia, adalah sofa berkanopi "yang dipahat dari kayu eboni padat," "granit hitam" di setiap sudut dan kain emas tebal "berbintik-bintik di seluruh, pada interval yang tidak teratur, dengan figur-figur arabesque, berdiameter sekitar satu kaki, dan ditempa di atas kain dengan pola-pola hitam yang paling pekat".

Narator mengungkapkan bahwa bagi siapa pun yang memasuki ruangan, figur-figur arabesque "memiliki penampilan monster sederhana; tetapi setelah maju lebih jauh, penampilan ini secara bertahap hilang." Setelah menembus kamar, seorang pengunjung, hanya sebagai akibat dari perubahan sudut pandang, "melihat dirinya dikelilingi oleh suksesi tak berujung dari bentuk-bentuk mengerikan yang muncul dalam tidur bersalah biarawan itu". Pertunjukan ini semakin memukau berkat kepiawaian narator: "Efek phantasma gorik semakin diperkuat dengan pengenalan artifisial aliran angin kencang dan terus-menerus di balik tirai—memberikan animasi yang mengerikan dan meresahkan pada keseluruhan cerita".

Basler mengamati, "Meskipun narasinya menghindari apa pun yang menyiratkan upaya pembunuhan fisik, terdapat pengakuan tak disengaja atas kekejaman psikologis yang disengaja dalam perabotan mengerikan apartemen dan dalam suara serta gerakan aneh yang dirancang untuk menghasilkan efek hantu". Namun, ruangan itu juga merupakan tampilan ekspresionistis yang memukau dari ingatan narator yang gelisah tentang Ligeia, kematiannya yang mendadak, dan rasa bersalah suaminya yang terpendam. Ada kemungkinan narator menduga Ligeia meninggal karena sifatnya sendiri yang jauh kurang sempurna. Misalnya, ia mengakui bahwa ia "seharusnya tidak meragukan" cinta Ligeia.

Bagaimanapun, setelah kematian Rowena, naluri rendahnya tampaknya mengalahkan semua yang diperjuangkan Ligeia. Meskipun demikian, deskripsinya tentang kamar pengantin dan adegan terakhir menunjukkan bahwa ia, seperti penjudi petualang dalam "William Wilson," secara tidak sadar merencanakan kembalinya visi mimpinya, hati nuraninya. Bahwa pengabaianya yang disengaja terhadap Rowena menumbangkan cita-cita yang ia cari adalah pertimbangan yang tidak mampu, tentu saja tidak mau, ia hadapi. Ia menyatakan bahwa di kamar pengantin ini, ia menghabiskan "jam-jam yang tidak suci" bersama Rowena, yang ia "benci... dengan kebencian yang lebih dimiliki iblis daripada manusia".

Terintimidasi oleh perasaan tidak menyenangkan ini, ia tiba-tiba mengubah pokok bahasan: "Ingatanku terbang kembali, (oh, dengan intensitas penyesalan yang amat besar!) kepada Ligeia, yang terkasih, yang agung, yang cantik, yang terkubur". Alih-alih memberikan pengaruh yang baik, idealisasinya justru menciptakan dalam dirinya sebuah keinginan kematian metafisik yang mengerikan, sebuah keharusan untuk mengejutkan dirinya sendiri hingga tak sadarkan diri dengan sebuah gambaran kehampaan putih murni, sebuah gambaran menyilaukan yang ia namakan "Ligeia."

Dalam episode terakhir, ia dengan obsesif menceritakan dengan presisi dan kejelasan yang tampak, gerakan progresifnya menuju kegilaan. Ia adalah pelarian yang penuh gairah, nyaris membahagiakan, dari kenyataan. Namun, di saat-saat keraguan singkat, nada dan ritme narasi yang semakin mendesak berbalik pada diri mereka sendiri, dengan demikian menandai kebingungannya yang mendalam, osilasi batinnya antara kepalsuan dan kebenaran yang terlupakan, kebahagiaan palsu dan kesengsaraan yang tak tertahankan.

Meskipun ia menyajikan penjagaan kematian sebagai upaya yang berhasil untuk melampaui batas-batas realitas, puncaknya adalah apa yang disebut kebangkitan Ligeia, sekaligus secara tidak langsung menawarkan petunjuk, yang secara halus dijalin ke dalam wacananya oleh Poe, yang tetap acuh tak acuh dan menahan diri untuk tidak memberikan

komentar editorial. Petunjuk-petunjuk ini menerangi rasa moral para narator yang hampir sepenuhnya tertekan.

Dengan transformasi Rowena yang tampak, ramalan Ligeia pun terpenuhi: "Padam—padamlah lampu—padam semuanya!/Dan di atas setiap sosok yang gemetar,/Tirai, kain kafan,/Turun bersama deru badai,/Dan para malaikat, semuanya pucat dan pucat,/Muncul, menyingkap, menegaskan/Bahwa lakon itu adalah tragedi, 'Manusia,'/Dan pahlawannya adalah Cacing Penakluk". Panggung yang telah ditentukan tampaknya memiliki kehidupannya sendiri. Bayangan-bayangan yang menakutkan dan bisikan angin yang mengancam meneror Rowena, tetapi sosok-sosok yang menggeliat itu bertindak sebagai kaki tangan suaminya, yang berniat menemui Ligeia.

Ia menyadari kehadiran, "bayangan samar dan tak jelas dari aspek malaikat," lalu ia mendengar "langkah kaki lembut di atas karpet." Pada momen berikutnya, ia melaporkan, "Saya melihat, jatuh ke dalam piala, seolah-olah dari suatu mata air tak kasat mata di atmosfer ruangan, tiga atau empat tetes besar cairan berwarna merah delima yang cemerlang" (II, 263). Karena Rowena dengan patuh menelan anggur tersebut, narator menyatakan dengan meyakinkan bahwa ia mungkin membayangkan ada sesuatu yang salah. Namun, ia memberanikan diri untuk mengakui: "Namun saya tidak dapat menyembunyikannya dari persepsi saya sendiri bahwa, segera setelah jatuhnya tetesan merah delima tersebut, perubahan cepat ke arah yang lebih buruk terjadi pada istri saya yang sedang gelisah".

Tentu saja mungkin, seperti yang dikemukakan Basler, bahwa "Ini adalah ilusi-harapan bahwa bukan dia, melainkan hantu Ligeia, yang memangsa tubuh Rowena yang putus asa dan demam". Namun, kehadiran bayangan ini, yang tak diragukan lagi merupakan kiasan kepada Ligeia, mungkin juga menunjukkan kesadarannya yang samar-samar bahwa ia terlibat dalam perbuatan salah. Kehadiran yang luar biasa itu mungkin sekali menunjukkan bahwa Ligeia ada di sana, sama seperti kembaran Wilson selalu ada di sana, untuk memberi peringatan kepada narator.

Dengan demikian, bayangan yang diproyeksikan melambangkan niat jahat—untuk meracuni Rowena—tetapi juga kesadaran moral yang parsial. Di inti keberadaannya terdapat kesadaran dan keinginan untuk menipu diri sendiri. Yang menggoyahkan keseimbangan adalah imajinasinya yang tidak teratur. Pada "tengah malam, atau mungkin lebih awal, atau lebih lambat", ia membayangkan ia mendengar "isak tangis, rendah, lembut, tetapi sangat jelas, dari ranjang kayu hitam—ranjang kematian" dan menganggap ini sebagai tanda bahwa, ia menduga, "Jiwaku terbangun di dalam diriku". Dalam hal ini, "jiwa" berarti "imajinasi," dan pernyataannya menunjukkan resesi psikis saat ia terus menutup dirinya dari dunia nyata.

Meskipun tampak berupaya menunjukkan kepedulian terhadap Rowena, ia justru semakin tertekan dan takut ketika Rowena, yang masih tetap menjadi Rowena, tampak kembali kuat. Untuk memberi kesan bahwa ia sepenuhnya menyadari kewajiban moralnya kepada Rowena, ia melaporkan bahwa pada dua kesempatan, tugas mendorongnya untuk merawatnya, tetapi cara bicaranya justru mengkhianati keinginannya yang sebenarnya: "Namun, rasa tanggung jawab akhirnya muncul dan memulihkan ketenanganku. Aku tak lagi ragu bahwa kami telah tergesa-gesa dalam persiapan—bahwa Rowena masih hidup".

Meskipun sesekali kecewa dengan keinginannya untuk melihat Ligeia hidup, dan pada saat yang sama Rowena mati, ia justru merasa puas ketika Rowena tampak bersekolong dengannya dan jatuh ke dalam "kepuatan yang bahkan lebih dari pudarnya marmer", karena kini ia lebih mirip Ligeia, yang ingin ia hidupkan kembali. Tanda-tanda kehangatan dalam diri Rowena mengakibatkan berkurangnya "penglihatan Ligeia yang penuh gairah saat terjaga" dan tampaknya memicu rasa tanggung jawab dalam dirinya: "Aku mendengarkan—dengan ngeri yang amat sangat. Suara itu terdengar lagi—itu adalah desahan. Bergegas menghampiri mayat itu, aku melihat—dengan jelas melihat—getaran di bibir. Aku merasa penglihatanku meredup, akal sehatku mengembara; dan hanya dengan usaha keras akhirnya aku berhasil menguatkan diri untuk tugas yang sekali lagi ditunjukkan oleh tugas itu". Ia merangkum, atau mempersingkat, langkah-langkah selanjutnya dalam "drama kebangkitan yang mengerikan" di mana ia, yang ditempatkan secara strategis di tengah tirai yang tertiuip angin dan sosok-sosok arabesque yang menari, tetapi juga kaku karena ketakutan, menjadi "mangsa tak berdaya dari pusaran emosi yang hebat".

Ketika sosok yang terselubung itu akhirnya muncul, suaminya, yang sebenarnya khawatir telah menjalani cobaan pengawasan terhadap seorang perempuan yang menolak mati, mempertanyakan kewarasannya sendiri, memprotes bahwa ia terperangkap dalam "gangguan pikiran yang gila" dan, secara lahiriah, "lumpuh" dan "dingin seperti batu". Saat sosok yang terhuyung-huyung itu mendekat, ia, tampaknya untuk menunjukkan lemahnya kendali atas akal sehat, tetapi dengan nada yang sekaligus penuh kemenangan dan histeris, secara dramatis mengulang serangkaian pertanyaan retorik yang dirancang untuk membangkitkan kepercayaan pada hal-hal supernatural.

Jika kalimat-kalimatnya yang berliku-liku menggeliat seperti "bentuk merayap" Cacing Penakluk, kalimat-kalimat itu juga secara halus mengumumkan dosanya dan keniscayaan kematian. Kemunculan Ligeia sebagai makhluk supernatural menandakan hilangnya kesadaran eksistensialnya, dan karenanya hilangnya hati nurani. Adegan penutup dalam cerita tersebut secara tidak langsung menunjukkan bahwa ia bukan mewakili seorang Adam, melainkan seorang "Manusia" yang jatuh ke dalam kegelapan delusi obsesif-kompulsifnya. Seperti "para pantomim, dalam wujud Tuhan di atas sana," yang ia bicarakan, narator adalah boneka yang bertindak "Atas perintah benda-benda tak berbentuk yang luas/Yang menggeser pemandangan ke sana kemari,/Mengepak dari sayap Condor mereka/Woah Tak Terlihat!".

Pada akhirnya, panggung yang ditata dalam desain arabesque hitam dan emas, disusun dalam kekacauan yang tampak, sang monologis melihat, dalam imajinasinya yang fantastis, rambut hitam legam Ligeia yang tertiuip angin menyatu dan menggantikan rambut emas Rowena. Terjalin secara mengerikan ke dalam narasi, warna hitam dan emas kemudian mewakili faksi-faksi yang bertikai dalam pikiran narator yang kacau. Di momen terakhir fabel, sang pendongeng, pikirannya secara efektif terkoyak dari tubuh eksistensialnya, melihat, dalam atmosfer yang tereterisasi, Roh yang terindividualisasi: "Mengalir keluar, ke dalam atmosfer ruangan yang deras itu, gumpalan besar rambut panjang dan acak-acakan; itu lebih hitam daripada sayap tengah malam!".

Perbandingannya mungkin lebih menggambarkan apa yang sebenarnya ia lihat daripada yang ia sadari. Ia pikir ia menghendaki Ligeia kembali ada atau bahwa ia menghendaki dirinya kembali hidup. Tetapi bagaimanapun juga, itu adalah delusi diri, kepercayaan pada fantasi-harapan. Namun, ia merasa terekspos, sebagai ilmuwan gila yang menyadari bahwa ia adalah bajingan yang bermuka dua. Klaimnya tentang visi apokaliptik mungkin saja asli; dengan membayangkannya, ia sesaat menghancurkan hubungannya dengan rencana jahat dan gilanya.

Secara halus, Poe menyindir upaya retreat yang berlebihan ke ranah abstraksi, yang dibentuk sesuai dengan kaidah Romantisisme, termasuk supranatural, transendentalisme, dan Gotikisme, yang merupakan bentuk-bentuk eksekutif romantis. Pada saat yang sama, Poe menyampaikan kesan yang gamblang tentang perjumpaannya yang berbahaya dengan kematian. Ini adalah salah satu tema Poe yang paling intens. Daniel Hoffman menyatakan bahwa "Kematian adalah kepunahan pribadi, penghapusan kumpulan sensasi dan ingatan tertentu ini, dan karenanya menakutkan. Kematian juga merupakan pembebasan dari ingatan dan sensasi di mana orang tertentu ini, kombinasi atom tertentu ini yang terpisah dari kesatuan asalnya, terpenjara—dan dengan demikian kematian disambut".

Namun dalam "Ligeia," sikap menantang maut sang duda merupakan bentuk kepunahan dan pembebasan pribadi yang agak berbeda. Kebangkitan kembali Ligeia, yang bergantung pada kematian Rowena, merupakan penghapusan sebagian batasan eksistensial dan pembebasan yang disambut baik dari tanggung jawab moral. "Ligeia," yang dianggap Poe sebagai "kisah terbaiknya", lebih dari sekadar kisah sensasional tentang hal-hal supernatural yang diceritakan oleh orang gila. Ini adalah pengakuan kepercayaan pada hal-hal supernatural yang bukan bersumber dari candu, keajaiban, atau kegilaan, melainkan dari penipuan diri yang disengaja namun pengecut.

Secara psikoetika, narator membayangkan kondisi mati-hidup. Keterasingan dan pemenjarannya merupakan gejala, sekaligus gambaran, dari delusi diri. Teror, yang mungkin diperparah oleh rasa bersalah yang menjijikkan, dan keagungan, yang ironisnya disajikan oleh Poe sebagai rasa ideal yang dilebih-lebihkan, saling terkait. Tak sepenuhnya dibuktikan oleh idealisme romantisnya, narator, yang menyiratkan bahwa hantu Ligeia telah meracuni Rowena, dan menyajikan transformasi Rowena yang direka-reka atau imajiner sebagai kemenangan supernatural, menemukan pembebasan dalam superposisi rasa bersalah dan tidak bersalah, antara kematian dan kehidupan, yang disengaja, meskipun belum tentu disadari, mungkin semi-sadar.

Kemunculan Ligeia yang mengejutkan di akhir cerita, seperti halnya kembaran Wilson, tak hanya menegaskan kemerosotan sang duda yang nyata menuju kegilaan, tetapi juga membangkitkan konflik moral, duplikasi yang menjadi inti monolog. Bagi narator yang bingung secara moral, Ligeia adalah semacam jimat yang cacat. Ia sekaligus mewakili keharusan moral yang samar-samar dirasakan dan lisensi supernatural untuk meracuni Rowena. Paradoksnya, kesetiiaannya yang kaku kepada Ligeia tampaknya menghalanginya untuk bertindak berdasarkan cita-cita yang menurutnya ditanamkan oleh Ligeia dalam dirinya. Digagalkan oleh rasa takut dan obsesi, narator dalam "Ligeia" gagal untuk sepenuhnya menghargai kebaikan

yang ia yakini ia lihat dalam diri Ligeia. Psikopati pengenalan wajahnya melampaui gangguan penglihatan apa pun hingga ke penglihatannya dan merupakan aspek yang meresap dari kepribadian dan karakternya.

Seni sastra Poe menutupi rasa bersalah sang pembunuh istri berantai, secara paradoks, dalam kata-kata yang diucapkan oleh protagonis laki-laki yang merasa harus berbicara. Didorong oleh rasa bersalah yang tidak diakui, ia melihat sekilas kebenaran, tetapi ia menggantikan citra dirinya sendiri sebagai seorang pembunuh yang menguntit wanita kaya yang dimotivasi oleh ketamakan. Avatar atavistik Faust, sang duda, melambangkan nafsu yang tak terpuaskan untuk mobilitas ke atas. Tetapi semakin tinggi pendaki sosial yang kejam itu naik, semakin besar psikopati pengenalan wajahnya karena ia tidak lagi memiliki kepribadian sebagai anggota masyarakat manusia yang berkelanjutan.

#### 4.8 PERSEPSI NEUROKOGNITIF DAN PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Dalam "William Wilson," Poe secara ironis menunjukkan bahwa konsep hati nurani dan keyakinan akan hati nurani tidak serta merta mengarahkan seseorang untuk bertindak atau berbicara dengan itikad baik. Dalam pengakuan di ranjang kematiannya, narator menampilkan dirinya sebagai "budak keadaan di luar kendali manusia" dan "korban kengerian dan misteri dari penglihatan sublunar yang paling liar". Dikisahkan dalam bentuk lampau, kisah ini diceritakan dari sudut pandang seorang pahlawan tragis gadungan yang "tujuannya saat ini" adalah "untuk menetapkan" "asal-usul" dari "peningkatan keburukan yang tiba-tiba" yang menandai awal dari "zaman" malang dalam hidupnya, "tahun-tahun terakhirnya".

Jika monolog melodramatisnya diterima begitu saja, sang monolog tampak terpaksa membunuh hati nuraninya, yang mengakibatkan kehidupan yang penuh "kesengsaraan yang tak terkatakan" dan "kejahatan yang tak terampuni". Dalam perjalanan narasi, narator tanpa disadari mengungkapkan bagaimana ia, melalui kesengajaan dan delusi diri, telah melakukan "godaan" dan kejatuhan yang ia kaitkan dengan "penyiksanya", "penjahat terkutuk", William Wilson.

Dalam penolakannya yang konsisten terhadap identifikasi dengan bagian dirinya yang terasing, yaitu hati nurani (dirasakan secara samar-samar, tidak lengkap, namun intens oleh narator sebagai keharusan moral dan tugas serta kewajiban etis yang ditumpangkan), ia mengkhianati hati nuraninya (yang secara menggugah didefinisikan oleh subteks Poe sebagai kesadaran moral yang utuh). Hati nurani bukan hanya alter ego, tetapi juga harus dipahami menurut makna Prancis dari kata "la conscience", yang mencakup kesadaran, rasa moral, ketelitian, dan ketulusan.

Narator orang pertama dalam "William Wilson" terbukti menjadi model psikopati pengenalan wajah, yang terutama bermanifestasi sebagai antisosialitas impulsif. Ciri-ciri kepribadian dominannya meliputi pemberontakan, impulsivitas, agresi, dan keterasingan, yang berkorelasi negatif dengan status sosial ekonomi dan kecerdasan verbalnya, dan ditemukan berkorelasi positif dengan penyimpangan antisosial masa kanak-kanak yang menyebabkan penyalahgunaan zat dan antisosialitas di masa dewasanya. Berdasarkan pengakuannya sebagai upaya untuk mendapatkan "simpati" dari "sesama manusia",

narasinya, yang diceritakan dalam bentuk monolog yang berpusat pada diri sendiri, ironisnya, merupakan pengkhianatan diri.

Dengan setiap kata yang diucapkannya, ia tanpa sengaja mengejek citra diri yang ia tawarkan. Pada akhirnya, narator-monologis adalah korban dari kesadarannya yang rusak. Terlepas dari klaimnya akan moralitas yang telah dipelajarinya, ia menafsirkan perjalanan ke dunia supernatural sebagai momen tragis dari wawasan moral. Psikopati pengenalan wajahnya yang kurang, yang memengaruhi perilakunya yang dapat diamati, mencegahnya melihat dirinya sendiri apa adanya. Dengan demikian, antisosialitas impulsif dan keterasingan diri saling terkait erat. Ia memproyeksikan ketidakmampuannya untuk memahami dirinya sendiri secara emosional saat ia bersikap memberontak terhadap lingkungan sosialnya. Dorongan defensifnya untuk melindungi jati dirinya yang rapuh dapat diamati sebagai agresi.

Profesinya sebagai penjudi terhormat memberdayakannya untuk menuntut ganti rugi yang diperhitungkan sebagai kompensasi atas perlakuannya yang dikorbankan oleh masyarakat. Ia adalah model psikopati pengenalan wajah yang lebih canggih daripada kasus pembunuhan berantai dalam "Ligeia" karena ia secara sadar dan sengaja berusaha membalas dendam kepada masyarakat karena gagal mencegahnya menjadi paria sosial.

Sebagai penulis "William Wilson," Poe secara tidak langsung menunjukkan pemahaman yang simpatik terhadap sang protagonis, yang menyediakan data faktual untuk membangun riwayat medis. Yang tersisa adalah diagnosis dan perawatan yang sesuai dengan kebutuhan penjudi terhormat ini yang terganggu oleh gejala-gejalanya tanpa memiliki akses ke profesional medis dan kesehatan masyarakat untuk memberinya perawatan paliatif guna meringankan penderitaannya sebagai pasien psikopati pengenalan wajah yang laporannya mengungkapkan bahwa dia adalah korban sindrom antisosial impulsif.

Dibebani keputusasaan, namun bersusah payah menggambarkan secara rinci rangkaian peristiwa yang menyebabkan keruntuhannya, narator monolog tampaknya tidak menyadari pentingnya kisahnya. Oleh karena itu, ia menggambarkan dirinya sebagai seorang penggaruk yang suka bersenang-senang yang dihasut oleh Wilson untuk membunuh Wilson, yang ternyata, secara paradoks, merupakan hati nurani sekaligus penyebab kriminalitas narator monolog selanjutnya.

Dipandang oleh narator monolog sebagai hantu yang menganiaya dan ada di mana-mana yang tak henti-hentinya mengkhianatinya, Wilson tampaknya telah melacak narator monolog dengan plot dan kegigihan Monsieur C. Auguste Dupin, detektif amatir dalam "Murders in the Rue Morgue" (1841) karya Poe, yang menggunakan metodologi ilmiah untuk memecahkan kasus pembunuhan dua perempuan di Paris oleh seekor orangutan yang ditangkap oleh seorang pelaut Inggris di Kalimantan (Indonesia), pulau terbesar di Asia.

Bahkan ketika ia mengenang kembali pengalamannya, Wilson gagal mempertimbangkan sepenuhnya motif dan tujuan akhir narator monolog tersebut. Karena tidak menyadari bahwa penolakannya terhadap otoritas moral didasarkan pada rasa hormat yang berlebihan, menyimpang, dan karenanya palsu, narator yang tidak dapat diandalkan tersebut tidak menyelesaikan persoalan mendasar, *raison d'être* (alasan keberadaan) kembarannya. Poe-lah yang secara tidak langsung, melalui evokasi simbolis psikologis,

mengungkapkan jawaban atas pertanyaan retorik monolog narator, "Tetapi siapa dan apa Wilson ini? dan dari mana asalnya? dan apa tujuannya?"

Secara tidak langsung, Poe menyiratkan bahwa kembar Wilson berutang keberadaannya pada kesadaran moral monolog narator yang kuat, meskipun ditekan, yang dipadukan dengan kebutuhan psikologis akan kambing hitam yang dianggap bersalah, dan bersamaan dengan itu, rasa tanggung jawab, yang disangkal oleh monolog narator dalam pernyataannya yang pemaarah tentang "hak alami untuk bertindak sendiri". Melindungi posisinya dengan memberikan kesan palsu di awal, narator monolog berpose sebagai pahlawan Byronik yang menunjukkan ketidakpedulian sembrono terhadap uang.

Dipaksa oleh keburukan yang meluas dan keengganan untuk menodai "halaman yang adil," ia menyembunyikan "sebutan aslinya" dengan kedok nama samaran, "gelar fiktif yang tidak terlalu berbeda dengan yang asli". Baris pembukanya, "Biarkan aku menyebut diriku, untuk saat ini, William Wilson", mungkin mengingatkan pada pengenalan diri dan kisah narator monolog yang memulai dengan sederhana, "Panggil aku Ismael". Perlakuan Herman Melville terhadap pengejaran dan obsesi dalam *Moby-Dick* (1851) sebanding dengan penyelidikan kepribadian Poe yang sangat terkonsentrasi dalam "William Wilson."

Sementara Melville mengeksplorasi secara dramatis implikasi metafisik dari sebuah pencarian epik, Poe menyelidiki konsekuensi psikologis dan moral dari sebuah pencarian yang berpuncak pada pengkhianatan diri yang tak disadari. Melville menghadirkan narator orang pertama yang dramatis, Ishmael, yang secara simpatik merekam pencarian tragis sang pahlawan yang terobsesi, Kapten Ahab. Ishmael adalah suara yang ekspresif dan penuh kasih, sementara Ahab sepenuhnya diam dan melakukan bunuh diri metafisik.

Sebaliknya, strategi naratologis Poe memungkinkan narator, Wilson, yang juga seorang protagonis yang terobsesi dengan kejahatan, untuk menggambarkan secara tidak simpatik pengejaran yang gigih dan kampanye diam-diam yang dilancarkan oleh hantu hati nuraninya, yang dipersenjatai dengan gagasan untuk menanamkan rasa kewajiban moral.

Meskipun demikian, perbandingan yang cermat dapat ditarik antara hubungan Ahab versus *Moby Dick* dan hubungan Wilson yang jahat yang menjauh dari Wilson yang konon baik. Meskipun pola pengejarannya saling bertentangan, penajaran pencarian yang jelas berbeda ini, yang satu untuk balas dendam yang membara, yang lainnya untuk tujuan mengeluarkan peringatan moral, menunjukkan apa yang mungkin dianggap sebagai kelemahan Wilson yang baik; dorongannya yang teguh untuk mengungkap Wilson yang jahat tidak jauh berbeda kualitasnya dari tekad Ahab yang monomaniak saat ia berusaha menghukum seekor paus sperma karena membela diri dari tombak-tombak maut yang diluncurkan oleh awak kapal *Pequod*. Meskipun pencarian Ahab bersifat solipsistik, dalam konteks novel Melville, Ahab, bagaimanapun juga, sedang mengejar seekor paus sungguhan, yang tentu saja dapat ditafsirkan secara realistik dan simbolis.

Sebaliknya, karakter yang disebutkan dalam judul "William Wilson" karya Poe, pada kenyataannya, merupakan kompresi dan kristalisasi dari kesadaran yang belum sempurna, fragmen-fragmen yang terorganisasi secara tidak sadar, bukan keseluruhan yang koheren, sebuah wujud manusia, yang dipersepsikan Wilson sebagai sosok seperti hantu yang

mewujudkan sifat dan prinsip yang secara sadar ditolak oleh monolog narator, namun tertanam kuat di alam bawah sadarnya. Baik Melville maupun Poe mengomentari secara puitis hasil buruk dan efek merusak diri dari tindakan yang dimotivasi oleh dorongan obsesi yang irasional. Ahab, pada dasarnya, mengorbankan dirinya dan seluruh awak kapal, kecuali Ismael.

Tokoh protagonis Poe berdiri dengan goyah di tepi sumur tanpa dasar (jurang kematian dan ketidakpastian) dan hampir teriris oleh ayunan pedang yang impersonal (bandul waktu kronologis). Seperti Ahab, Wilson memilih untuk menegaskan jati dirinya dengan cara yang merusak diri sendiri. Ia tampak, seperti Ismael, sebagai seorang penyintas. Tertambat dalam rasa kasihan diri dan pembesaran diri yang berlebihan, Wilson meratapi apa yang telah menjadi dirinya: "Oh orang buangan dari semua orang buangan, yang paling ditinggalkan! bagi bumi bukankah engkau selamanya mati? Bagi kehormatannya, bagi bunganya, bagi aspirasi emasnya? dan awan, padat, suram, dan tak terbatas, bukankah ia menggantung selamanya di antara harapanmu dan surga?".

Dengan menggunakan citraan yang membantu memproyeksikan pose yang diadopsinya, Wilson mengobjektifikasi dan mendepersonalisasi aspek-aspek karakternya yang tidak mau ia akui. Ironisnya, upaya untuk mengambil jarak dari dirinya sendiri ini justru memberatkan diri sendiri. Citraan tersebut terdiri dari tampilan bahasa kiasan yang melodramatis, tetapi juga simbolisme yang mengungkapkan diri yang dihasilkan oleh psikopati pengenalan wajahnya. Sadar akan antisosialitasnya yang impulsif, ia melampiaskan frustrasinya dengan bermonolog. Dengan demikian, Poe mengantisipasi metodologi psikoterapi yang dikaitkan dengan ahli saraf Austria dan pendiri psikoanalisis Sigmund Freud (1856–1939).

Pada titik ini, monolog narator Wilson belum menyebut kembarannya; alih-alih, ia menemukan ekspresi metaforis untuk pikiran prasadar yang samar dan menyinggung musuh bebuyutannya sebagai "awan" gelap, tetapi juga sebagai "bayangan" yang melembutkan. Memperkuat posisinya melalui retorika yang bernada melodramatis, ia menyiratkan bahwa sumber keburukan moral dan penderitaannya terletak di luar dirinya. Karena kekuatan eksternal ini, ia melaporkan, "Dari kejahatan yang relatif sepele, aku melangkah, dengan langkah raksasa, menuju kejahatan yang lebih besar daripada kekejian seorang Elah-Gabalus".

Dengan cerdas, dengan perhitungan yang strategis, ia menggunakan hiperbola sehingga perbandingan dirinya dengan seorang kaisar Romawi yang kejam dan bejat membuat pelanggaran tampak tidak mengancam. Anggapannya bahwa ia mengalami transformasi dramatis menyesatkan. Gaya dan ekspresinya yang bertele-tele dan berlebihan menunjukkan sisi ganda yang merugikan diri sendiri. Meskipun ia mendambakan cita-cita seperti kehormatan dan surga, "Aku" yang menjadi narator memperpanjang kariernya sebagai pemain iseng, penajam kartu, merayu, dan merayu dengan memainkan peran seorang pahlawan tragis, yang letih oleh kehidupan yang penuh kejahatan dan penderitaan yang tak tertandingi.

Dengan mengenakan topeng ganda yang mengerikan sebagai penjahat yang merasa dirinya benar, ia bermaksud menunjukkan bahwa membunuh hati nuraninya adalah tindakan membela diri yang dibenarkan, penuh dengan akibat yang tak terduga dan tragis. Meskipun ia mengaitkan makna moral konvensional pada pola peristiwa yang ia ceritakan, ia menunjuk

sebagai penyebab pertama momen tunggal di mana ia secara tirani dipaksa menyerah pada godaan. Membayangkan akhir kisah dan memanfaatkan apa yang ia lihat sebagai momen yang tiba-tiba dan fatal, ia melepaskan diri dari semua kesalahan, mengamati bahwa "Manusia biasanya tumbuh rendah secara bertahap.

Dari saya, dalam sekejap, semua kebajikan jatuh secara fisik seperti mantel. Betapa kebetulan satu peristiwa apa yang menyebabkan hal jahat ini terjadi, bersabarlah sementara saya menceritakannya". Ia menyatakan ketidakbersalahannya kepada siapa pun yang bersedia mendengarkan. "Satu peristiwa" yang ia rujuk mengungkapkan sejauh mana ia secara tidak sadar mengidentifikasi dengan kembarannya. Dalam konfrontasi terakhir, ia, yang murka, menusuk kembarannya, yang entah mengapa, gagal melawan.

Dalam pembalikan yang ambivalen dan ironis, kembarannya menegaskan, "'Kau telah menang, dan aku menyerah. Namun sejak saat itu kau juga mati—mati bagi Dunia, bagi Surga, dan bagi Harapan! Dalam diriku kau ada dan, dalam kematianku, lihatlah melalui gambaran ini, yang merupakan milikmu sendiri, betapa kau telah membunuh dirimu sendiri'". Diberi tanda kutip untuk menunjukkan bahwa ia bermaksud mengutip kembarannya, namun menggemakan penyerahan dirinya sendiri, ia mendramatisasi permainan perannya yang bermuka dua dan penipuan diri yang rumit.

Psikopati pengenalan wajahnya menjadi bumerang sehingga ia menganggap rasa moralnya yang terasing sebagai bayangan cermin yang diproyeksikan. Dengan demikian, kesadarannya menolak rasa moralnya dengan memproyeksikan aspek keberadaan ontologisnya ini dalam bentuk doppelganger, kembaran yang seperti saudara kembar biologis. Makna psikologis dari mekanisme pertahanan ini adalah bahwa karakternya cacat karena keengganan untuk mengambil manfaat dari pengetahuan yang terkandung dalam kesadarannya, namun tetap belum tergal. Poe mengajak para pembacanya untuk merenungkan makna cerita tentang seorang pria yang mengaku telah membunuh hati nuraninya.

Poe mengantisipasi penelitian terkini tentang psikopati pengenalan wajah dengan mendasarkan tema sentral dalam "William Wilson" pada diktum filosofis "Kenali dirimu sendiri," yang diserukan oleh Socrates (469 SM–499 SM). Pada abad ke-21, para peneliti dalam psikopati pengenalan wajah dapat mempelajari "William Wilson" karya Poe sebagai kisah misteri dan imajinasi yang menunjukkan bagaimana pengetahuan dan pemahaman tentang psikopati pengenalan wajah menjelaskan malfungsi proses mental seorang pembunuh, khususnya bagaimana ketidakmampuan mengenali wajah dapat dikaitkan dengan kurangnya pengetahuan diri. Kekurangan dalam pengenalan wajah menghalangi individu untuk belajar berperilaku normal dalam situasi sosial. Jika individu tersebut tidak mengenali wajah orang-orang yang mereka temui dalam lingkaran kerabat, teman, dan kenalan, mereka mungkin juga tidak dapat mengenali diri mereka sendiri di cermin, baik secara harfiah maupun kiasan.

Poe memberikan sketsa biografi tokoh utama dalam "William Wilson", yang memudahkan kita untuk menempatkan diri pada posisi peneliti yang bertugas mendiagnosis penyakit yang memotivasi Wilson untuk menceritakan kisahnya. Baik Wilson berbicara di ruang pemeriksaan medis maupun di pengadilan, ia mengaku tidak bersalah karena

kecenderungan genetiknya untuk menjadi jahat. Ia mengajak kita untuk "mencari... sebuah oasis kecil kematian di tengah belantara kesalahan".

Ia menyajikan kelemahan karakter utamanya sebagai hasil tak terelakkan dari warisannya: "Saya adalah keturunan ras yang temperamennya yang imajinatif dan mudah tersinggung selalu membuatnya luar biasa; dan, di masa bayi saya yang paling awal, saya menunjukkan bahwa saya telah mewarisi sepenuhnya karakter keluarga. Seiring bertambahnya usia, karakter itu berkembang lebih kuat; menjadi, karena berbagai alasan, penyebab keresahan serius bagi teman-teman saya, dan kerugian besar bagi diri saya sendiri. Saya tumbuh dengan kemauan sendiri, kecanduan pada keinginan yang paling liar, dan mangsa nafsu yang paling tak terkendali". "Tenggelam dalam kesengsaraan", ia menemukan kelegaan dalam narasinya yang bertele-tele tentang detail yang tampaknya sepele.

Ada banyak referensi tentang tidur, meditasi, dan pola pikir serta perasaan yang tertanam dalam. Keadaan subjektif ini menemukan ekspresi objektif dalam narasinya tentang kesan-kesan yang bertahan yang membawanya dari realitas yang keras ke alam spiritual yang gelap. Menyeimbangkan sekaligus melengkapi gambaran-gambaran yang menggugah alam semesta batin yang luas ini adalah gambaran konkret tentang pemenjaraan dan keterkungkungan. Gambaran-gambaran embrionik ini, yang menunjukkan religiusitas naif yang diasosiasikan dengan rasa keterkungkungan pribadi, akan diindividualisasikan, menggunakan istilah dari Eureka (1849), puisi kosmologis Poe yang terinspirasi oleh sains, dalam bentuk kembaran Wilson.

Mengenang "desa yang tampak berkabut" masa kecilnya bagaikan surga yang hilang, ia kembali merasakan "dingin menyegarkan dari jalannya yang gelap gulita" dan ia kembali tergetar "dengan kegembiraan yang tak terlukiskan, pada nada lonceng gereja yang dalam dan hampa, yang pecah setiap jam dengan gemuruh yang muram dan tiba-tiba, di atas keheningan atmosfer senja tempat menara Gotik yang reyot itu tertanam dan tertidur". Berhadapan dengan gambaran keheningan yang terukur dan "bagaikan mimpi dan menenangkan jiwa" ini, tergambarlah gambaran penjara: "Lahannya luas, dan dinding bata yang tinggi dan kokoh, dilapisi dengan lapisan mortar dan pecahan kaca, melingkupi semuanya. Benteng yang bagaikan penjara ini membentuk batas wilayah kekuasaan kami".

Sebagaimana ia tegaskan, kita telah memiliki "peringatan ambigu pertama tentang takdir yang kemudian begitu sepenuhnya membayangi saya". Ia membangun pernyataan dramatis ini dan deskripsi-deskripsi sebelumnya, secara verbal melukiskan gambaran yang mencolok tentang kepala sekolahnya. Persepsinya tentang ketidakkonsistenan dalam diri pendeta tersebut mencerminkan perpecahan dalam karakternya sendiri: "Dengan semangat keheranan dan kebingungan yang mendalam, saya ingin memandangnya dari bangku kami yang terpencil di galeri, ketika, dengan langkah khidmat dan lambat, ia naik mimbar!

Pendeta ini, dengan wajah yang begitu sopan dan ramah, dengan jubah yang begitu berkilau dan berkibar bak seorang pendeta, dengan wig yang begitu dibedaki, begitu kaku dan begitu besar, mungkinkah ini dia yang, akhir-akhir ini, dengan wajah masam, dan dengan pakaian yang angkuh, menjalankan, dengan ferrule di tangan, hukum-hukum akademis yang kejam? Oh, paradoks yang sangat besar, terlalu mengerikan untuk dipecahkan!". Masih

mengidentifikasi dengan persepsi masa remajanya, bahkan mengubahnya menjadi melodrama, ia tanpa disadari menyingkapkan dirinya sendiri.

Deskripsi berlebihannya tentang pendeta berpakaian kebesaran yang dilihatnya dari kejauhan dan "wajah masam" yang ditemuinya dari dekat menunjukkan ketidakmampuannya untuk menyelaraskan penampilan dan kenyataan, perlengkapan atau tampilan luar otoritas dan pelaksanaan otoritas yang sebenarnya.

Persepsinya tentang ketidakkonsistenan dalam diri pendeta, yang pertama kali dilihat sebagai perwakilan spiritual yang agung, kemudian sebagai petugas bolos yang jahat, mencerminkan perselisihan internalnya sendiri. Ia menganggap pendeta sebagai "paradoks raksasa", sebuah julukan yang lebih tepat menggambarkan pembicara. Jelas bahwa psikopati pengenalan wajah bermanifestasi sebagai proyeksi diri dari inti dirinya yang hancur, yaitu, keterasingan hati nurani moral dari kesadarannya sebagai anggota masyarakat manusia.

Kembarannya, seperti gambarannya tentang pendeta, mencerminkan rasa hormatnya yang tidak proporsional dengan pemberontakannya yang kontradiktif. Ia menganggap penegakan aturan akademis oleh pendeta sebagai campur tangan yang tidak diinginkan terhadap kehendaknya. Namun, sang kepala sekolah membangkitkan "semangat keheranan dan kebingungannya," yang membangkitkan konsepsinya yang mendalam sekaligus membingungkan tentang prinsip-prinsip tindakan moral.

Dalam menggambarkan kembarannya, ia kembali menunjukkan sikap ambivalen dalam pengkhianatan diri yang tak disengaja. Hoffman menjelaskan sifat paradoks Wilson dengan istilah-istilah berikut: "Jika kembaran Wilson adalah hati nuraninya, ia juga adalah Iblis yang Menyimpang. Artinya, setiap separuh ego yang terbelah memiliki Iblis yang Menyimpang sendiri Wilson sendiri adalah Iblis bagi Wilson, dan Wilson pertama yang bersuka ria dalam ketidakteraturan dalam tunduk pada dorongan mendalam dalam dirinya yang menentang keharusan moral yang diwakili oleh Wilson".

Sosok hati nurani yang diproyeksikan cacat sejauh kesadaran yang memproyeksikan cacat. Pemuliaan hati nurani yang tak disadari disamakan oleh penolakan yang penuh gairah atas pemaksaannya yang terlalu terasa. Membalikkan atribusi Hoffman tentang penyimpangan terhadap hati nurani, kita mengamati bahwa Wilson sebagian menyadari adanya keharusan moral yang baik hati: "Dalam persaingannya, ia mungkin dianggap semata-mata didorong oleh hasrat aneh untuk menggagalkan, mengejutkan, atau mempermalukan diri sendiri; meskipun ada kalanya saya tak dapat menahan diri untuk mengamati, dengan perasaan yang terdiri dari rasa heran, rendah diri, dan kesal, bahwa ia mencampurkan dengan luka-lukanya, hinaannya, atau kontradiksinya, suatu sikap penuh kasih sayang yang sangat tidak pantas, dan tentu saja paling tidak diinginkan.

Saya hanya dapat membayangkan perilaku unik ini muncul dari kesombongan diri yang sempurna dengan sikap vulgar yang merendahkan dan melindungi". Ia menyiratkan bahwa pendeta itu terkait dengan ingatan samar tentang ayahnya, yang juga mencoba membedakan yang benar dari yang salah, yang baik dari yang jahat. Mengikuti alur penalaran yang logis, ia tidak dapat mengakui bahwa orang-orang seperti ayahnya dan pendeta itu didorong oleh rasa cinta untuk menghukumnya atas perilaku buruknya.

Dalam upayanya untuk memahami mengapa ia diganggu oleh kembarannya, ia mengaitkan moralitas dengan agama, dan lebih jauh lagi, Wilson dengan pendeta. Kembarannya, seperti pendeta, yang langkahnya "khusyuk dan lambat" dan wajahnya "begitu ramah dan sopan," dijiwai dengan "ketelitian yang sederhana dan tenang". Terganggu oleh pengamatannya akan atribut-atribut terpuji pada kembarannya, ia mencoba menganalisis secara sistematis perasaan-perasaan yang ditimbulkan oleh kembarannya dalam dirinya: "Sungguh sulit untuk mendefinisikan, atau bahkan menggambarkan perasaan saya yang sebenarnya terhadapnya.

Perasaan-perasaan itu membentuk campuran yang beraneka ragam dan heterogen;— sebagian permusuhan yang pemaarah, yang belum berupa kebencian, sebagian berupa penghargaan, lebih banyak rasa hormat, banyak ketakutan, dengan dunia rasa ingin tahu yang gelisah". Sebagaimana ia menganggap kepala sekolah sebagai "paradoks raksasa", ia pun menyerahkan "semangat kontradiksi yang tak tertahankan" kepada kembarannya yang misterius. Sosok nurani yang cacat dan penghalang kesadaran moral, kembarannya mencerminkan perpecahan internalnya yang belum terselesaikan. Ia merancang strategi pertahanan yang rumit, tanpa sepenuhnya menyadari betapa ia adalah musuh terburuknya sendiri.

Seperti dalam "Ligeia" dan "The Fall of the House of Usher," "William Wilson" karya Poe mengeksplorasi citra arsitektur yang secara simbolis mengekspresikan cara kerja pikiran yang rumit dari individu-individu yang menunjukkan gejala psikopati pengenalan wajah. Poe menyampaikan dalam citra simbolis psikologis respons ambivalen sang protagonis terhadap batasan temporal dan spasial dunia masa kecilnya: "Di sudut dinding yang berat itu, sebuah gerbang yang lebih berat lagi berkerut. Gerbang itu dipaku dan dipenuhi baut besi, dan di atasnya terdapat paku-paku besi bergerigi.

Betapa besar kesan kekaguman yang ditimbulkannya! Gerbang itu tak pernah dibuka kecuali untuk tiga kali keluar masuk secara berkala. Dalam setiap derit engselnya yang perkasa, kita menemukan segudang misteri dunia materi untuk pengamatan khidmat, atau untuk meditasi yang lebih khidmat". Sebuah sketsa yang tampak berlebihan, deskripsinya tentang rumah Elizabethan menyandingkan penjara dan kekuatan metafisik. Dengan lugas, ia beralih dari "tempat pesona" ke liku-liku mental yang berbelit-belit yang dideritanya: "Kelok-keloknya sungguh tak berujung ke subdivisi-subdivisinya yang tak terpahami. Sulit, kapan pun, untuk mengatakan dengan pasti di lantai mana seseorang berada.

Dari setiap ruangan ke setiap ruangan lainnya, pasti terdapat tiga atau empat anak tangga, baik untuk naik maupun turun. Kemudian cabang-cabang lateralnya tak terhitung banyaknya, tak terpahami, tak terbayangkan dan kembali ke dalam dirinya sendiri, sehingga gagasan kita yang paling tepat tentang seluruh rumah besar itu tak jauh berbeda dari gagasan yang kita renungkan tentang ketaktherhinggaan". Pikirannya berkelana, naik atau turun dari satu tingkat makna ke tingkat makna lainnya.

Melengkapi pergerakannya ke dalam, deskripsinya diakhiri dengan ruang sekolah. Ingatannya yang objektif akan hal-hal khusus diwarnai oleh kesan masa kecilnya. Pandangan close-up yang jelas namun tak terbaca mencerminkan kebutaan persepsinya: "Ruang sekolah

adalah yang terbesar di rumah, saya tak dapat menahan diri untuk berpikir, di dunia. Ruang itu sangat panjang, sempit, dan rendah, dengan jendela-jendela Gotik yang runcing dan langit-langit dari kayu ek.

Di sekitar ruangan, bersilangan, dan bersilangan kembali dalam ketidakteraturan yang tak berujung, terdapat bangku dan meja yang tak terhitung jumlahnya. begitu dijahit dengan huruf-huruf awal, nama-nama lengkap, figur-figur aneh, dan upaya pisau yang berlipat ganda lainnya, sehingga telah sepenuhnya kehilangan sedikit bentuk asli yang mungkin menjadi bagian mereka di hari-hari yang telah lama berlalu”.

Sadar akan batasan spasial dan temporal sekolah serta rutinitasnya, ia, "dengan sihir mental yang telah lama terlupakan," mengubah rasa terkekang, tertindas, dan terkekangnya, menciptakan "belantara sensasi, dunia yang kaya akan kejadian, semesta emosi yang beragam, kegembiraan yang paling bergairah dan menggetarkan jiwa". Ia adalah seorang transendentalis yang gagal karena persepsinya tentang gaya hidupnya yang terbatas secara hermetis mengurungnya dalam keadaan terisolasi dari kenyataan.

Karena tidak mampu mengakui bahwa tekanan mentalnya terkait dengan aturan yang berlebihan, ia melampiaskan kecenderungannya untuk memuja pendeta yang menindas dan bersuka ria dalam histeria. Ia sama terganggunya secara mental saat menceritakan kisahnya seperti ketika ia merasa klaustrofobia saat masih sekolah. Pikirannya yang sakit semakin memburuk karena citra kepala sekolah yang mengintimidasi begitu tertanam dalam jiwanya sehingga ia telah menginternalisasi kepala sekolah tersebut, yang memungkinkannya untuk memproyeksikan makna moral, menghubungkan dirinya dengan kehadiran moral pendeta yang dua kali lipat.

Karena ia tidak dapat mengingat wajah pendeta, sebuah gejala psikopati pengenalan wajahnya, ia juga tidak dapat mengenali ciri-ciri wajah kembarannya. Pengakuan parsialnya akan kemiripannya dengan penguntitnya semakin memperburuk rasa rendah dirinya. Ia mengakui superioritas moral kembarannya tetapi terus meremehkan Wilson yang kedua. Ia mencatat bahwa kemiripan itu sendiri membentuk dasar bagi perasaan antagonismenya; namun, keterasingan dirinya yang tampak jelas terkait dengan kenangan masa kecil yang samar-samar tentang ayahnya. Ia mengaku, "Saya selalu merasa jijik dengan patronimik saya yang tidak sopan.

Dan ketika William Wilson yang kedua juga datang ke akademi, saya merasa marah kepadanya karena menyandang nama itu, dan menyamakannya dengan nama itu karena orang asing menyandanginya, yang akan menjadi penyebab pengulangan nama itu dua kali, yang akan selalu berada di hadapan saya. Perasaan kesal yang ditimbulkannya semakin kuat dengan setiap keadaan yang cenderung menunjukkan kemiripan, moral maupun fisik, antara saingan saya dan saya”. Meskipun ia membenci kemiripan tersebut, ia tetap terpesona oleh rasa dramatis kembarannya: "Isyaratnya, yaitu menyempurnakan tiruan diriku, terletak pada kata-kata dan tindakan; dan ia memainkan perannya dengan sangat mengagumkan. Pakaianku mudah ditiru; gaya berjalan dan sikapku secara umum, tanpa kesulitan, ditiru. Bahkan suaraku pun tak luput darinya.

Nada suaraku yang lebih keras, tentu saja, tak tergoyahkan, tetapi kuncinya, identik; dan bisikannya yang unik, menggemakan suaraku sendiri. Ia menghindari gagasan tentang “kemiripan, moral maupun fisik,” tetapi ia mengkritik kembarannya karena dianggap “menolak keyakinan implisit pada pernyataanku, dan tunduk pada kehendakku bahkan, ikut campur dalam dikte sewenang-wenangku dalam hal apa pun”.

Meskipun demikian, ia mengakui nilai moral kembarannya: “Namun, di hari yang jauh ini, biarlah kuberikan keadilan sederhana kepadanya.” untuk mengakui bahwa naluri moralnya jauh lebih tajam daripada naluriku; dan bahwa aku mungkin, hari ini, telah menjadi orang yang lebih baik, dan dengan demikian lebih bahagia, seandainya aku lebih jarang menolak nasihat yang terkandung dalam bisikan-bisikan penuh makna yang saat itu terlalu kubenci dan terlalu kubenci”.

Pengakuannya akan status moral kembarannya konsisten dengan penyesalannya di awal ceritanya. Bahkan, ia mencoba untuk menunjuk dalam istilah waktu “pada hari yang jauh ini,” “aku mungkin, hari ini, telah” dan “bisikan-bisikan yang saat itu ku... benci”) bahwa ia telah memperoleh kesadaran moral.

Dalam proses penyingkapan nuraninya yang progresif, ia menggambarkan banyak pertemuan dengan kembarannya, yang tujuannya, pengekangan moral, gagal ia kenali. Lambat laun, kita mulai curiga bahwa pertemuannya dengan kembarannya merupakan gejala psikopati pengenalan wajah yang parah. Setiap pertemuannya dengan penguntit yang diduganya terjadi dalam lingkungan sosial yang berbeda, yang menunjukkan bahwa ia memproyeksikan citra dirinya yang tertekan sebagai figur nurani ke luar hingga citra dirinya menghapus dan menggantikan wajah orang-orang yang ia temui saat ia berpindah dari satu rumah judi ke rumah judi lainnya.

Lintasan ini menelusuri dua jalur, kunjungannya yang sebenarnya, di mana ia merasa semakin dianiaya oleh orang-orang yang tatapannya ia salah tafsirkan sebagai proyeksi kembarannya, tetapi, pada kenyataannya, ia memproyeksikan citra dirinya sebagai seorang penjudi yang boros dan sadar moral kepada individu-individu di lingkungan sosialnya yang, ia bayangkan, memandangnya dengan curiga saat ia menghamburkan kekayaannya. Dengan kata lain, tuduhannya semakin kuat, menunjukkan bahwa, tanpa disadari, orang-orang di lingkaran sosialnya membuatnya merasa bersalah atas kesalahan yang diperbuatnya sebagai seorang pecandu judi.

Setiap pertemuan dengan kembarannya terjadi ketika imajinasinya terjaga tetapi pikirannya setengah tertidur atau terstimulasi oleh anggur. Setiap konfrontasi menghasilkan kemenangan sekaligus kekalahan bagi kembarannya, yang menyampaikan ketidaksetujuannya atas ketidakwajaran dan tipu dayanya; namun, penerimaannya terhadap peringatan moral justru meningkatkan kejahatannya.

Semakin banyak yang ia lihat, semakin ia merasa terdorong untuk secara cerdas menyamarkan apa yang ia lihat. Didorong oleh hasrat yang mengalahkan diri sendiri untuk menegaskan keinginannya, ia menyelubungi sekilas kebenaran moralnya dalam melodrama. Mengagungkan keburukannya untuk membenarkan perilakunya yang bandel, ia menyelubungi

pertemuannya dengan "Hati Nurani yang suram, / Hantu yang menghalangi jalanku" dalam melodrama-melodrama kecil di mana ia berperan sebagai korban yang terkejut.

Namun ia terjerat oleh tipu muslihatnya. Poe-lah yang membuat cahaya muncul dari kegelapan. Inti ceritanya, sang ahli monolog yang cerdas mengenang bagaimana ia pernah menatap wajah kembarannya yang sedang tidur dalam cahaya lampu yang menyilaukan dan menyelinap pergi dengan takjub dan tak percaya: "Sinar terang itu jatuh dengan jelas ke atas orang yang sedang tidur, dan mataku, pada saat yang sama, ke wajahnya. Aku memandangi; dan mati rasa, perasaan dingin langsung menyelimuti tubuhku. Apakah ini, inilah ciri-ciri William Wilson?". "Terpesona" oleh kemiripan itu, ia segera melarikan diri "dari aula akademi tua itu, untuk tidak pernah memasukinya lagi." Segera setelah itu, ia terjun ke dalam "pusaran kebodohan yang tak dipikirkan" dan "kebejatan yang menyedihkan" di Eton. Setelah "tiga tahun kebodohan," yang mengakibatkan "kebiasaan buruk yang mengakar," ia disela suatu malam ketika "bersikeras untuk bersulang dengan kata-kata kotor yang lebih dari biasa".

Sebagai seorang penggaruk yang canggih, ia mendapati dirinya dipaksa oleh tekad yang kuat untuk berpegang teguh pada segumpal ketidaktahuan yang dibuat-buat, untuk membingkai hati nuraninya dalam tirai bayangan yang melindungi: "Di ruangan yang rendah dan kecil ini tidak ada lampu yang menyala; dan kini tidak ada cahaya sama sekali yang masuk, kecuali cahaya fajar yang sangat redup yang menerobos jendela setengah lingkaran. Saat saya melangkah kaki melewati ambang pintu, saya menyadari sosok seorang pemuda yang tingginya hampir sama dengan saya, mengenakan gaun pagi kerseymere putih, berpotongan dengan gaya baru yang saya kenakan saat itu.

Cahaya redup ini memungkinkan saya untuk melihat; tetapi saya tidak dapat membedakan ciri-ciri wajahnya. Pembaca yang memahami psikopati pengenalan wajah dapat dengan mudah mengenali narator, yang tampaknya hanya menderita suatu bentuk paranoia, suatu kompleks penganiayaan, yang tampaknya menderita, tampaknya sejak masa kanak-kanak, gangguan pengenalan wajah yang melemahkan yang mencegahnya menikmati hubungan sosial yang normal.

Menyadari ketidaknyamanannya dalam situasi sosial terletak pada kepribadiannya sendiri, ia mencari bantuan dari teman sekelasnya, tetapi ketika ia mendekat, kesengsaraannya menghalangi pandangannya. Sebuah gambaran yang diproyeksikan oleh hati nuraninya merupakan tanda tujuan moralnya untuk terhubung dengan teman-teman sekelasnya, tetapi gambaran ini juga mencegahnya mengenali wajah seorang anggota kelompok sebayanya.

Meskipun demikian, ia sebagian memahami pentingnya kejadian ini. Tanpa mengetahui terminologi medis, ia cukup mengerti untuk menyadari bahwa ia memiliki disabilitas. Ia tidak ingin melupakan kejadian yang membuatnya menyadari bahwa ia kurang dalam kemampuannya mengenali wajah. Sayangnya, ingatannya mempermainkannya, dan ia mulai melihat gambaran yang diproyeksikan dari suatu aspek kepribadiannya, yaitu, rasa moralnya, dalam bentuk figur-figur hati nurani spektral yang memancar dari kedalaman dirinya, jiwanya. Tanpa manfaat dari diagnosis dan perawatan medis, ia memperoleh kelegaan dengan melampiaskan frustrasi dan beban emosionalnya dengan menceritakan kisahnya.

Dalam menulis "William Wilson", Poe mengantisipasi metode terapi yang dianjurkan oleh Freud, seorang dokter yang mengabdikan praktik medisnya untuk memberikan perawatan paliatif kepada pasien yang menderita gangguan mental akut. Ia, seperti rekan-rekannya di profesi medis, meresepkan obat untuk meringankan rasa sakit dan penderitaan, tetapi kontribusinya bagi ilmu kedokteran yang membuatnya dipuja oleh rekan-rekannya dan diakui oleh para intelektual, sebagai bapak aliran pemikiran psikoanalisis, adalah penekanannya pada interpretasi mimpi (simbologi) dan asosiasi bebas (membebaskan pikiran bawah sadar melalui hubungan kata yang dihasilkan secara spontan).

Imajinasi wajah yang diterangi lampu muncul kembali pada momen-momen penting dalam narasi, mengonfirmasi psikopati pengenalan wajah William Wilson, dalam wujud Wilson kedua, yang kehadirannya bertepatan dengan dorongan batin yang biasanya dikaitkan dengan denyutan hati nurani. Karena tidak mendapatkan manfaat dari diagnosis medis, ia terpaksa mengambil tindakan menghindar. Tidak mengherankan, ia mengembangkan antipati sosiopat terhadap masyarakat. Kembarannya adalah siluet samar yang berbisik di telinganya: "Itu adalah kehamilan peringatan khidmat dalam ucapan tunggal, rendah, dan mendesis; dan, di atas segalanya, itu adalah karakter, nada, kunci, dari beberapa suku kata yang sederhana, dan akrab, namun berbisik, yang datang dengan ribuan kenangan masa lalu yang berkerumun".

Menafsirkan ucapan-ucapan itu sebagai "nasihat tersirat" dari kembarannya, dia tidak tertahan oleh pertimbangan serius atas teguran tersirat: "Meskipun peristiwa ini tidak gagal memberikan efek yang jelas pada imajinasiku yang kacau, namun itu menghilang dengan jelas. Tetapi dalam waktu singkat, aku berhenti memikirkan subjek itu; perhatianku sepenuhnya terserap dalam keberangkatan yang direnungkan ke Oxford". Mengisyaratkan bahwa kembarannya tidak menimbulkan perubahan dalam dirinya, ia melaporkan bahwa "temperamen konstitusionalnya muncul dengan semangat yang berlipat ganda" saat menerima dana besar dari orang tuanya: "Saya bahkan menolak batasan kesopanan yang umum dalam kegilaan pesta pora saya".

Selama dua tahun, ia, seorang penjudi yang riang dan gagah berani, meningkatkan "pendapatannya yang sudah sangat besar dengan mengorbankan orang-orang yang berpikiran lemah". Setelah secara tidak sengaja menyebabkan kebangkrutan finansial seorang pria bernama Glendinning, yang konon seorang bangsawan "kaya tak terkira", ia terbongkar sebagai penipu. Setelah mempertahankan penampilan seorang penjudi yang sopan, ia terganggu oleh tatapan menegur dari mereka yang mengasihani Glendinning karena menjadi mangsa: "Kondisi menyedihkan dari korban penipuan saya telah melemparkan suasana kesuraman yang memalukan bagi semua orang. Saya tidak bisa tidak merasakan banyak tatapan tajam cemoohan atau celaan yang dilemparkan kepada saya oleh mereka yang kurang ditinggalkan di pesta itu. Saya bahkan akan mengakui bahwa beban kecemasan yang tak tertahankan untuk sesaat terangkat dari dada saya oleh gangguan tiba-tiba dan luar biasa yang terjadi".

Mengubah rasa bersalah menjadi heran, ia memulai penerbangan fantasi lainnya. Sebuah suara berbisik menyingkapnya; Setidaknya dalam semangat, ini adalah sebuah pengakuan tersirat: "Pintu-pintu lipat apartemen yang lebar dan berat itu tiba-tiba terbuka

lebar, dengan dorongan yang kuat dan tergesa-gesa, memadamkan, seolah-olah dengan sihir, setiap lilin di ruangan itu. Cahayanya, saat padam, memungkinkan kami untuk menyadari bahwa seorang asing telah masuk, setinggi saya, tertutup rapat dalam jubah.

Namun, kegelapan kini total; dan kami hanya bisa merasakan bahwa dia berdiri di tengah-tengah kami. 'Tuan-tuan,' katanya, dalam bisikan rendah, jelas, dan tak terlupakan yang menggetarkan saya hingga ke sumsum tulang saya. 'Kalian, tak diragukan lagi, tidak mengetahui karakter sebenarnya dari orang yang malam ini menang dalam *écarté*. Silakan periksa lapisan dalam manset lengan kirinya'". Terganggu oleh kesan pendengaran yang ditimbulkan oleh kata-kata tersebut, narator yang buta moral gagal memahami maknanya.

Menjembatani jurang antara penampilan yang cepat memudar sebagai kenakalan belaka dan kenyataan yang muncul dari tipu dayanya, kembarannya, yang menjalankan tugas yang tidak menyenangkan untuk "memenuhi kewajiban", memberi tahu rombongan tentang tipu daya yang curang itu. Sudah menyadari bahwa Glendinning telah dikorbankan oleh Wilson, ruangan itu tetap hening: "Ledakan kemarahan apa pun atas penemuan ini tidak akan terlalu memengaruhi saya dibandingkan penghinaan diam-diam, atau ketenangan sarkastis, yang dengannya hal itu diterima".

Topeng kehormatannya menipis, ia tidak terlalu peduli dengan pengakuannya yang memalukan sebagai penjudi kartu, melainkan ia terkejut dan tersinggung oleh keberanian orang asing itu dalam menggagalkannya mencapai tujuannya. Terbiasa dengan sikap menjilat bak budak yang biasanya ditimpakan kepadanya oleh para penjilat, ia dengan kasar mencela orang asing itu: "Dalam satu pun dari sekian banyak kejadian di mana ia baru-baru ini berpapasan denganku, ia tak pernah berpapasan seperti itu kecuali untuk menggagalkan rencana-rencana itu, atau untuk menggagalkan tindakan-tindakan itu, yang, jika dilaksanakan sepenuhnya, dapat mengakibatkan kerusakan yang pahit. Sungguh, ini adalah pembenaran yang buruk untuk otoritas yang begitu angkuh!".

Kesadarannya yang semakin besar akan kembarannya sebagai figur nurani meningkat, tetapi, demikian pula, kompleks penganiayaannya semakin tajam. Ironisnya, ketika ia dengan sinis meremehkan pendekatan rahasia kembarannya, ia tanpa sengaja mengejek dirinya sendiri: "Saya juga terpaksa menyadari bahwa penyiksa saya, untuk waktu yang sangat lama, telah merancang sedemikian rupa, dalam pelaksanaan berbagai campur tangannya terhadap keinginan saya, sehingga saya tidak melihat, sama sekali, raut wajahnya. Apa pun yang Wilson inginkan, ini, setidaknya, hanyalah verist dari kepura-puraan, atau kebodohan".

Kebanggaan diri yang mendalam menyebabkannya mengacungkan psikopati pengenalan wajahnya sebagai senjata karena ia mengaitkan taktik duplikasi dan jebakannya terhadap Glendinning dengan orang asing yang mengungkap penipuannya: "Mungkinkah dia, sesaat saja, berasumsi bahwa, dalam teguranku di Eton, dalam perusak kehormatanku di Oxford, dalam dia yang menggagalkan ambisiku di Roma, balas dendamku di Paris, cintaku yang membara di Naples, atau apa yang secara keliru ia sebut keserakahanku di Mesir, bahwa dalam hal ini, musuh bebuyutanku dan kejeniusan jahatku, aku bisa gagal mengenali Wilson dari masa sekolahku? Mustahil!".

Ia menganggap kegagalannya sendiri sebagai kembarannya. Referensi-referensinya tentang "kehormatan," "ambisi," "balas dendam," "cinta yang membara," dan "keserakahan" bersifat melodramatis dan ironisnya mencerminkan kurangnya kehormatan, ketidaktuluan, ekses, dan kurangnya pengetahuan diri. Sebagaimana duda dalam "Ligeia" mengklaim bahwa istri pertamanya memiliki kekuatan supernatural, sehingga ia bukanlah orang yang bonafide, demikian pula penjudi peminum berat, yang tertangkap basah berselingkuh, mengklaim bahwa ia digagalkan bukan oleh anggota masyarakat manusia, melainkan oleh hantu misterius yang memiliki kekuatan kosmik di luar kendalinya: "Rasa kagum mendalam yang biasa saya rasakan terhadap karakter yang luhur, kebijaksanaan yang agung, kemahadiran dan kemahakasaan Wilson yang tampak, ditambah dengan rasa takut yang bahkan mengilhami saya oleh sifat-sifat lain dalam watak dan asumsinya, yang hingga kini telah memengaruhi saya dengan gagasan tentang kelemahan dan ketidakberdayaan saya sendiri, dan menyiratkan ketundukan yang tersirat, meskipun dengan getir, terhadap kehendaknya yang sewenang-wenang". Konsisten dengan pemborosan yang semakin meningkat, ia menjauhkan diri dari kembarannya; dan dengan demikian, ia secara sadar mengaku telah sengaja melakukan penipuan terhadap Glendinning dan standar moral masyarakat. Latar konfrontasi terakhir adalah pesta topeng. Dalam keadaan mabuk, agresif, dan bingung, Wilson tertahan sementara "dengan cemas mencari (entahlah dengan motif yang tidak pantas apa) istri DiBroglia yang muda, ceria, dan cantik, yang sudah tua dan penuh kasih sayang". Wilson mengaku mendengar "bisikan terkutuk yang selalu diingat" dari kembarannya dan, katanya, "aku langsung berbalik kepada orang yang telah menyela pembicaraanku".

Setelah mengantisipasi gangguan dari kembarannya, ia langsung menyerang seorang pria yang, seperti dirinya, mengenakan "topeng sutra hitam [yang] menutupi seluruh wajahnya". Tuduhannya merupakan refleksi ironis dari niatnya yang tidak terhormat: "'Bajingan!' kataku, dengan suara serak penuh amarah, sementara setiap suku kata yang kuucapkan terasa seperti bahan bakar baru bagi amarahku, 'Bajingan! Penjahat terkutuk! Jangan—jangan kau mengejarku sampai mati!'" Ia menggambarkan adegan dramatis di lemari itu sebagai pertarungan terakhir dengan kembarannya, tetapi ada juga tanda-tanda halus kecurangan yang tak diakui.

Menurut pendapat kritis saya, para akademisi dan kritikus telah mengabaikan insinusi subtekstual bahwa sang monologis telah membunuh bukan citra hati nurani moral yang diproyeksikannya, melainkan sosok nyata dalam ceritanya, kemungkinan besar Duke DiBroglia yang "tua dan penyayang". Dalam menggambarkan duel jubah dan belati Renaisans kuno, ia menganggap dirinya sangat kuat, sementara rivalnya, yang sebelumnya digambarkan sebagai agresor dan penjahat, kini tampak lemah dan ringkih: "Ia terhuyung-huyung ke dinding, sementara saya menutup pintu dengan sumpah serapah, dan memerintahkannya untuk mundur. Ia ragu sesaat; lalu, dengan desahan kecil, mundur dalam diam dan membela diri". Ia menampilkan dirinya sebagai pemenang yang gemilang: "Pertarungan itu memang singkat. Aku diliputi rasa panik yang meluap-luap, dan merasakan energi dan kekuatan massa dalam satu lenganku.

Dalam beberapa detik, aku memaksanya dengan kekuatan yang luar biasa melawan panel kayu, dan dengan demikian, membuatnya merasa kasihan, aku menghujamkan pedangku, dengan keganasan yang brutal, berulang kali menembus dadanya". Ia menempatkan pembunuhan brutal itu dalam konteks melodrama, dengan dirinya sendiri muncul sebagai pahlawan romantis. Mencari perlindungan dalam kebingungan, si penjudi jahat, yang ingin menyebarkan keyakinan bahwa ia telah membunuh orang asing misterius yang akan disangkanya sendiri, mendekati kebenaran:

"Sebuah cermin besar, begitulah awalnya tampak bagiku dalam kebingunganku—kini berdiri di tempat yang sebelumnya tak terlihat; dan, saat aku melangkah mendekatinya dengan ketakutan yang amat sangat, bayanganku sendiri, namun dengan wajah pucat pasi dan berlumuran darah, maju menemuiku dengan langkah lemah dan terhuyung-huyung. Demikianlah, kukatakan, tampak demikian, tetapi sebenarnya tidak. Lawanku Wilson, yang kemudian berdiri di hadapanku dalam penderitaan kehancurannya.

Tak sehelai benang pun di seluruh pakaiannya tak sehelai garis pun di seluruh garis wajahnya yang khas dan unik yang bukan, bahkan dalam identitas yang paling absolut sekalipun, milikku!". Klaimnya bahwa ia telah membunuh sosok khayalan yang memiliki hati nurani, sebuah bayangan yang diproyeksikan sendiri, bergantung pada identifikasinya terhadap almarhum sebagai Wilson.

Namun, saya berpendapat bahwa psikopati pengenalan wajahnya mencegahnya berperan sebagai narator yang andal. Gangguan neurologisnya menghalanginya mengenali identitas bangsawan yang membisikkan peringatan kepadanya ketika ia menang bermain kartu dengan curang. Berbeda dengan David Ketterer, yang menafsirkan pembunuhan kembaran oleh Wilson sebagai "kesimpulan bunuh diri dari 'William Wilson'", William Howarth menegaskan bahwa "Kembaran itu adalah Diri Wilson yang sakit, atau setidaknya manifestasi dari Diri itu.

Menghancurkan kembaran itu adalah tindakan egoismenya yang paling utama, namun paradoksnya, perbuatan itu menghasilkan kesembuhannya". Seperti yang dikemukakan Howarth, ketika Wilson menghancurkan kembarannya, sebuah penyimpangan psikologis, ia tampaknya berhasil mengintegrasikan kembali hati nurani yang terasing sejauh makna moral konvensional yang tersirat dalam kata "seharusnya" terinternalisasi. Tetapi ini berarti bahwa ia sekarang tahu bahwa ia bersalah, bukan tidak bersalah.

Tindakan yang membuatnya lebih sadar akan makna moral dari tindakannya adalah tindakan pembunuhan, menurut Howarth, sebuah tindakan simbolis, tetapi menurut saya, tindakan kriminal yang gila. Wilson mengimbangi peningkatan integrasi kepribadian dengan mengorbankan peningkatan imoralitas yang sepadan. Kehidupannya yang dipenuhi "kejahatan tak terampuni" telah memberinya kebahagiaan, tetapi "kesengsaraan tak dikatakan". Lebih parah lagi, ia tampaknya berpikir bahwa ia kini kehilangan hati nurani, tetapi monologinya yang berliku-liku menunjukkan sebaliknya. Pada akhirnya, kegagalannya terletak pada kurangnya kesadaran penuh, yang disebabkan oleh psikopati pengenalan wajahnya.

#### 4.9 DARI REPRESENTASI REALITAS KE PEMBANTU PENGENALAN ROBOTIK

Suami Ligeia tidak menyadari bagaimana motif tersembunyinya memengaruhi pemilihan, manipulasi, dan persepsinya terhadap objek-objek material, di antaranya adalah dekorasi biara yang dibelinya dan fitur arsitektur kamar pengantin; sesungguhnya, menurut persepsinya yang keliru, seorang istri adalah objek material yang dimilikinya.

Meskipun ia menggambarkan Ligeia secara mendetail, ia gagal mengenali peran yang dimainkannya dalam menyingkapkan sifat psikis dan moralnya. Hampir mengabaikan Ligeia sebagai wanita itu sendiri, ia tampak di benaknya sebagai teladan kesempurnaan. Karakternya dikandung dan dibentuk dalam benaknya, seperti karakter fiksi. Seperti yang digambarkan oleh narator, ia adalah gambaran mental dari wanita idealnya. Kritikus sastra mengamati bahwa Ligeia sebagian merupakan representasi serius dan sebagian lagi merupakan perlakuan satir terhadap wanita romantis gelap dalam romansa gotik.

Sebagai penulis, Poe menanamkan motif bawah sadar narator, suami Ligeia, dalam subteksnya. Poe memberikan narator kebebasan untuk mengekspresikan hasrat sadar yang, bagaimanapun, berasal dari motif yang tidak ia sadari. Poe memasukkan cacat pengenalan wajah narator ke dalam cerita sehingga kelemahan psikologis ini menjadi jelas bagi pembaca yang menguraikan makna cerita dengan menganalisis metafora, citraan, dan simbolisme yang terkandung dalam wacana naratif narator yang mendramatisasi diri sendiri.

Bahasa Indonesia: Membalikkan dan melemahkan kualitas-kualitas pahlawan wanita romantis tradisional, kisah misteri dan imajinasi Poe menyampaikan tujuan moral dan artistik. Tanpa sepengetahuan narator, jiwanya adalah tempat konflik antara dua kekuatan dinamis yang secara bertahap terpolarisasi menjadi baik dan jahat. Kedua kutub yang berlawanan ini bertukar tempat dalam pembalikan yang halus dan ironis di akhir narasi.

Sepanjang kisah, narator menampilkan istri pertamanya, Ligeia, yang mengungguli Rowena, istri keduanya; meskipun demikian, kecenderungan bawaannya adalah terhadap Rowena. LL, seorang wanita cantik berambut coklat, mewakili pengetahuan ideal narator tentang kebenaran, keindahan, dan kebaikan. LR, si pirang cantik, sebenarnya mewakili kekayaan materi, emas, atau lebih tepatnya, rasa haus narator akan emas.

Narator mengecilkan Rowena, menyimpan semua pujiannya untuk Ligeia yang cenderung spiritual dan intelektual. Seolah-olah wanita gelap yang dikaitkan dengan nafsu gelap, Ligeia tidak hanya membangkitkan perasaan cinta romantis narator; ia juga terkagum-kagum akan "hasrat keras" Ligeia. Transformasi psikis yang ia alami, dari idealitas menuju materialisme, dari hal-hal material menuju pencerahan akhir yang bertepatan dengan pencapaian kebahagiaan sejatinya, bercampur dengan kesengsaraan—peristiwa-peristiwa yang terinternalisasi ini diekspresikan secara objektif dalam adegan-adegan melodramatis kematian dan kebangkitan Ligeia.

Penggambaran Poe tentang kegagalan narator untuk merawat Rowena dan perjuangan keras untuk menyadarkan Ligeia menunjukkan mekanisme psikis yang memungkinkan seorang pembunuh berantai melanggar hukum berulang kali tanpa penyesalan. David Halliburton menggambarkan turgiditas emosional yang menidurkan ini: "Jika belahan jiwa Ligeia menjerit

ketika ia kembali, itu karena kepulauan itu dalam satu arti menegaskan inferioritasnya dengan kata lain, menjadikannya korban.

Perempuan transenden ini memiliki semua kehidupan dan semua kekuatan; mengambil semua ruang bernapas; mereduksi pria itu ke posisi putus asa, atau pemujaan. Ia tidak akan pernah bisa, jika ia mau, menyingkirkannya. Tetapi apakah ia ingin? Karena kekalahan ini juga merupakan semacam kemenangan. Mengalami kembalinya yang lain, menyaksikannya muncul sebagai pemenang, berarti mengalami realitas transendensi secara tidak langsung.

Perempuan telah membuktikan, melalui kekuatan kehendaknya, bahwa hidup itu abadi. Pencapaian tujuan yang kompleks ini, kemenangan yang juga merupakan kekalahan, sekaligus merupakan penghargaan bagi kesinambungan identitas pribadi dan jembatan menuju keselamatan abadi". Namun, seperti yang telah saya tunjukkan, narator menderita psikopati pengenalan wajah, yang mengakibatkan semacam transendensi sosiopat terhadap sesama manusia yang dikaitkan dengan kriminalitas, namun merupakan gejala kesadaran moral laten.

Kesamaan menghubungkan "Ligeia" dengan "William Wilson," tetapi desain struktural yang terakhir merupakan kunci yang membuka misteri ruang terkunci dari dua figur nurani perempuan dalam karya pertama. Unit atom ini dapat dibelah "karena Dia yang menciptakannya, dengan kekuatan Kehendak-Nya" dapat membaginya melalui "latihan energetik dari Kehendak yang sama". Tujuan penciptaan artikel ini adalah "konstitusi Alam Semesta darinya". Melalui aksi difusi, alam semesta material yang kasatmata memancar dari "Partikel primordial" yang tak kasatmata.

Karena sifat ganda dari pusat spiritual ini, yang hakikatnya adalah inti kosong, kehampaan, ketiadaan, partikel-partikel material yang beragam dan jamak itu dibentuk untuk membentuk suatu rancangan terpadu: "Rancangan keragaman dari kesatuan, keragaman dari kesamaan heterogenitas dari homogenitas kompleksitas dari kesederhanaan dengan kata lain, keragaman relasi yang semaksimal mungkin dari Yang Esa yang secara tegas tidak relatif". Partikel materi pertama bersesuaian dengan "Partikel primordial," yang di dalamnya terdapat pertentangan diametris antara kesatuan dan keterbagian yang tak berujung: "Asumsi Kesatuan absolut dalam Partikel primordial mencakup asumsi keterbagian yang tak terhingga".

Joseph Jean-Claude, yang mengkhususkan diri dalam optik laser, psikofisika, dan ilmu kognitif, mengamati "pluralitas atribut" simetri: "Dari sudut pandang itu, keadaan simetri yang imanen pada lingkaran atau bola (lingkaran 3D) bersifat kesatuan, dalam arti bahwa setiap titik pada lingkaran dapat dipertukarkan dengan satu titik lain hanya dalam satu cara, yang didefinisikan oleh jari-jari lingkaran, sedangkan titik-titik pada elips memiliki dua cara untuk saling bertukar, sebagaimana didefinisikan secara referensial oleh sumbu mayor dan minor. Oleh karena itu, keadaan simetri yang imanen pada elips dua kali lebih kaya daripada keadaan simetri kesatuan yang dikaitkan dengan lingkaran. Ada kualitas biner di dalamnya, yang bertentangan dengan kualitas kesatuan dari keadaan simetri monolitik lingkaran atau bola".

Dalam kisah-kisah misteri dan imajinasinya, Poe memilih narator orang pertama dan menganugerahi unit naratif utama ini dengan "satu hakikat", menjadikannya "sebuah partikel

yang benar-benar unik, individual." William Wilson juga merupakan unit naratif yang terpecah-pecah. Ia memiliki hakikat ganda, sebagian kreatif, sebagian destruktif, menurut saya, sebanding dengan fusi foton dan graviton.

Strategi naratologis Poe dapat dianalogikan sedemikian rupa sehingga unsur moralnya sebanding dengan elektron dalam orbit elipsnya mengelilingi proton (kepribadian). Masuk akal jika penggambaran Poe tentang subjek fiktif yang menunjukkan gejala psikopati pengenalan wajah dapat menjadi cetak biru yang bermanfaat bagi para pekerja di bidang AI yang mampu merancang asisten robotik atau komputer. Tentu saja, "William Wilson" dan Eureka karya Poe paling sesuai dengan, dan mengantisipasi, penelitian ilmiah kontemporer.

Dalam ranah elektromagnetik yang dapat diamati dari partikel subatomik elementer, menurut André Michaud, seorang spesialis mekanika kuantum dan neurolinguistik, yang dalam sebuah diskusi Research Gate dengan penulis tentang fisika partikel submikroskopis, makroskopis, dan astronomis, menggunakan "sebuah metafora untuk menyoroti bahwa di dalam atom hidrogen, elektron berada sejauh Neptunus dari Matahari, jika kita meningkatkan volume proton yang terukur ke volume yang sama dengan Matahari", sehingga "jika proton dari atom hidrogen (dua di antaranya merupakan bagian dari molekul air) diperbesar menjadi sebesar Matahari, elektron yang distabilkan pada jarak rata-rata dari proton ke orbital aksi terkecilnya akan berada sejauh orbit Neptunus dari Matahari di tata surya, yang berarti bahwa atom hidrogen akan menjadi sebesar seluruh Tata Surya".

Sebagai narator cerita, Wilson lahir dengan ucapan pertamanya dan ia meninggal dengan kata terakhir dalam narasi, yang berhenti. Keberadaannya identik dengan kata-kata narasinya. Sebagai narator orang pertama, Wilson dibuat untuk mengartikulasikan kata-kata narasi, sehingga ia secara dramatis menciptakan, atau menyinari dirinya sendiri. Namun, ada perbedaan antara gambar yang ia pikir ia ciptakan dan gambar yang ia ciptakan tanpa disadari.

Oleh karena itu, bukan kesatuan, tetapi duplikasi, atau perbedaan dari kesatuan berada di inti keberadaan ontologisnya. Wilson berada dalam kekuasaan kehendaknya sendiri; namun, kehendaknya terbagi melawan dirinya sendiri. Ketika kembarannya akhirnya tampak turun takhta, narator memberi tahu pembaca melalui kata-kata dari bagian jiwanya yang terasing, hati nuraninya, bahwa ia baru saja menceritakan tindakan bunuh diri metafisik. Dugaan bahwa ia diam-diam menyadari meskipun masih belum sepenuhnya menyadari sifat pelanggarannya terhadap diri sendiri dan masyarakat menjeratnya dalam kesalahan yang kurang romantis dan lebih serius daripada yang ia gambarkan dalam kisah melodramatisnya. Psikopati pengenalan wajahnya meringankan kriminalitas tindakan pembunuhannya.

Lebih penting lagi, dengan menggambarkan dua narator yang tidak dapat diandalkan dalam "Ligeia" dan "William Wilson", Poe memberikan contoh-contoh kredibel yang layak dipelajari oleh para tenaga kesehatan, serta teman, kerabat, dan anggota keluarga dari individu yang mengalami gejala yang mungkin dapat ditelusuri kembali ke psikopati pengenalan wajah. Robot pembantu pengenalan wajah dibutuhkan sebagai pemicu untuk memungkinkan pasien yang menderita psikopati pengenalan wajah mengidentifikasi orang-orang di lingkungan sosial mereka. Robot pembantu yang diprogram seperti telepon untuk bertindak sebagai juru bicara, kapan pun pasien perlu berinteraksi dengan seseorang, dapat

berfungsi sebagai penjaga keamanan untuk mengurangi efek psikosis afektif yang memicu proyeksi sosiopat dari permusuhan terhadap diri sendiri.

Penggambaran Poe tentang suami dalam "Ligeia" dan penjudi dalam "William Wilson" merupakan representasi realitas yang menunjukkan, dalam realitas virtual simulasi seni sastra imajinatif, kebutuhan akan robot pembantu yang bersifat paliatif dan cerdas buatan untuk mengkompensasi kebutaan psikopatologis yang menghalangi penderita psikopati pengenalan wajah untuk mengidentifikasi individu di lingkungan sosial mereka secara objektif dan akurat.

Tokoh-tokoh fiksi Poe menggambarkan sifat-sifat yang berubah-ubah dari orang-orang yang menderita psikopati pengenalan wajah, yang lintasannya dalam lingkaran sosial mereka bersifat elips dan miring, dan aspek penting dari karakter mereka tetap tersembunyi dan terpinggirkan dari masyarakat. Sebuah robot pembantu yang dirancang akan memungkinkan individu yang mengalami disabilitas akibat cacat neurologis ini untuk diidentifikasi secara tepat sebagai penyandang disabilitas.

#### 4.10 NEWTON, BOHR, EINSTEIN, AROUSAL, DAN IKATAN KOVALEN

Dalam psikologi, kata benda "afek" [af'ekt] berarti pengalaman merasakan emosi atau suasana hati dan memiliki makna khusus dalam psikopatologi, di mana "afek" terutama mengacu pada ekspresi emosi dan suasana hati. Terdapat tiga dimensi afek:

1. **Valensi:** Mengacu pada daya tarik atau penolakan intrinsik suatu situasi, objek, atau peristiwa. Perasaan tertarik atau menolak dibentuk oleh prinsip, standar, dan penilaian individu; oleh karena itu, valensi mencerminkan nilai-nilai seseorang.
2. **Arousal:** Mengacu pada aktivasi sistem saraf individu, yang mungkin tepat atau tidak tepat. Misalnya, seseorang mungkin mengalami agitasi yang disebabkan oleh kondisi mental yang abnormal, yang ditandai dengan keinginan untuk bertindak tanpa mengetahui alasannya. Ketiadaan kesadaran kognitif ini dapat membahayakan baik bagi orang tersebut maupun orang lain di lingkungan sosial.
3. **Intensitas Motivasi:** Merujuk pada dorongan untuk bertindak dan kekuatan dorongan untuk bergerak mendekati atau menjauhi suatu stimulus, misalnya, keputusan seseorang untuk berinteraksi dengan orang lain atau tidak, atau untuk terlibat dalam suatu situasi atau tidak.

Penerapan teori kuantum saya pada afek kognitif dalam kisah psikologis Poe "Ligeia" berfokus pada bagian akhir, di mana intensitas motivasi narator, seorang duda yang menikah lagi, terhadap istri keduanya yang terbaring di tempat tidur, LR, mencapai keseimbangan dengan intensitas motivasinya sebelumnya relatif terhadap istri pertamanya yang telah meninggal, LL. Respons emosionalnya yang multivalen menunjukkan bahwa perilakunya tersebar dan tidak terfokus dengan baik.

Alih-alih mempertahankan integritasnya sebagai seorang suami yang mencintai istri-istrinya, pertama LL, lalu LR, narator secara fisiologis terangsang oleh dua stimulus yang saling bertentangan. Dalam istilah Newtonian, ia terangsang oleh kedekatan fisiknya dengan Ligeia karena ia tertarik oleh kecerdasannya; Namun, pada saat yang sama, ia merasa jijik dengan

hasratnya akan kekayaan dan properti istrinya. Intensitas motivasinya melemah karena terbagi antara cinta untuk istrinya dan nafsu akan harta benda istrinya.

Kemudian, ia terangsang oleh kedekatan fisiknya dengan LR, yang, seperti pendahulunya, LL, jatuh sakit. Ia melakukan gerakan memberikan zat obat kepadanya, tetapi tindakan yang berpotensi positif ini ternoda oleh sikapnya. Ia dicengkeram oleh dorongan bawah sadar untuk mencapai tujuannya menukar istri yang telah dinikahinya dengan harta istrinya. Tingkat gairahnya terbagi antara kebutuhannya untuk mempertahankan penampilan membantu LR agar sembuh dari penyakitnya dan hasratnya yang kuat untuk mendapatkan kepemilikan atas harta istrinya.

Penggambaran Poe tentang cinta segitiga adalah versi sastra dari kognisi kuantum yang paralel dengan mekanika kuantum. Kisah misteri "Ligeia" adalah sebuah objek yang dimodelkan seperti benda-benda astrofisika di alam semesta mekanik Isaac Newton (1643–1727); lebih jauh lagi, ia bertahan dalam pengawasan ketat di bawah teori mikroskopis subatomik Albert Einstein. Einstein memandang pencapaian ilmiahnya sebagai penerus karya Newton. Pada 7 November 1919, tajuk utama London Times mengumumkan "Revolusi dalam Sains/Teori baru Alam Semesta/Gagasan Newtonian digulingkan" (Pais, 47). Sementara Einstein berafiliasi dengan Universitas Ibrani, ia mengunjungi makam Newton pada Desember 1921.

Pemikir simbolis Prancis yang paling terpelajar, Paul Valéry (1871–1945), mengakui Poe sebagai "pendahulu Einstein" karena Poe mengamati bahwa "setiap hukum alam memiliki hubungan timbal balik dengan semua hukum lainnya" dan "gagasan materi itu sendiri terikat erat dengan energi," yang mengantisipasi representasi Einstein tentang alam semesta ("la representation de l'univers Selon Einstein"). Valéry mengamati bahwa dalam kosmos Einstein, "Segala sesuatu pada tingkat yang lebih dalam terdiri dari agitasi, rotasi, pertukaran, radiasi. Mata kita sendiri, tangan kita, saraf kita, terbuat dari hal-hal seperti itu".

Poe mengetahui jalur dari Newton ke Einstein karena ia membaca Aristoteles, Copernicus, Bacon, Galileo, Kepler, Descartes, Newton, Locke, Comte, Kant, Laplace, dan lainnya. Kisah Poe "A Descent into the Maelstrom" (1841) berpusat pada gaya gravitasi yang menggambarkan pusaran yang secara paksa membuat seorang pemuda menua dan mengubahnya menjadi pria tua, yang bertepatan dengan eksperimen pemikiran Einstein di mana seorang penjelajah ruang angkasa yang tidak terbebani oleh gravitasi tetap muda sementara seorang manusia di Bumi yang terbebani oleh gravitasi menua.

Poe menerapkan hukum gravitasi Newton secara menyeluruh dalam "Ligeia" dan "William Wilson" dan mencapai paritas dengan modifikasi Einstein tentang  $F = ma$ , yaitu, gaya sama dengan massa dikalikan percepatan, sebagai strategi naratologis. Sebagaimana Einstein menemukan bahwa  $E = mc^2$ , maka Poe memperbarui dikotomi mekanistik Aristoteles tentang plot dan karakter, serta Hukum Pertama Newton tentang gerak inersia plot, karakter, dan cerita.

Sebagaimana Einstein menemukan efek fotolistrik, demikian pula, Poe menggali lebih dalam dari makrokosmos Newton. Para narator yang tidak dapat diandalkan dalam "Ligeia" dan "William Wilson" dapat dipandang sebagai personifikasi dari lubang hitam, yang

mengerahkan tarikan gravitasi yang membuat materi menghilang ke dalamnya. Narator suami Ligeia menghilangkan detail apa pun tentang kematian LL. Dia hanya menegaskan, "Dia meninggal." Dan dia mewarisi segalanya. Selanjutnya, dia menikahi LR dan tinggal di sebuah rumah mewah.

Selaras dengan gagasan filosofis yang dikaitkan dengan Henri Bergson (1859–1941), bahwa pengulangan memengaruhi kualitas pengalaman, Poe membedakan cara narator mengalami kematian LL dari cara ia mengalami penyakit LR. Alasan ia menceritakan kisahnya dapat ditelusuri ke kebingungannya atas perbedaan antara cara LL meninggal dan cara LR membuatnya tercengang ketika ia mengamati rambut pirang indahya berubah menjadi rambut hitam legam Ligeia.

Bergson beralasan bahwa ada perbedaan antara kehadiran suatu objek dan representasinya dalam pikiran. Persepsi langsung suatu objek berbeda dari objek tersebut karena representasinya bersifat virtual karena citra menyatu dalam kesadaran seseorang dengan ingatan. Citra suatu objek material "menentang setiap tindakan tindakan yang sama dan berlawanan, dan [dipaksa untuk] melanjutkan dirinya sendiri dan kehilangan dirinya sendiri dalam sesuatu yang lain".

Akhir cerita Poe yang ambigu, atau terbuka, mengantisipasi interpretasi teori kuantum yang diajukan oleh Niels Bohr (1885–1962), yang mendemonstrasikan fenomena superposisi. Menurut interpretasi Kopenhagennya tentang teori kuantum, lokasi dan momentum suatu objek dalam suatu situasi tidak dapat diukur secara bersamaan. Pada tahun 1935, Erwin Schrodinger berdiskusi dengan Albert Einstein tentang sebuah eksperimen pikiran di mana seekor kucing dikurung dalam kotak timah yang berisi pemicu radioaktif dan sebotol racun. Selama kotak itu tetap tertutup, seorang pengamat tidak dapat mengetahui apakah kucing itu masih hidup atau menderita efek buruk dari racun yang telah diradiasi.

Secara teoritis, superposisi kuantum dapat diterapkan pada "Ligeia" dan "William Wilson" karya Poe karena cara mereka berakhir. Para narator memiliki celah kredibilitas, membuat pembaca tidak yakin apakah William Wilson dan LR sudah meninggal atau masih hidup. Sebagai pencerita kisah hati nurani, William Wilson mungkin seorang calon moralis yang pelajarannya adalah Aturan Emas Alkitab: "Perlakukan orang lain sebagaimana Anda ingin diperlakukan." Mungkin ingatan sang suami yang telah menjanda itu telah terguncang sehingga ia mengalami pencerahan.

Dalam momen pencerahan yang tiba-tiba, ia menyadari bahwa ia ingin membunuh LR karena alasan yang sama seperti ia berhasil membunuh LL. Secara psikologis, cintanya kepada LR, yang kepadanya ia tertarik secara seksual, menyebabkan persepsinya berubah sehingga kesadarannya mencapai keseimbangan kognitif sehingga LR mencapai keterikatan situasional yang efektif dengan riwayat pernikahan suaminya. Ia memandang LR, yang bayangannya menyatu dalam ikatan kovalen polar dengan LL, yang kematian dan kecerdasannya yang luar biasa membebani hati nuraninya di ujung spektrum yang berlawanan dengan LR. Hukum Ketiga Newton muncul saat narator memandang LR dan tindakan ini memicu reaksi yang sama dan berlawanan dalam kesadarannya.

Poe menggambarkan respons afektif narator yang berbeda terhadap LL, yang kecerdasannya ia hormati, dan terhadap LR, yang kecantikannya ia kagumi. LL merangsang hasratnya untuk memperluas kemampuan mentalnya, cakrawala rasional, emosional, dan spiritualnya. Sayangnya, pelebaran wawasan perseptualnya ini mencemari dedikasinya yang teguh pada perannya sebagai suami, mengalihkan perhatiannya dari LL dan merusak upayanya untuk menjadi pria yang bahagia dalam pernikahan. Dengan kata lain, ia menjadi kurang menyadari eksistensi ontologisnya sebagai seorang pria, dan bersamaan dengan itu, kurang menyadari LL sebagai makhluk hidup.

Pergeseran dari kesadaran eksistensial dirinya sebagai tubuh, yaitu makhluk sensual, ke hasrat abstrak, yaitu obsesi untuk memperoleh kekayaan, mengubah intensitas motivasinya. Alih-alih memandang LL sebagai objek cintanya, ia mulai melihatnya sebagai penghalang bagi rencana bawah sadarnya untuk mendapatkan kepemilikan atas harta bendanya. Sebaliknya, ia dimotivasi oleh hasrat duniawi untuk memiliki tubuh dan jiwa LR. Ketertarikan fisiknya kepada istri keduanya mengondisikannya untuk mengembangkan respons emosional yang kuat terhadap keberadaan fisiknya. Penampilan luarnya menarik minatnya akan kecantikan kewanitaannya, yang membangkitkan kerinduannya untuk memilikinya sebagai teladan sempurna dari kewanitaan seorang istri.

Sementara kebesaran intelektual dan spiritual LL menginspirasi imajinasi gelap dan dunia lain dalam diri suaminya, kecantikan fisik LR menstabilkan pikiran dan emosinya. pernikahannya dengan LR meningkatkan kognisinya. Meningkatnya rasa maskulinitasnya, termasuk ketertarikan seksual, menumbuhkan rasa tanggung jawab etis dalam diri narator yang kurang dalam hubungannya yang agung dan menakjubkan dengan LL. Kehidupan pernikahannya dengan LL merupakan kehidupan transendensi yang melampaui batas-batas realitas. Karena ia tidak mengalami ikatan fisik yang kuat dengannya, nafsunya akan keuntungan materi dengan mudah mengalahkan valensi kasih sayangnya yang tak berdasar.

Akhir "Ligeia" mengantisipasi penemuan keterikatan kuantum, yang merupakan "salah satu fenomena paling aneh yang diprediksi oleh mekanika kuantum, teori yang mendasari sebagian besar fisika modern, yang menyatakan bahwa dua partikel dapat terhubung begitu erat sehingga keadaan satu partikel dapat langsung memengaruhi keadaan partikel lainnya, betapa pun jauhnya jarak mereka" ("Keterikatan kuantum," Internet). LL telah meninggal dan ia berada sejauh jarak yang memisahkan hidup dan mati dari LR. Meskipun demikian, LL terjerat dengan LR.

"William Wilson" menggambarkan Hukum Gerak Kedua Newton. Kembaran William Wilson, yang disebut dalam judul "William Wilson," membebani penjudi yang diceritakan, terus-menerus membombardirnya. Sesuai dengan Hukum Gerak Kedua Newton, narator hanya melihat sekilas hati nuraninya sebagai anak sekolah, tetapi kemudian laju perubahan momentum penjudi dan besarnya kebodohnya meningkat, relatif terhadap kekuatan psikis yang dikeluarkan oleh kembarannya.

William Wilson, dengan demikian, adalah sebuah molekul yang terdiri dari dua atom: sosok hati nurani yang samar menyerupai foton yang memberi energi setiap kali penjudi yang mabuk berperilaku tidak etis saat hidupnya terjerumus ke dalam pusaran kejahatan. Graviton

dan lubang hitam di luar angkasa tidak memiliki massa. Narator mengklaim bahwa ia tiba-tiba jatuh ke dalam lubang hitam kejahatan dan kembarannya mendorongnya.

Pada akhirnya, ia menghilang ke dalam lubang hitam bagaikan graviton, dengan jejak ganda di belakangnya, bagaikan foton berenergi yang dipancarkan ketika narator menikam seorang pria. "William Wilson" adalah sebuah karya sastra yang meniru ikatan kovalen di mana William Wilson sangat termotivasi untuk melakukan bunuh diri metafisik. Dengan demikian, ketika ia kehilangan integritasnya, ia sengaja membentuk dirinya menjadi seorang "Nobody" yang arketipe dan terdehumanisasi. Poe menggambarkan ikatan kovalen polar di mana William Wilson berperan sebagai Antikristus yang berada di kutub yang berlawanan dengan Yesus, Putra Allah dan dipenuhi Roh Kudus.

Keterikatan kuantum adalah salah satu prinsip utama fisika kuantum. Keterikatan kuantum berarti bahwa beberapa partikel terhubung sedemikian rupa sehingga pengukuran keadaan kuantum satu partikel menentukan kemungkinan keadaan kuantum partikel lainnya. Hubungan ini tidak bergantung pada lokasi partikel di ruang angkasa. Bahkan ketika partikel yang terjatuh terpisah miliaran mil, perubahan pada satu partikel akan menyebabkan perubahan pada partikel lainnya. Meskipun keterikatan kuantum tampaknya mentransmisikan informasi secara instan, hal itu sebenarnya tidak melanggar kecepatan cahaya klasik karena tidak ada 'pergerakan' melalui ruang angkasa" (Jones, Internet). Jones mengamati bahwa "keadaan kuantum setiap partikel di alam semesta memengaruhi fungsi gelombang setiap partikel lainnya, [tetapi] ia melakukannya dengan cara yang hanya matematis.

Sebenarnya tidak ada eksperimen yang dapat bahkan secara prinsip menemukan efek di satu tempat muncul di tempat lain" (Internet). Orang-orang di lingkungan sosial menerapkan teori kuantum pada "pengaruh" (kata benda) dalam kisah psikologis Poe "Ligeia" untuk memecahkan masalah transformasi warna rambut. Di akhir narasi, intensitas motivasi narator, seorang duda yang menikah lagi, terhadap LR, dan mencapai keseimbangan dengan intensitas motivasinya terhadap LL. Ikatan gairah kovalen: LL negatif + LR positif menghambat intensitas motivasi melalui stimulus: kesadaran tubuh LR melalui ketertarikan seksual mengaktifkan memori LL, dan oleh karena itu, LR = LL.

Keterikatan kuantum adalah fenomena fisika yang terjadi ketika sepasang atau sekelompok partikel dihasilkan, berinteraksi, atau berbagi kedekatan spasial sedemikian rupa sehingga keadaan kuantum setiap partikel dalam pasangan atau kelompok tersebut tidak dapat dijelaskan secara independen dari keadaan partikel lainnya, termasuk ketika partikel-partikel tersebut dipisahkan oleh jarak yang jauh. Saya menyisipkan perbedaan antara keterikatan kuantum sebagai fitur utama mekanika kuantum yang tidak ada dalam mekanika klasik. Berbeda dengan interpretasi kritis terhadap "Ligeia" karya Poe sebagai kisah supernatural yang berakhir dengan kebangkitan LL, saya berpendapat bahwa akhir cerita tersebut mencerminkan pengetahuan Poe tentang prinsip-prinsip ilmiah. Serupa dengan Einstein, Poe berhasrat untuk melampaui teori gravitasi dan hukum gerak Newton di alam semesta material.

Dalam "Ligeia", ia menerapkan pengetahuannya tentang penelitian ilmiah Newton, membawanya ke tingkat berikutnya, tetapi dalam ranah sastra imajinatif. Penggambaran Poe

tentang rambut pirang LR yang berubah menjadi rambut hitam mending istri pertamanya, LL, dapat diinterpretasikan sebagai bayangan penemuan Niels Bohr tentang keterikatan kuantum. Bohr menemukan bahwa setiap pasangan elektron berperilaku acak hingga seorang pengamat berfokus pada salah satu dari dua elektron tersebut, yang menempatkan elektron yang diamati dalam keadaan tetap, sehingga memungkinkan elektron kedua diamati berperilaku berlawanan dengan elektron pertama.

Di sini, Bohr menerapkan prinsip yang sama pada ranah atom dan subatom mekanika kuantum seperti yang berlaku untuk Hukum Gerak Ketiga Newton, yang mengatur ranah benda-benda berskala besar seperti planet-planet di tata surya kita. Hukum Gerak Ketiga Newton menyatakan bahwa untuk setiap aksi ada reaksi yang sama besar dan berlawanan arah (*“Lex III: Actioni contrariam semper et æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse æquales et in partes contrarias dirigi”* (Philosophiæ Naturalis Mathematica Principia, 55))/*“Hukum III: Untuk setiap aksi selalu ada reaksi yang sama besar; atau aksi timbal balik dari dua benda terhadap satu sama lain selalu sama besar, dan diarahkan ke bagian yang berlawanan”*.

Dalam *“Ligeia”* karya Poe, hubungan narator dengan LL didasarkan pada kekagumannya terhadap kemampuan intelektual LL, bukan atribut fisiknya. Ia berhasil melaksanakan rencananya untuk melakukan uxoricide karena ia tidak tertarik secara fisik kepadanya, meskipun LL tertarik secara seksual kepadanya. Ketika ia melakukan kontak fisik dengannya, ia menekan tubuhnya ke arahnya, sama seperti LL menekan tubuhnya ke arahnya. Namun, ia dimotivasi oleh niat membunuh, sementara istrinya dimotivasi oleh hasrat yang setara dan berlawanan untuk bercinta. Dengan demikian, mudah baginya untuk membunuh istrinya karena istrinya menyambut pelukannya, yang dimotivasi oleh hasrat yang setara dan berlawanan, bukan untuk tubuhnya, melainkan untuk keuntungan materi yang akan diwarisinya dari harta warisan istrinya setelah istrinya meninggal.

Sebaliknya, hubungan narator dengan LR didasarkan pada ketertarikannya pada kecantikan fisik LR; bahkan, ia tertarik secara seksual padanya. Berbeda dengan LL yang terpelajar, yang mengandalkan inteleginya, LR mengarahkan perhatiannya pada identitas epistemologisnya sebagai seorang pria dalam arti tubuh fisik, pada dirinya sendiri sebagai makhluk sensual, seorang wanita sensual, dan istri sahnya. Meskipun ia teralihkan dari kehadiran LL sebagai makhluk fisik oleh kebutuhannya untuk berbagi kegiatan intelektual dan spiritual dengan istrinya, ia tertarik pada LR sebagaimana seorang pria tertarik pada seorang wanita sebagai lawan jenis. Sebagai suami LR, ia menikmati hubungan fisik yang normal, intim, dan saling memuaskan dengan istrinya.

Kehadiran istrinya yang hidup menjadi bagian dari hartanya. Meskipun ia masih termotivasi oleh keinginan untuk memiliki kekayaan materinya, ia terbukti teridentifikasi dalam benaknya sebagai sinonim dengan hartanya. Ia mengidentifikasi LL sebagai makhluk intelektual dan spiritual yang terpisah dari dunia material. Ia terdorong untuk menyingkirkannya demi mendapatkan kekayaannya.

Namun, ia belajar menginginkan LR dengan cara yang sama seperti ia menginginkan uang dan harta bendanya. Pengakuannya terhadap LR sebagai tubuh eksistensial, sebuah

objek di antara objek-objek lain di dunia material, memungkinkannya untuk mengukur nilai LR secara substansial. Secara tidak sadar, ia menginginkan tubuhnya sebagaimana ia menginginkan uang dan harta bendanya.

Poe mensimulasikan keterikatan dalam ranah mekanika kuantum dengan menggambarkan keterikatan dalam kisahnya yang dianggap supernatural. Sebagaimana keterikatan fisik menembus batas mekanika klasik Newton, demikian pula, tema keterikatan Romantis dalam "Ligeia" karya Poe membangkitkan mekanika kuantum sebagaimana diterapkan pada sastra imajinatif. Di akhir cerita, narator mencapai keseimbangan mental ketika hasrat intelektual LL yang menggetarkan terjerat dengan hasrat seksual LR yang penuh muatan.

Analog dengan sepasang elektron yang terletak di domain berbeda, LL di domain surgawi tempat suaminya menitipkannya, baik dalam hidup maupun mati, LR di dunia realitas yang dapat diamati secara empiris, kedua istri narator melambangkan sepasang elektron yang terjerat. Narator Poe dalam "Ligeia" dapat dipandang sebagai fisikawan cinta Romantis ala Niels Bohr.

Mekanika kuantum dalam fisika mendefinisikan keterjeratan sedemikian rupa sehingga pengukuran keadaan kuantum satu partikel menentukan kemungkinan keadaan kuantum partikel lainnya. Penggambaran Poe tentang suami dari para istri yang terjerat dalam "Ligeia" menunjukkan bahwa kisah supernatural tersebut sebenarnya adalah sebuah fabel, sebuah kisah tentang hati nurani di mana narator memperoleh pemahaman kognitif tentang dirinya sebagai seorang pria, duda, dan suami. Pada akhirnya, ia memahami bahwa ia tidak perlu membunuh LR sebelum ia mendapatkan kepemilikan atas harta LR.

## **BAB 5**

### **ANALITIK DIGITAL PREDIKTIF AI**

Dalam ini menyajikan teknik komputasi model baru dengan diagram model untuk tableaux beserta aplikasinya pada pemodelan prediktif, peramalan, perencanaan, dan sistem pendukung analitik prediktif. Analisis digitalisasi permukaan vs. digitalisasi dalam yang lebih baru diulas. Sebuah sistem komputasi analitik tableaux visual sekuensial baru dengan basis matematika spesifik dikembangkan. Aplikasi untuk merancang analitik peramalan dikaji. Logika Morph Gentzen dari publikasi penulis sejak tahun 1997 merupakan dasar yang diterapkan pada analitik peramalan. Analisis prediktif digitalisasi permukaan vs. digitalisasi dalam disajikan dengan teknik analitik AI matematis spesifik termasuk diagram model prediktif nonmonotonik.

Fondasi matematika yang lebih baru dikembangkan untuk ilmu komputasi yang dapat meneruskan analitik prediktif komputasi agen visual, dengan aplikasi untuk analitik prediktif interaktif. Ini mencakup karakterisasi deskriptif Beth Tableaux yang dikembangkan penulis sekitar tahun 2000, untuk sekuens Morph Gentzen, untuk mendapatkan kekompakan sekuens teoretis model Morph Gentzen guna mewujudkan model Tableau. Aplikasi untuk menjelaskan analitik visual interaktif disajikan dengan contoh-contoh spesifik dari industri pemodelan perusahaan.

Pemfilteran data dengan fungsi-fungsi yang dikunci merupakan teknik baru untuk permukaan visual menuju digitalisasi mendalam, sementara pemrosesan konten cepat dan pengiriman konten merupakan fungsionalitas digitalisasi permukaan alternatif yang direalisasikan. Contoh-contoh baru dari tujuan industri untuk area inovasi, misalnya, analitik interaktif atau digitalisasi untuk otomatisasi bisnis cepat atau pemrosesan antarmuka web atau cloud perusahaan, juga diperiksa. Ciri khas utama dari apa yang disajikan dalam makalah ini adalah bahwa analitik prediktif, sebagian besar, independen dari untaian data historis.

#### **5.1 PENDAHULUAN**

Komputasi berbasis Peramalan Cerdas dan Penemuan Model telah dipelajari oleh penulis pertama sejak. Objek bisnis multiagen dan aplikasi Multimedia Cerdas untuk Ilmu Manajemen dan TI telah didefinisikan. Di antara area yang dibahas adalah komputasi agen, portofolio modern, komputasi heterogen, objek bisnis, basis data cerdas, objek cerdas, dan ilmu keputusan. Menuju antarmuka analitik cerdas, sistem komputasi analitik tableaux visual sekuensial baru dengan basis matematika spesifik dikembangkan.

Aplikasi untuk merancang analitik peramalan saham diperiksa. Logika Morph Gentzen dari penulis pertama; basis 1977 diterapkan pada analitik peramalan. Buku ini menyajikan teknik komputasi model baru dengan diagram model untuk tableaux dengan aplikasi untuk pemodelan prediktif, peramalan, perencanaan pohon permainan, dan sistem pendukung analitik prediktif. Teknik perencanaan model kompetitif memiliki aplikasi lebih lanjut ke area baru.

Aplikasi baru untuk bisnis dengan bahasa objek cerdas disajikan secara singkat. Multimedia cerdas dan logika Morph Gentzen baru dari diterapkan sebagai dasar untuk analitik peramalan. Di sini, yang diterapkan adalah menyajikan teknik komputasi model baru dengan diagram model untuk tableaux dengan aplikasi untuk pemodelan prediktif, peramalan, perencanaan pohon permainan, dan sistem pendukung analitik prediktif. Diagram generik adalah diagram yang didefinisikan dari sekumpulan simbol fungsi minimal yang secara induktif dapat mendefinisikan suatu model. Diagram generik diterapkan terhadap KR dari perencanaan dengan indeterminisme dan perencanaan dengan pohon bukti bebas.

Sistem komputasi analitik tableaux visual sekuensial baru dengan dasar matematika spesifik dikembangkan di sini. Aplikasi untuk merancang analitik peramalan saham yang disajikan sejak 1999 diuraikan. Garis besar awal singkat diumumkan pada acara virtual di Slovakia. Dunia digital mengubah segalanya, AI dan analitik data besar merevolusi cara kita membuat keputusan; Miliaran mesin terhubung melalui *Internet of Things* (IoT) dan berinteraksi pada tingkat dan skala yang benar-benar baru.

Ukuran set data pelatihan seringkali sangat besar dan terus bertambah, dengan Facebook baru-baru ini mengumumkan telah mengumpulkan 3,5 miliar gambar publik. Teknik AI seperti jaringan saraf tiruan, algoritma genetika, penalaran berbasis kasus, metode dari sistem pakar, dan representasi pengetahuan (KR) telah berhasil diintegrasikan ke dalam sistem keputusan cerdas, agen cerdas (IA) memiliki penerapan terluas untuk masalah keputusan.

Definisi agen cerdas bervariasi, meskipun definisi yang diberikan oleh Woolridge sering dikutip: "Agen adalah sistem komputer yang terletak di suatu lingkungan dan mampu bertindak secara otonom di lingkungan ini untuk memenuhi tujuan desainnya." Pada definisi ini, kapabilitas tambahan dapat ditambahkan, termasuk reaktivitas, proaktif, kemampuan sosial, adaptif, kerja sama, persistensi, dan mobilitas.

Bab ini menyajikan komputasi model nonmonotonik baru dan teknik digitalisasi pengetahuan dengan diagram model dan aplikasinya pada pemodelan prediktif, peramalan, perencanaan pohon permainan, dan sistem pendukung analitik prediktif. Diagram generik adalah diagram yang didefinisikan dari sekumpulan simbol fungsi minimal yang secara induktif dapat mendefinisikan suatu model.

Diagram generik diterapkan pada KR untuk mendefinisikan model awal dan cara komputasi minimal yang efisien untuk menemukan model spesifik dari pengetahuan yang direpresentasikan. Diagram generik diterapkan pada KR, mulai dari perencanaan dengan indeterminisme dan perencanaan dengan pohon pembuktian bebas hingga teknik pengembangan deduksi parsial, dengan diagram prediktif yang disajikan di sini. Teorema kelengkapan dibuktikan pada diagram prediktif sebagai dasar teori model untuk penjelasan. Penerapannya pada abstraksi pembuktian disinggung. Ikhtisar singkat tentang kisi penalaran dengan diagram disajikan. Garis besar bagiannya adalah sebagai berikut: Bagian 5.2 mengulas model dan bahasa agen untuk pemrosesan logika agen AI. Bagian 5.3 memperkenalkan pemodelan dengan agen untuk perencanaan yang menginstansiasi agen untuk komputasi ketidakpastian. Teknik prediksi dan penemuan model dengan tujuan perencanaan disajikan.

Bagian 5.3 menyajikan logika komputasi visual multiagen sekaligus menyajikan aplikasinya untuk pembelajaran, membedakan proses digitalisasi mendalam vs. permukaan. Contoh lebih lanjut dieksplorasi dengan contoh Intel dan SAP HANA. Bagian 5.4 menyajikan model heterogen untuk model konten perusahaan untuk contoh digitalisasi permukaan yang diteruskan ke penemuan model visual pada basis data visual cerdas dengan contoh TAIM.

Pemfilteran data dengan fungsi kunci mengodekan pengetahuan ke basis data. Bagian 5.5 membahas bahasa augmented agent di arena teknis. Agen, model, dan aljabar untuk komputasi multiagen visual dipratinjau dan dipertimbangkan untuk objek bisnis yang ditentukan sintaksis cerdas abstrak dan aplikasi refaktor model. Sistem deduktif Morph Gentzen disajikan secara singkat dengan aplikasi ke pohon virtual untuk perencanaan visual multiagen.

Bagian 5.6 dan 5.7 menyajikan komputasi visual pada tabel analitik sekuensial yang telah dikembangkan penulis ini untuk aplikasi analitik prediktif beberapa tahun terakhir. Diagram model yang tidak lengkap diterapkan untuk aplikasi analitik. Properti kekompakan yang lebih baru untuk sekuensi Morph Gentzen terbukti berlaku untuk penjelasan visual untuk proses analitik prediktif visual interaktif atau noninteraktif, sehingga memberikan dasar matematis untuk analitik visual prediktif.

Bagian 5.7 menyajikan model pembelajaran kompetitif dengan diagram model untuk aplikasi digitalisasi model bisnis (BM). Fungsi digitalisasi diterapkan untuk mencapai pengetahuan mendalam dengan implikasi digitalisasi BM. KR dunia yang relevan pada diagram model Skolem bebas yang tidak lengkap dan non-determinatif diterapkan untuk prediksi dan penemuan model dengan abstraksi pembuktian pada pohon virtual. Bagian 5.8 mengulas model kompetitif dan ekonomi digitalisasi.

## 5.2 MODEL DAN BAHASA

Untuk membuktikan teorema kelengkapan Gödel, teknik penting adalah dengan membangun model langsung dari sintaksis teori yang diberikan. Struktur diperoleh dengan menempatkan suku-suku yang terbukti setara ke dalam kelas-kelas ekivalensi, kemudian mendefinisikan struktur bebas pada kelas-kelas ekivalensi tersebut. Dunia komputasi dan penalaran membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis.

Teknik kami untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kami untuk membangun dan memperluas model melalui diagram model. Hal ini mengharuskan kami untuk memfokuskan perhatian pada gagasan diagram umum. Himpunan minimal simbol fungsi adalah simbol-simbol yang dapat digunakan untuk membangun model secara induktif. Kami memfokuskan perhatian pada model-model tersebut, karena model-model tersebut bersifat awal dan dapat dihitung. Kami menerapkan model kanonik karena terdapat properti komputasi kategoris yang berguna.

Contoh teknis model aljabar yang didefinisikan dari sintaksis telah muncul dalam mendefinisikan aljabar awal untuk teori persamaan tipe data, misalnya, yang dikembangkan pada proyek kami sejak 1978. Dalam arah tersebut, untuk model komputasi teori persamaan

masalah komputasi disajikan oleh pasangan  $(\Sigma, E)$ , di mana  $\Sigma$  adalah tanda tangan (bermacam-macam, untuk himpunan pengurutan  $S$ ) dan  $E$  adalah himpunan persamaan- $\Sigma$ .

Misalkan  $T \langle \Sigma \rangle$  adalah aljabar kata pohon bebas dengan tanda tangan  $\Sigma$ . Hasil bagi  $T \langle \Sigma \rangle$ , aljabar kata dengan tanda tangan  $\Sigma$ , terhadap relasi kongruensi- $\Sigma$  yang dihasilkan oleh  $E$ , akan dilambangkan dengan  $T \langle \Sigma, E \rangle$ , atau  $T \langle P \rangle$  untuk presentasi  $P$ .  $T \langle P \rangle$  adalah model "awal" dari presentasi  $P$ . Relasi kongruensi- $\Sigma$  akan dilambangkan dengan  $\equiv P$ . Salah satu representasi  $T(P)$  yang baik dalam praktiknya terdiri dari aljabar representasi kanonik kelas-kelas kongruensi. Ini adalah kasus khusus dari model standar umum yang didefinisikan di sini.

Untuk struktur komputasi agen, penulis ini menyajikan struktur linguistik matematika yang lebih baru dengan serangkaian simbol fungsi dalam bahasa tersebut, yang disebut sebagai Set Fungsi Agen, yaitu serangkaian simbol fungsi yang dimodelkan dalam dunia komputasi oleh Agen. Objek, pesan yang meneruskan tindakan, dan agen yang mengimplementasikan didefinisikan oleh konstruksi sintaksis, dengan agen muncul sebagai fungsi, yang diekspresikan oleh bahasa abstrak yang mampu menentukan modul, agen, dan komunikasinya.

Kita harus menggabungkan ini dengan konstruksi sintaksis yang dapat dijalankan pada teori komputasi pohon. Logika sentensial adalah bahasa formal standar yang diterapkan ketika mendefinisikan model dasar. Bahasa tersebut merupakan himpunan simbol kalimat yang ditutup dengan penerapan negasi dan konjungsi yang terbatas pada simbol kalimat.

Ketika simbol logika kuantifier ditambahkan ke bahasa tersebut, bahasa logika orde pertama (FOL) dapat didefinisikan. Model untuk adalah struktur dengan himpunan  $A$ . Terdapat struktur yang didefinisikan untuk sedemikian rupa sehingga untuk setiap simbol konstanta dalam bahasa tersebut terdapat konstanta yang berkorespondensi di  $A$ . Untuk setiap simbol fungsi dalam bahasa tersebut, terdapat fungsi yang didefinisikan pada  $A$ ; dan untuk setiap simbol relasi dalam bahasa tersebut terdapat relasi yang didefinisikan pada  $A$ . Untuk teori aljabar yang kita definisikan untuk komputasi pohon cerdas di bagian selanjutnya, bahasa didefinisikan dari tanda tangan sebagaimana dalam bahasa logika adalah bahasa logika persamaan berurut banyak. Tanda tangan mendefinisikan bahasa dengan menentukan kelangkaan simbol fungsi. Model adalah struktur yang didefinisikan pada aljabar berurut banyak yang terdiri dari himpunan berindeks- $S$  untuk himpunan berurut  $S$ .

Dalam  $gt1 \dots tn$  berikut, string formal yang diperoleh dengan menerapkan simbol operasi  $g$  dalam  $\Sigma$  ke  $n$ -tuple  $t$  dengan aritas yang sesuai dengan tanda tangan  $g$ . Lebih lanjut,  $gC$  menunjukkan fungsi yang sesuai dengan simbol  $g$  dalam aljabar  $C$ . CTA adalah model kanonik spesifik. Pada bagian di atas, kami telah menunjukkan cara mendefinisikan model dengan diagram Generik. Model awal adalah model yang dapat didefinisikan oleh diagram Generik. Mari kita terapkan model awal ke fondasi perencanaan.

### 5.3 RENCANA DAN PRATINJAU PEMODELAN PREDIKTIF KETIDAKPASTIAN

Pemodelan dengan perencanaan agen diterapkan ketika ketidakpastian didelegasikan kepada agen, di mana pembelajaran kompetitif pada pohon permainan menentukan interval

kepercayaan. Pemodelan pengetahuan yang tidak lengkap ditangani dengan KR pada diagram model prediktif. Penemuan model di KB dilakukan dengan teknik khusus yang ditentukan untuk pohon. Diagram model memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi KR yang tidak lengkap secara teoritis. Untuk masuk ke basis pengetahuan yang tidak lengkap, kami menerapkan diagram prediktif umum di mana fungsi diagram tertentu dapat dipilih oleh mesin pencari ke bidang data yang terlokalisasi.

Diagram model prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $\{f_1, \dots, f_n\}$  yang secara induktif mendefinisikan model. Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan tersebut. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Diagram merupakan konsep yang umum dalam logika matematika dan teori model. Diagram suatu struktur adalah himpunan kalimat atomik dan kalimat atomik negatif yang bernilai benar dalam struktur tersebut.

### **Prediksi dan Penemuan**

Prediksi minimal adalah teknik AI yang telah didefinisikan sejak proyek perencanaan model-teoretis penulis. Ini adalah aproksimasi nonmonotonik kumulatif yang dicapai dengan melengkapi diagram model tentang apa yang mungkin benar dalam suatu model atau basis pengetahuan. Diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D(M)$ , di mana  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  dalam  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow \{0,1\}$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  dalam  $D(M)$ , sehingga  $T \cup \{p\}$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal. Prediksi melibatkan konstruksi hipotesis, di mana setiap hipotesis adalah himpunan literal atomik; sehingga ketika suatu teori  $T$  tertentu ditambah dengan hipotesis, hal itu memerlukan himpunan literal tujuan  $G$ .

Hipotesis harus merupakan subhimpunan dari himpunan dasar yang dapat diprediksi secara atomik. Teori logis yang ditambah dengan hipotesis harus dibuktikan konsisten dengan diagram model. Prediksi minimal ketika himpunan hipotesis adalah himpunan minimal tersebut. Diagram prediktif umum adalah diagram prediktif dengan  $D(M)$  yang didefinisikan dari himpunan fungsi minimal. Diagram prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $\{f_1, \dots, f_n\}$  yang secara induktif mendefinisikan model. Pohon bebas yang telah kita definisikan oleh gagasan pembuktian yang tersirat dalam definisi tersebut, dapat terdiri dari beberapa fungsi Skolem tambahan  $\{g_1, \dots, g_l\}$  yang muncul pada pohon bebas. Suku  $f$  dan suku  $g$ , kongruensi pohon, dan diagram prediktif kemudian mengkarakterisasi deduksi parsial dengan pohon bebas.

Prediksi melibatkan konstruksi hipotesis, di mana setiap hipotesis adalah himpunan literal atom  $f_i$ ; Sehingga ketika suatu teori  $T$  ditambah dengan  $f_i$ , teori tersebut mensyaratkan himpunan literal tujuan  $G$ , yaitu,  $T, f_i$  secara logis menyiratkan  $G$ , ditulis  $f_i \models G$ .  $f_i$  harus merupakan subhimpunan dari himpunan  $A$  yang dapat diprediksi secara atomik. Dengan penambahannya, kita harus memastikan  $T \cup f_i$  konsisten. Himpunan semua hipotesis yang mungkin adalah  $f = \{f_i\}$ . Prediksi minimal ketika  $f_i$  adalah himpunan minimal tersebut.

### **Tujuan dan Rencana**

Sistem praktis dirancang melalui pemodelan dengan informasi, aturan, tujuan, strategi, dan basis pengetahuan. Pola, skema, dan sudut pandang merupakan 'mikro' untuk mengagregasi informasi ke dalam data dan basis pengetahuan, tempat data yang besar beserta hubungan dan representasinya disimpan. Forward chaining adalah teknik pemenuhan tujuan di mana aturan inferensi diaktifkan oleh pola data, untuk mencapai tujuan secara berurutan dengan menerapkan aturan inferensi.

Aturan terkait saat ini tersedia di penyimpanan 'agenda'. Aturan yang dijalankan akan memodifikasi basis data. Backward chaining adalah alternatif yang didasarkan pada respons oportunistik terhadap perubahan informasi. Dimulai dengan tujuan dan mencari premis yang tersedia yang mungkin terpenuhi untuk mencapai tujuan tersebut. Tujuan adalah objek yang secara otomatis menghasilkan data yang hilang pada tujuan tersebut melalui rekursi backward chaining pada objek yang hilang sebagai sub-tujuan. Ketidakterediaan data menyiratkan pencarian untuk penemuan tujuan baru.

Panning yang diarahkan pada tujuan dilakukan saat merencanakan dengan diagram. Bagian dari rencana yang melibatkan pohon Skolemized bebas dibawa bersama dengan pohon bukti untuk tujuan rencana. Jika pohon bukti-bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model awal di mana tujuan-tujuan terpenuhi. Dasar untuk penemuan model dan perencanaan prediksi disajikan dalam Nourani (2002) dan dijelaskan secara singkat di sini. Basis bisnis komputasi agen AI baru yang didefinisikan selama beberapa tahun terakhir dapat diterapkan untuk menyajikan strategi keputusan yang tepat pada permainan multipemain dengan hanya informasi yang sempurna antara pasangan agen. Pohon permainan diterapkan untuk meningkatkan model.

Model komputasi didasarkan pada pembelajaran kompetitif baru dengan perencanaan pohon permainan multipemain agen. Agen-agen tertentu ditugaskan untuk mengubah model untuk mencapai rencana tujuan di mana tujuan-tujuan terpenuhi berdasarkan pembelajaran pohon permainan kompetitif. Aplikasi perencanaan mencakup OR-ERP dan EM sebagai pemuasan tujuan dan ERP manajemen mikro dengan analisis sarana-akhir pada EP. Prediksi minimal adalah teknik AI yang didefinisikan sejak proyek perencanaan teoretis model penulis. Ini adalah pendekatan nonmonotonik kumulatif.

Skema memungkinkan deskripsi singkat tentang sifat-sifat permukaan objek yang dengannya inferensi dan penalaran tingkat tinggi dengan pengetahuan yang tidak lengkap dapat dilakukan dengan menerapkan fakta dan hubungan yang telah ditentukan antar objek.

Skema mungkin merupakan Peramalan Cerdas {Teknik Peramalan Saham IS-A} Portofolio Saham, obligasi, aset perusahaan Ilmu Manajemen Anggota Teknik Kami menganggap model sebagai Dunia di mana teorema dan kebenaran yang diduga berlaku untuk dunia. Model menjunjung tinggi penutupan deduktif dari aksioma yang dimodelkan dan beberapa aturan inferensi, tergantung pada teorinya. Berdasarkan definisi diagram, model adalah sekumpulan kalimat atomik dan kalimat atomik yang dinegasikan, dan dengan demikian dapat dianggap sebagai dasar untuk sebuah model, asalkan kita dapat, melalui perluasan aljabar, mendefinisikan nilai kebenaran dari rumus arbitrer yang diwujudkan dengan istilah arbitrer.

Sebuah teori untuk dunia yang beralasan dan model didasarkan pada aksioma dan aturan deduksi, misalnya, teori FOL. Skema di atas dengan aturan logika dasar, dapat membentuk teori dasar  $T$  untuk bernalar tentang teknik peramalan saham. Untuk melakukan analisis prediktif, kami menambahkan hipotesis, misalnya, literal atomik berdasarkan hal berikut:  $p1. \text{Asset (Stocks)}$   $p2. \text{Stock}(x) \Rightarrow \text{Asset}(x)$   $p3. \text{S\&P100}(x) \Rightarrow \text{Stock}(x)$  Dari definisi tersebut, diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D[M]$ , di mana  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  di  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow \{0,1\}$  didefinisikan, atau terdapat rumus  $p$  di  $D[M]$ , sehingga  $T \cup \{p\}$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal. Diagram prediktif untuk  $T$  dibangun dengan memulai dengan  $p1 = \text{True}$ ,  $p2(f) = \text{true}$  untuk  $f$  yang mencakup simbol saham,  $p3 \text{ True}$  untuk semua  $x = f$ , di mana  $f$  adalah simbol saham di  $S\&P100$ .

Untuk memprediksi apakah saham  $f$  akan mengalami peningkatan nilai, dapat disimpulkan dengan diagram prediktif yang mencakup hipotesis  $p3$  pada simbol saham dan bahwa nilai rata-rata  $S\&P100$  akan mengalami peningkatan. Misalnya, predikat  $p4$  menyatakan bahwa simbol saham  $f1$  berada di Sektor  $S1$  dan sektor  $S1$  akan mengalami peningkatan. Hipotesis baru:  $p4. \text{stock}(f1) \Rightarrow S1(f)$   $p5. S1(x) \Rightarrow \text{kenaikan nilai rata-rata sebesar } 25\%(x)$  Dengan demikian,  $T \cup p5 \models \text{kenaikan nilai}(f)$ , yaitu, simbol saham  $f$  diprediksi akan terapresiasi.

Contoh teori peramalan  $T$  berdasarkan hal di atas adalah sebagai berikut. Default  $D$ : hipotesis yang mungkin, yang kita terima sebagai bagian dari peramalan dan observasi  $\phi$  yang harus direkonsiliasi. Observasi  $g \in \phi$  dapat direkonsiliasi jika terdapat hipotesis dasar  $g$  dalam  $D$  sehingga 1.  $T \cup d$  secara logis menyiratkan  $g$ , dan 2.  $T \cup d$  konsisten. Publikasi penulis (Nourani, 2003) telah membuktikan bahwa sekumpulan observasi orde pertama  $\phi$  dapat direkonsiliasi dengan model jika terdapat diagram prediktif untuk konsekuensi logis terhadap  $\phi$ .

#### 5.4 LOGIKA KOMPUTASI VISUAL

Paradigma pemecahan masalah disajikan dalam makalah Double Vision Computing. Agen di setiap dunia saling melengkapi dengan pasangan objek-objek: pemecahan masalah dilakukan di papan oleh agen yang bekerja sama dari pasangan tersebut. Teknik Pemrograman Multimedia Hibrida IM memiliki logika komputasi yang merupakan logika matematika di mana sistem Gentzen atau deduksi alami didefinisikan dengan mengambil objek multimedia yang dikodekan oleh fungsi diagram.

Dengan mentransformasikan fungsi-fungsi terkait dari gambar hibrida, sebuah gambar hibrida baru dideduksi. Objek multimedia dipandang sebagai objek sintaksis yang didefinisikan oleh fungsi, yang kepadanya sistem deduktif diterapkan. AI formal dan matematika muncul dalam publikasi logika matematika penulis pertama sejak tahun 1997 dan diterapkan pada area bisnis. Bahasa sintaksis cerdas diterapkan dengan Morph Gentzen.

#### Model, Pembelajaran, dan IM

Logika komputasi untuk bahasa cerdas disajikan secara singkat dengan teorema kemantapan dan kelengkapan dalam Nourani (1995, 1999) dari penulis tahun 1994 dan

diterapkan pada komputasi objek bisnis cerdas. Proses ini mengkarakterisasi komputasi dengan pohon sintaksis abstrak tanpa spesifikasi tata bahasa. Sebagai contoh, misalkan Anda diberi tahu bahwa terdapat departemen akademik dengan seorang anggota fakultas yang berprofesi sebagai Superman, dan dua anggota fakultas yang berbahasa Swedia, dan tiga yang tidak berbicara dengan siapa pun yang tidak berada di bidang keahlian mereka. Tanpa memberi tahu Anda apa pun tentang apa yang mereka lakukan, properti sintaksis abstrak untuk mengekspresikan dunia tersebut dapat didefinisikan.

Ketika fungsi agen spesifik tanda tangan didefinisikan, hal itu menyiratkan bahwa tanda tangan telah mendefinisikan jalur pesan untuknya. Komputasi diekspresikan oleh bahasa abstrak yang mampu menentukan modul, agen, dan komunikasinya.

Agen implementasi, objek terkaitnya, dan tindakan penyampaian pesannya juga dapat disajikan oleh sintaksis abstrak dua tingkat. Agen direpresentasikan oleh nama fungsi yang muncul pada pohon sintaksis bebas dari pohon implementasi. Untuk mencapai model yang dapat dihitung, kita harus menguasai seperangkat fungsi minimal untuk mendefinisikan model yang mudah diproses. Fungsi pemilih tersebut diterapkan untuk membuat objek bisnis gabungan. Mempelajari hubungan kausal di antara data visual yang tersimpan merupakan area penting lainnya, yang dapat diuntungkan dari proyek kami.

Sebagian besar algoritma pembelajaran yang ada hanya mendeteksi korelasi, tetapi tidak mampu memodelkan kausalitas dan karenanya gagal memprediksi efek kontrol eksternal. Visualisasi dan penemuan data mining interaktif adalah proses yang melibatkan analisis data otomatis dan keputusan kontrol oleh seorang pakar di bidang tersebut. Misalnya, pola dalam banyak basis data sistem bisnis skala besar dapat ditemukan secara interaktif oleh seorang pakar manusia yang mengamati data tersebut, seperti yang dilakukan pada data medis.

Banyak contoh diambil dari teori AI hingga perencanaan robot untuk menunjukkan penerapan teknik dan teori yang diajukan. Revisi model dunia merupakan salah satu aspek tersulit dari sistem penalaran nonmonotonik. Dalam bab ini kami menyajikan solusinya dengan formulasi diagram umum, di mana model direvisi secara implisit melalui perubahan dinamis pada diagram yang menjadi dasar model tersebut dibangun.

Dengan demikian, kami menunjukkan bahwa KR dengan diagram Generik menyederhanakan masalah revisi dunia. Formulasi "default" dalam Nourani (1995, 1999), sebagaimana diterapkan lebih lanjut pada penalaran prediktif dalam makalah ini, mengacu pada konsistensi teoretis model. Masalah praktis berupa informasi yang tidak lengkap dalam sistem penalaran AI memerlukan revisi model ketika informasi baru diberikan tentang sistem tersebut. Model kanonik dunia didefinisikan langsung dari diagram.

Diagram umum digunakan untuk membangun model dengan keluarga minimal fungsi Skolem umum. Himpunan minimal simbol fungsi adalah fungsi yang dengannya suatu model dapat dibangun secara induktif. Fungsi-fungsi tersebut dapat berkaitan dengan objek yang mendefinisikan bentuk dan menggambarkan gambar. Proses di sini adalah menerapkan model kanonik karena model tersebut standar untuk BM kita dan dapat dihitung. Kita tidak dapat memformalkan dunia nyata.

Dunia AI adalah deskripsi yang relevan untuk pemecahan masalah di bagian dunia nyata. Penggunaan pembelajaran mesin (ML) merupakan peluang penting bagi nilai bisnis saat ini. McKinsey memperkirakan bahwa sekitar 43% proses keuangan dapat diotomatisasi menggunakan AI, dan Gartner percaya bahwa hal ini dapat mengurangi kebutuhan akan tindakan dan pilihan. Terdapat potensi yang sangat besar jika Anda menggabungkan kekuatan ML dengan sensor, IoT, dan teknologi lainnya.

#### **Digitalisasi Permukaan Vs. Digitalisasi Mendalam**

Salah satu dimensi digitalisasi permukaan berkaitan dengan analitik visual, misalnya, dengan pengodean agen menggunakan proses deduktif Morph Gentzen yang berlaku untuk analitik visual atau analitik interaktif dengan contoh SAS yang dijelaskan pada bagian berikut. Digitalisasi permukaan penting kedua berkaitan dengan tiga area bisnis penting: proses bisnis, otomatisasi, antarmuka web, dan IoT. Kami mengkaji pandangan terhadap digitalisasi permukaan. Gambar 5.1 adalah antarmuka web perusahaan umum yang merupakan jalur yang jelas untuk digitalisasi permukaan.



**Gambar 5.1** Contoh pemrosesan konten digital berbasis basis data visual cerdas.

Contoh tampilan untuk mengimplementasikan AI untuk bisnis: robotika dan algoritma ML yang tangguh sedang membuka jalan bagi AI untuk bisnis: Fokus sistem perusahaan AI adalah pada otomatisasi proses yang membutuhkan ML dan pengenalan pola, untuk memungkinkan otomatisasi dalam proses bisnis. Agar ML, singkatnya ML, berhasil, harus ada data berkualitas

tinggi. Data ini biasanya ditemukan dalam aplikasi bisnis yang sudah ada seperti keuangan, logistik, dan penjualan, tetapi tidak sering berulir. Data dalam sistem ini mungkin telah dikumpulkan, dibersihkan, dan disimpan dalam jangka waktu yang lama, sehingga terdapat banyak data yang tersedia untuk membuat skenario bagi model prediktif.

ML bekerja paling baik ketika proses pengambilan keputusan yang terhubung didefinisikan untuk keputusan yang mungkin harus dibuat setiap hari, yang dapat diselesaikan dengan pengetahuan. Misalnya, faktor apa untuk bank apa. ML paling mudah diimplementasikan ketika keputusan dapat diotomatisasi secara mulus sebagai bagian dari proses bisnis yang sudah ada, alih-alih memerlukan proses baru atau perubahan budaya. Beberapa contoh proses yang dapat diotomatisasi:

- Mengekstrak data pembayaran atau pesanan yang relevan dari faktur tidak terstruktur;
- Memprediksi kapan kontrak berdasarkan penggunaan perlu diperbarui;
- Memprediksi dan menindaklanjuti stok dalam transisi;
- Otomatisasi rantai pasokan prediktif berdasarkan inventaris;
- Mengarahkan permintaan layanan pelanggan ke tim yang paling tepat.

### **Contoh Digitalisasi Intel-Sap Hana Surface**

Kemajuan terbaru dalam ML telah meningkatkan kemampuan komputer secara drastis untuk menguraikan dan memahami ucapan, tulisan, dan perintah manusia. Chatbot layanan baru dapat memudahkan pelanggan menemukan informasi dan melakukan transaksi sederhana melalui antarmuka suara atau obrolan. Algoritma ML dapat memindai sejumlah besar dokumentasi produk dan teknis dan secara otomatis menghasilkan jawaban atas pertanyaan yang sering diajukan.

Di dalam organisasi, asisten digital perusahaan baru dapat membantu Anda sepanjang hari kerja, terutama dalam konteks proses bisnis inti seperti pengadaan, SDM, dan penganggaran. Alih-alih mengklik antarmuka yang rumit, Anda dapat memberi tahu asisten digital, "Saya ingin memesan liburan seminggu minggu depan" atau bertanya, "Berapa anggaran aktual saat ini untuk departemen saya?" Dalam lingkungan kerja, asisten digital memiliki akses ke sejumlah besar konteks yang dapat digunakan untuk menyederhanakan atau bahkan mengantisipasi pertukaran informasi. Pembelajaran mesin (ML) digunakan untuk mengidentifikasi dan memberikan peringatan ketika keputusan akan dibuat terkait keadaan yang tidak biasa, sehingga kredit perjalanan perusahaan mungkin perlu diperiksa.

Namun, digitalisasi permukaan tersebut memiliki lapisan digitalisasi mendalam yang mungkin perlu diperiksa untuk mencapai tujuan—proses SAP HANA untuk optimasi rantai pasokan atau platform cloud skala besar dan analitik real-time canggih, SAP menyediakan solusi yang mencakup seluruh rantai nilai dan rantai informasi perusahaan. Intel yang bermitra dengan SAP berfokus pada penyederhanaan transformasi digital sekaligus membangun perusahaan cerdas untuk ekonomi pengalaman yang sedang berkembang.

Di sini, kami mengamati apa yang kami maksud dengan digitalisasi permukaan, misalnya, kemitraan teknologi multi-tahun yang berfokus pada pengoptimalan platform Intel,

termasuk prosesor Intel® Xeon™ Scalable dan memori persisten Intel® Optane™ DC, untuk perangkat lunak perusahaan yang menyeluruh.

Dalam bab pendamping pada volume ini, perspektif bisnis untuk digitalisasi dikaji. Yang disajikan dalam bab ini adalah proses analitik teknis yang mungkin memengaruhi keseluruhan proses yang diuraikan pada digitalisasi untuk area spesifik bisnis.

## 5.5 MODEL HETEROGEN

Sejak tahun 1990-an, penulis ini telah menyajikan teknik-teknik untuk perancangan oleh agen perangkat lunak dan konsep-konsep baru berjudul "implementasi cerdas abstrak sistem AI" (AII). Objek, tindakan penyampaian pesan, dan agen implementasi didefinisikan oleh konstruksi sintaksis, dengan agen muncul sebagai fungsi. Teknik-teknik ini telah diterapkan untuk merancang objek bisnis cerdas dalam Nourani (1996).

Teknik AII telah diterapkan pada Perancangan dan implementasi KB Heterogen. Area aplikasinya mencakup dukungan untuk perencanaan yang sangat responsif. Bidang-bidang terapannya, misalnya, sistem bisnis cerdas, kedirgantaraan, AI untuk robot, dan multimedia.

### Manajemen dan Pemrosesan Konten Enterpriser

World Wide Web awalnya dibangun untuk konsumsi manusia, dan meskipun semua isinya dapat dibaca mesin, data ini tidak dapat dipahami oleh mesin. Sangat sulit untuk mengotomatiskan apa pun di Web, dan karena besarnya volume informasi yang terkandung di Web, mustahil untuk mengelolanya secara manual. Solusi yang diusulkan di sini adalah menggunakan metadata untuk mendeskripsikan data yang terdapat di Web.

Metadata adalah "data tentang data" (misalnya, katalog perpustakaan adalah metadata, karena mendeskripsikan publikasi) atau secara spesifik dalam konteks spesifikasi ini "data yang mendeskripsikan sumber daya Web." Perbedaan antara "data" dan "metadata" bukanlah sesuatu yang mutlak. Ini adalah perbedaan yang terutama diciptakan oleh aplikasi tertentu, dan seringkali sumber daya yang sama akan diinterpretasikan dengan kedua cara secara bersamaan.

Kerangka kerja deskripsi sumber daya (RDF) merupakan fondasi untuk memproses metadata; RDF menyediakan interoperabilitas antar aplikasi yang bertukar informasi yang dapat dipahami mesin di Web. RDF menekankan fasilitas untuk memungkinkan pemrosesan sumber daya Web secara otomatis. RDF dapat digunakan di berbagai bidang aplikasi; Misalnya: dalam penemuan sumber daya untuk menyediakan kapabilitas mesin pencari yang lebih baik, dalam pengkatalogan untuk mendeskripsikan konten dan hubungan konten yang tersedia di situs web, halaman, atau perpustakaan digital tertentu, oleh agen perangkat lunak cerdas untuk memfasilitasi berbagi dan bertukar pengetahuan, dalam pemeringkatan konten, dalam mendeskripsikan halaman koleksi yang mewakili satu "dokumen" logis, untuk mendeskripsikan hak kekayaan intelektual halaman web, dan untuk mengekspresikan preferensi privasi pengguna serta kebijakan privasi situs web. RDF dengan tanda tangan digital akan menjadi kunci untuk membangun "jaringan kepercayaan" untuk perdagangan elektronik, kolaborasi, dan aplikasi lainnya.

### Penemuan Model Visual

Diagram model memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi KR yang tidak lengkap. Untuk memasukkan basis pengetahuan yang tidak lengkap, kami menerapkan diagram prediktif umum di mana fungsi diagram tertentu dapat dipilih oleh mesin pencari ke dalam bidang data yang terlokalisasi. Diagram model prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $\{f_1 \dots, f_n\}$  yang secara induktif mendefinisikan model. Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Kami telah mengembangkan teknik yang dapat diterapkan pada perencanaan dengan diagram untuk mengimplementasikan perencanaan penemuan. Komputasi dengan fungsi diagram memungkinkan kita untuk memasukkan kunci ke basis data visual aktif dengan agen. Pemodelan pengetahuan yang tidak lengkap ditangani dengan KR pada diagram model prediktif.

Penemuan model di KB dilakukan dengan teknik khusus yang ditentukan untuk pohon. Diagram model memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi KR yang tidak lengkap secara teoritis. Untuk memasukkan ke basis pengetahuan yang tidak lengkap, kami menerapkan diagram prediktif umum di mana fungsi diagram tertentu dapat dipilih oleh mesin pencari ke bidang data yang dilokalkan. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Kami mengusulkan metode yang dapat diterapkan pada perencanaan dengan diagram untuk mengimplementasikan perencanaan penemuan. Komputasi dengan fungsi diagram memungkinkan kita untuk memasukkan kunci ke basis data visual aktif.

### Taim dan Komputasi Penemuan

Garis besar desain Basis Data Cerdas Aktif Transformer yang berubah bentuk disajikan dalam TAIM. Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan tersebut. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Kami telah menyajikan teknik perencanaan, yang dapat diterapkan untuk mengimplementasikan perencanaan penemuan. Dalam perencanaan dengan diagram generik, bagian dari rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama pohon pembuktian untuk tujuan rencana. Idanya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan tersebut.

Model tersebut adalah model awal dunia AI tempat pohon Skolemisasi bebas dibangun. Deduksi parsial dalam pendekatan ini sesuai dengan pohon pembuktian yang memiliki pohon Skolemisasi bebas dalam representasinya. Saat melakukan pembuktian dengan pohon Skolemisasi bebas, kita menghadapi pembuktian dalam bentuk  $p(g(.))$  membuktikan  $p(f(g(.)))$  dan generalisasi ke  $p(f(x))$  membuktikan untuk semua  $x, p(f(x))$ . Dengan demikian, pembuktian bebas dalam beberapa hal merupakan padanan abstrak dari SLD. Mari kita lihat apa yang dilakukan diagram prediktif untuk penemuan pengetahuan, manajemen pengetahuan (KM). Diagram memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi KR yang tidak lengkap secara teoritis.

Untuk memasukkan ke dalam basis pengetahuan yang tidak lengkap. Diagram prediktif umum didefinisikan, di mana fungsi diagram yang ditentukan dan mesin pencari dapat memilih bidang data yang terlokalisasi. Diagram Prediktif Umum adalah diagram prediktif di mana  $D(M)$  didefinisikan dari himpunan fungsi minimal. Diagram prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $\{f_1, \dots, f_n\}$  yang secara induktif mendefinisikan model. Fungsi-fungsi tersebut dikunci ke dalam inferensi dan basis pengetahuan untuk dipilih melalui area yang dikunci, yang ditetapkan sebagai  $S_i$  pada Gambar 5.1 dan data diambil. Tampilan objek visual ke basis data aktif dapat dirancang dengan hal-hal di atas.

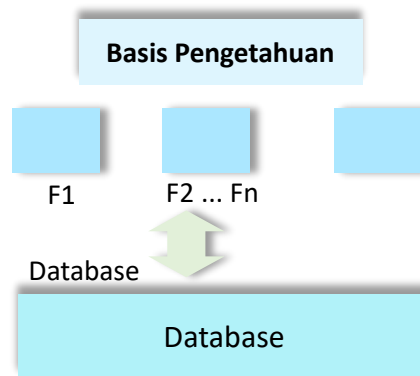
### Penyaringan Data pada Fungsi Berkunci

Mari kita lihat apa yang dilakukan diagram prediktif untuk KM penemuan pengetahuan. Diagram memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi secara teoritis model KR yang tidak lengkap menjadi basis pengetahuan yang tidak lengkap. Gambar 5.2 menggambarkan fungsi pemilih  $F_i$  dari kisi tampilan abstrak yang dihubungkan melalui mesin inferensi ke basis pengetahuan dan selanjutnya ke basis data.

Sistem AI praktis dirancang dengan memodelkan AI dengan fakta, aturan, tujuan, strategi, dan basis pengetahuan. Pola, skema, kerangka AI, dan sudut pandang adalah cara mikro untuk mengagregasi sekilas ke basis data dan basis pengetahuan di mana massa data dan representasi hubungan mereka masing-masing disimpan. Skema dan kerangka adalah apa yang mungkin didefinisikan dengan objek, kelas objek, pewarisan kelas objek, relasi pewarisan yang ditentukan pengguna, dan batasan spesifik pada jenis dan perilaku slot objek, kelas, atau kerangka.

Dari skema Nourani (1999) mungkin IS-A Teknik Peramalan Saham Portofolio Saham, obligasi, aset perusahaan Ilmu Manajemen Anggota Teknik Skema memungkinkan deskripsi singkat pada properti permukaan objek yang dengannya inferensi dan penalaran tingkat tinggi dengan pengetahuan yang tidak lengkap dapat dilakukan dengan menerapkan fakta dan hubungan yang ditentukan di antara objek. Hubungan: Objek Visual memiliki korespondensi pesan visual agen timbal balik.

Mencari pola adalah cara beberapa AI praktis dilakukan untuk mengenali fitur penting, situasi, dan aturan yang berlaku. Dari sudut pandang pembuktian, pola adalah analogi dengan fitur seperti daun pada pohon komputasi. Dasar IM untuk peramalan diajukan pada tahap awal dalam publikasi penulis ini dekade ini. Aplikasi diagram model prediktif adalah diagram model dasar untuk peramalan cerdas. Ada grafik berurutan untuk memprediksi pendapatan kuartal dari yang kedua dan ketiga dikombinasikan dengan grafik kondisi pasar.



**Gambar 5.2** Tampilan basis data KB yang diberi kunci.

Cara merancang grafik kondisi pasar merupakan masalah kepatutan. Grafik tersebut diperoleh melalui sekuens Morph-Gentzen dari parameter pasar saham yang diketahui. Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan tersebut.

Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Dasar peramalan diajukan pada tahap awal dalam publikasi penulis sejak tahun 1998. Idanya adalah menerapkan logika Morph-Gentzen sebagai dasar peramalan multimedia cerdas. Gambar tersebut menunjukkan sekuens grafik untuk memprediksi pendapatan kuartal keempat dari kuartal kedua dan ketiga yang dikombinasikan dengan grafik kondisi pasar. Cara merancang grafik kondisi pasar merupakan masalah kepatutan.

### **Big Data Rentang Jarang**

Vektor status agen direntang dengan model untuk nilai diagram yang bernilai benar, salah, atau X-undermined. Hasil perkalian silang dengan diagram model untuk vektor adalah matriks. Matriks tersebut merupakan pengkodean jarang untuk bigdata dengan X yang menghemat matriks, sehingga meminimalkan jangkauan untuk bigdata: oleh karena itu heuristik jarang diperlukan. Teknik kami yang lebih baru berlaku untuk memunculkan perdebatan tentang pentingnya relatif data yang semakin besar versus teknik prediktif yang semakin baik untuk menghindari data yang lebih besar.

Tidak cukup banyak orang yang memiliki keterampilan yang diperlukan untuk memanfaatkan data secara ketat. Kami mulai dengan menguraikan pohon rentang jarang yang meminimalkan threading big data. Contoh aplikasinya adalah model komputasi agen vektor status, c.f.: CBS, Denmark. Vektor agen status  $F_1, \dots, F_n$  menjangkau tampilan BM Bagian 5.1. Ruang status adalah matriks bernilai Boolean pada pohon permainan model  $t_1, \dots, t_n$ , untuk vektor agen ruang status dinamis.

Matriks pohon keputusan agen adalah sebagai berikut, dengan setiap  $t_i$  dipetakan baik F, T, atau X: simbol tak tentu, oleh urutan komputasi pada mesin vektor ruang status. Entri X menyerupai simbol "Tidak Peduli" dalam Peta Karnaugh.

$F_1: t_1, \dots, t_n$

$F_2: t_1, \dots, t_n$

$F_m: t_1, \dots, t_n$

Matriks renggang menentukan bagaimana basis data yang dikunci akan meminimalkan sektor big data yang relevan. Matriks renggang adalah matriks yang memungkinkan teknik khusus untuk memanfaatkan sejumlah besar "latar belakang" (umumnya nol atau, dalam kasus kami, elemen X tak tentu). Jumlah nol yang dibutuhkan suatu matriks agar dianggap "renggang" bergantung pada struktur matriks dan operasi yang ingin dilakukan.

Misalnya, matriks renggang yang dihasilkan secara acak dengan entri yang tersebar secara acak di seluruh matriks bukanlah renggang dalam pengertian Wilkinson (untuk metode langsung) karena membutuhkan waktu untuk memfaktorkannya. Urutan komputasi pada teknik model kompetitif kami adalah perkalian matriks Boolean pada matriks renggang. Dengan menerapkan, misalnya, perkalian matriks Strassen, kami memiliki algoritma yang lebih baru untuk meminimalkan renggang area data besar yang harus dijangkau dalam basis data.

### **Contoh Analitik Sas: Membangun Model Analitik Prediktif**

Dari sisi pragmatik analitik deskriptif, yaitu sifat data dalam hal perilaku dan tren historis, berlanjut ke analitik prediktif: upaya untuk menemukan apa yang mungkin terjadi di masa mendatang berdasarkan data historis melibatkan pembangunan model untuk merepresentasikan hubungan antara variabel input dan target yang diinginkan. Penggunaan model tersebut untuk mengklasifikasikan observasi baru atau memprediksi nilai target, tentu saja, merupakan fokus ML.

Salah satu tujuan penambangan data visual dan ML SAS adalah menawarkan kapabilitas pemodelan ini dalam berbagai bentuk yang dapat digunakan oleh pengguna dengan berbagai tingkat keahlian. Hal ini juga dapat dibandingkan dengan TAIM, atau buku di AA Press. SAS Visual Analytics memiliki tujuan untuk pencapaian interaktif tanpa memerlukan pemrograman. Jadi, apa yang disajikan dalam bab ini mungkin merupakan area yang dapat dieksplorasi dengan SAS. Langkah krusial dalam membangun model prediktif adalah memastikan Anda menyimpan data dari proses pelatihan untuk mengakses akurasi model. Oleh karena itu, model kompetitif penting untuk tujuan ini (Gambar 5.3).

## **5.6 AGEN, MODUL, DAN ALJABAR**

### **Komputasi pada Pohon**

Untuk menyajikan beberapa motivasi bagi metode yang diusulkan, beberapa konsep teori model ditinjau dan beberapa teknik baru disajikan. Pembuktian gaya Henkin untuk teorema kelengkapan Gödel diimplementasikan dengan mendefinisikan model langsung dari sintaksis teori. Sebuah model didefinisikan dengan menempatkan suku-suku yang terbukti setara ke dalam kelas-kelas ekuivalensi, kemudian mendefinisikan struktur kanonik pada kelas-kelas ekuivalensi tersebut.

Dunia komputasi membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Model yang akan didefinisikan ditujukan untuk fenomena komputasi yang kompleks, yang untuknya kami mendefinisikan diagram umum. Teknik penulis untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun

dan memperluas model melalui diagram. Ini mengharuskan kita untuk memfokuskan perhatian pada diagram model generik.

Himpunan minimal simbol fungsi adalah himpunan yang dengannya model dapat didefinisikan secara induktif. Model-model tersebut standar dan dapat dihitung. Metode diagram generik memungkinkan kita untuk merumuskan deskripsi dunia AI, teori, dan model dengan cara yang dapat dihitung minimal. Dengan demikian, model dan pembuktian untuk masalah AI dan komputasi dapat dikarakterisasi oleh model yang dapat dihitung oleh sekumpulan fungsi. Ini memungkinkan kita untuk memprogram dengan objek dan fungsi yang "berjalan" pada diagram-G. Untuk menyinggung teknik perencanaan AI kita sebagai contoh, proses perencanaan di setiap tahap dapat menggunakan diagram generik diagram-G dengan pohon Skolemized bebas, dengan mengambil interpretasi bebas, sebagai perhitungan penulisan ulang pohon untuk kemungkinan pohon pembuktian yang sesuai dengan setiap kepuasan tujuan.

Misalkan terdapat beberapa fungsi Skolem dasar  $f_1 \dots, f_n$  yang mendefinisikan diagram-G. Selama perencanaan atau pembuatan pohon pembuktian, serangkaian fungsi Skolem  $g_1 \dots, g_n$  dapat diperkenalkan. Saat mendefinisikan pohon pembuktian bebas tersebut, serangkaian relasi kongruensi menghubungkan  $g$  dengan  $f$ . Pembuktian dapat menggunakan relasi kongruensi pohon, atau dilakukan dengan penulisan ulang pohon, sehingga menghasilkan 'pohon pembuktian bebas'.

Usaha komputasi dan penalaran membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Teknik-teknik dalam proyek penulis untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Contoh teknis model aljabar yang didefinisikan dari sintaksis telah muncul dalam mendefinisikan aljabar awal untuk teori persamaan tipe data.

Dalam arah tersebut untuk model komputasi teori persamaan komputasi, masalah disajikan oleh pasangan  $(S, E)$ , di mana  $\Sigma$  adalah tanda tangan (dari berbagai jenis, untuk himpunan jenis  $S$ ) dan  $E$  adalah himpunan persamaan- $S$ . Biarkan  $T \langle S \rangle$  menjadi aljabar kata pohon bebas dari tanda tangan  $\Sigma$ . Hasil bagi  $T \langle S \rangle$ , aljabar kata dari tanda tangan  $S$ , mengenai relasi kongruensi- $S$  yang dihasilkan oleh  $E$ , akan dilambangkan dengan  $T \langle S, E \rangle$ , atau  $T \langle P \rangle$  untuk presentasi  $P$ .  $T \langle P \rangle$  adalah model "awal" dari presentasi  $P$ .

Relasi kongruensi- $S$  akan dilambangkan dengan  $\cong_P$ . Salah satu representasi  $T(P)$  yang baik dalam praktiknya terdiri dari aljabar representasi kanonik kelas-kelas kongruensi, disingkat S-CTA. Ini adalah kasus khusus dari model standar umum yang telah didefinisikan oleh penulis untuk contoh-contoh terbaru pohon keputusan tanda tangan agen. Beberapa definisi diterapkan dari makalah yang memungkinkan kita untuk mendefinisikan model standar teori yang merupakan SCIA. Model standar tersebut penting untuk teori komputasi pohon yang telah disajikan oleh penulis.

Diagram generik diterapkan untuk mendefinisikan model standar kanonik dalam pengertian yang sama dengan teori himpunan. Definisi ini merupakan dasar untuk himpunan dan dalam mendefinisikan induksi untuk rekursi abstrak dan definisi induktif. Kami telah

mengajukan varian-variannya dengan aksiomatisasi dalam makalah kami. Definisi-definisi tersebut diajukan oleh penulis pertama untuk komputabilitas dengan model-model awal. Model-model kanonik telah diterapkan pada komputasi multiagen selama beberapa tahun terakhir oleh penulis.

### **Bahasa Augmented Agen**

Perusahaan komputasi membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Model yang akan didefinisikan ditujukan untuk fenomena komputasi yang kompleks, yang untuknya kami mendefinisikan diagram umum. Teknik yang penulis sajikan sejak tahun 1990an atau sebelumnya untuk membangun model aljabar pohon awal dengan diagram model generik diterapkan pada permasalahan penalaran AI yang memungkinkan kita membangun dan memperluas model melalui diagram.

Hal ini mengharuskan kita untuk mendefinisikan gagasan diagram umum. Diagram-G membangun model dengan fungsi Skolem umum yang telah ditentukan sebelumnya. Himpunan simbol fungsi minimal yang spesifik adalah himpunan yang dengannya model untuk basis pengetahuan dapat didefinisikan.

Teknik diagram-G memungkinkan kita untuk merumuskan dunia AI, KB, dengan cara komputasi minimal untuk diterapkan pada komputasi agen. Teknik-teknik dalam Nourani (1991, 1994a) untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada permasalahan penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Contoh teknis model aljabar yang didefinisikan dari sintaksis telah muncul dalam pendefinisian aljabar awal untuk teori persamaan tipe data dan penelitian kami dalam Nilsson (1969).

Dalam arah tersebut, untuk model komputasi teori persamaan dan aljabar suku kanonik untuk masalah komputasi, disajikan oleh pasangan  $(\Sigma, E)$ , di mana adalah tanda tangan (berbagai macam, untuk himpunan jenis  $S$ , dan  $E$  adalah himpunan. Untuk memahami proses fungsi agen yang spesifik, mari kita bahas secara singkat mesin agen spesifik yang pertama kali diperkenalkan oleh Geneserth-Nilsson (1987) yang telah diterapkan oleh Nourani (1994–2005) untuk contoh komputasi agen.

### **Abstrak Mesin Pemroses Agen**

Dimulai dengan apa yang disebut agen histeretik. Agen histeretik memiliki himpunan keadaan internal  $I$ , yang dengannya agen dapat membedakan keanggotaannya. Agen dapat berpindah dari setiap keadaan internal ke keadaan internal lainnya dalam satu langkah. Tindakan oleh agen didasarkan pada observasi  $I$  dan papan.

Terdapat eksternal Himpunan keadaan  $S$ , dimodulasi menjadi himpunan  $T$  dari himpunan bagian yang dapat dibedakan dari sudut pandang observasi. Agen tidak dapat membedakan keadaan dalam partisi yang sama yang didefinisikan oleh relasi kongruensi.

Fungsi sensorik  $s: S \rightarrow T$  memetakan setiap keadaan ke partisi tempatnya berada. Misalkan  $A$  adalah himpunan tindakan yang dapat dilakukan oleh agen. Suatu tindakan fungsi dapat didefinisikan untuk mengkarakterisasi suatu tindakan aktivitas agen:  $T \rightarrow A$ . Terdapat juga fungsi pembaruan memori  $mem: I \times T \rightarrow I$ . Untuk mendefinisikan agen pada tingkat aktivitas yang sembarang, agen tingkat pengetahuan didefinisikan. Semua detail tingkat yang

berlebih dihilangkan. Dalam abstraksi ini, keadaan internal agen seluruhnya terdiri dari basis data kalimat, dan tindakan agen dipandang sebagai inferensi berdasarkan basis datanya. Fungsi tindakan untuk agen tingkat pengetahuan memetakan basis data dan partisi keadaan  $t$  ke dalam tindakan yang akan dilakukan oleh agen dalam suatu keadaan dengan basis data dan partisi keadaan teramati  $t$ .

$$\text{Aksi: } D \times T \rightarrow A$$

Fungsi pembaruan basis data memetakan suatu keadaan dan partisi keadaan  $t$  ke dalam basis data internal baru.

$$\text{Basis Data: } D \times T \rightarrow D$$

Agen tingkat pengetahuan adalah lingkungan yang merupakan tupel 8 yang ditunjukkan di bawah ini. Himpunan  $D$  dalam tupel tersebut merupakan himpunan sembarang basis data kalkulus predikat,  $S$  adalah himpunan keadaan eksternal,  $T$  adalah himpunan partisi dari  $S$ ,  $A$  adalah himpunan aksi,  $\text{see}$  adalah fungsi dari  $S$  ke  $T$ ,  $\text{do}$  adalah fungsi dari  $A \times S$  ke  $S$ , basis data adalah fungsi dari  $D \times T$  ke  $D$ , dan aksi adalah fungsi dari  $D \times T$  ke  $A$ .

Sejak tahun 1995, kita mengatakan bahwa suatu bahasa memiliki sintaksis cerdas jika sintaksisnya didefinisikan pada tanda tangan cerdas. Untuk mendefinisikan dasar linguistik matematika spesifik untuk bahasa augmented agen, bahasa cerdas didefinisikan sebagai berikut:

- **Definisi 5.1:** Katakanlah suatu tanda tangan bersifat cerdas jika memiliki simbol fungsi cerdas.

Catatan: Gagasan tanda tangan cerdas hanyalah penunjukan bahwa terdapat subtanda tangan dengan properti tertentu, misalnya, semua fungsi adalah 1-1.

- **Definisi 5.2:** Suatu bahasa  $L$  dikatakan sebagai bahasa cerdas jika  $L$  didefinisikan dari sintaksis cerdas.

Bahasa augmented agen dan tanda tangan memungkinkan kita untuk menyajikan teori komputasi dengan rumus berdasarkan simbol fungsi cerdas.

- **Definisi 5.3:** Kita mengatakan bahwa suatu fungsi  $f$  adalah fungsi string, jika tidak ada pesan yang diteruskan atau pertukaran informasi kecuali pada objek yang berada pada rentang yang ditetapkan untuk  $f$ , membaca parameter yang terlihat pada setiap objek. Jika tidak,  $f$  dikatakan sebagai fungsi splurge. Kita menyebutnya dengan fungsi string dan splurge ketika tidak ada ambiguitas.

Catatan: Fungsi nullary adalah fungsi string.

- **Definisi 5.4:** Derajat kecerdasan pohon, TID, didefinisikan melalui induksi pada struktur pohon:

(0) konten kecerdasan dari fungsi simbol konstan  $f$  adalah  $f$ .

(i) untuk fungsi string  $f$ , dan pohon  $f(t_1, \dots, t_n)$ , TID didefinisikan oleh:

$$U \text{ TID } (t_i : f)$$

di mana;  $(ti : f)$  merujuk pada sub-pohon  $ti$  yang tampak oleh  $f$ .

(ii) untuk fungsi splurge  $f$ , TID didefinisikan oleh:

U TID ( $f: ti$ ).

di mana;  $f: ti$  merujuk pada pohon yang dihasilkan dari  $ti$  setelah pertukaran informasi oleh  $f$ .

Terdapat prinsip-prinsip komputasi objek bergerak implisit pada Definisi 5.2, misalnya, konsep sub-pohon yang tampak oleh suatu fungsi, dan tentu saja, agen. Teorema di bawah ini memformalkan poin-poin ini. Dengan demikian, dari hutan pohon cerdas muncul teorema penulisan ulang teoretis informasi.

➤ **Definisi 5.5:** Kita katakan bahwa suatu teori persamaan  $T$  dengan tanda tangan  $I$  adalah suatu teori  $I\Sigma$  yang cerdas jika untuk setiap langkah pembuktian yang melibatkan penulisan ulang pohon, TID dipertahankan. Kita nyatakan  $T < IST > | - t = t'$  ketika  $T$  adalah teori IS.

➤ **Definisi 5.6:** Kita katakan bahwa suatu teori persamaan  $T$  cerdas, jika  $T$  memiliki tanda tangan cerdas IS, dan aksioma  $E$ , dengan  $I\Sigma$  tanda tangannya yang cerdas. Pembuktian  $t = t'$  dalam suatu teori persamaan cerdas  $T$  adalah deret terhingga  $b$  dari persamaan- $I\Sigma$  yang berakhiran  $t = t'$  sedemikian rupa sehingga jika  $q = q'$  ada di  $b$ , maka baik  $q = q'$  di  $E$ , atau  $q = q'$  diturunkan dari 0 atau lebih persamaan sebelumnya di  $E$  dengan satu penerapan aturan inferensi. Tulis  $T < IST > | - t = t'$  untuk “ $TP$  membuktikan  $t = t'$  dengan sistem penggantian subpohon aljabar cerdas.”

Berdasarkan definisi teori-teori tersebut, pembuktian hanya memperbolehkan penulisan ulang pohon yang mempertahankan TID di seluruh aturan. Definisi-definisi ini telah diterapkan untuk membuktikan teorema-teorema, membangun fondasi untuk penulisan ulang pohon cerdas dan komputasi pohon cerdas.

➤ **Definisi 5.7:** Sebuah pohon yang didefinisikan dari tanda tangan sembarang  $\Sigma$  disebut cerdas jika terdapat setidaknya satu simbol fungsi  $g$  di  $\Sigma$  sehingga  $g$  merupakan anggota himpunan fungsi cerdas AFS, dan  $g$  adalah simbol fungsi yang muncul pada pohon tersebut.

➤ **Definisi 5.8:** Kami mendefinisikan persamaan- $S$  cerdas, disingkat persamaan-IS, sebagai persamaan- $S$  pada suku-suku cerdas  $\Sigma$ . Kongruensi-IS adalah kongruensi- $S$  dengan kondisi-kondisi berikut:

- i. Kongruensi mempertahankan persamaan IS;
- ii. kongruensi mempertahankan konten kecerdasan agen komputasi dari pohon- $\Sigma$ .

Model kanonik dapat didefinisikan dengan himpunan kanonik  $C$  pada pembawa dengan pasangan <fungsi, himpunan basis> melalui rekursi sedemikian rupa sehingga  $C$  dengan himpunan aturan penulisan ulang pohon  $R$  merepresentasikan  $T < IS, \sim R >$ , di mana  $\sim R$  adalah himpunan  $R$  aksioma untuk  $P$  yang dipandang sebagai aturan penulisan ulang IS.

➤ **Definisi 5.9:** Misalkan  $\Sigma$  adalah tanda tangan cerdas. Maka suatu aljabar IS suku kanonik (IS-CTA) adalah aljabar  $S C$  sedemikian rupa sehingga:

1.  $|C|$  adalah subhimpunan dari  $T < S >$  sebagai keluarga terindeks  $S$ .

2.  $gt1.tn$  dalam  $C$  menyiratkan  $ti$  berada dalam  $C$  dan;  $gC(t1., tn) = gt1.tn$ , di mana  $gC$  merujuk pada operasi dalam aljabar  $C$  yang bersesuaian dengan simbol fungsi  $g$ , untuk simbol konstanta (2) juga harus berlaku, dengan  $gC = g$ .
3.  $gt1.tn$  dalam  $T < AFS >$  menyiratkan  $ti$  berada dalam  $C$  dan  $gC(t1., tn) = gt1.tn$ ; untuk simbol konstanta, harus berlaku sebagai  $gC = g$ .

Dengan demikian, kita memiliki Teorema Model Cerdas Kanonik berikut. Teorema-teorema ini menyediakan kondisi untuk implementasi otomatis dengan penulisan ulang pohon cerdas ke model awal untuk pemrograman dengan objek.

**Teorema 5.1:** Misalkan  $C$  merupakan aljabar IS. Misalkan  $P = (S, E)$  merupakan presentasi.

Maka  $C$  isomorfik terhadap  $T < P >$ , jika:

- i.  $C$  memenuhi  $E$ ;
- ii.  $gC(t1., tn) \stackrel{oP}{=} g.t1.tn$ .
- iii.  $gC(t1., tn) \stackrel{oP}{=} gt1.tn$ , dengan  $gt1.tn$  di  $T < AFS >$  setiap kali  $ti$  berada di  $T < AFS >$  dan  $gC$  di AFS.

Catatan: (ii dan iii) juga harus berlaku untuk konstanta dengan  $g.C = g$ ;  $\equiv$  mengacu pada kongruensi  $I\Sigma$  yang dihasilkan oleh  $E$ ;

Bukti: Nourani (1996) menyatakan kondisi yang cukup untuk konstruksi model awal untuk presentasi persamaan  $I\Sigma$  dari proposisi di atas. Ini adalah justifikasi matematis untuk proposisi bahwa model awal dengan tanda tangan cerdas dapat diimplementasikan (dikonstruksi) secara otomatis oleh sistem penggantian sub-pohon aljabar. Bentuk normal didefinisikan oleh himpunan minimal fungsi yang merupakan fungsi Skolem atau konstruktor tipe.

Basis bahasa cerdas mendefinisikan tata bahasa bebas konteks cerdas sebagai berikut.

- **Definisi 5.10:** Suatu bahasa  $L$  adalah bahasa bebas konteks cerdas, disingkat ICF, jika  $L$  cerdas dan terdapat tata bahasa bebas konteks yang mendefinisikan  $L$ . Teori penguraian awal dapat didefinisikan setelah kita mengamati korespondensi antara Fungsi String dan konteks. Mari kita mendefinisikan fungsi cerdas string.
- **Definisi 5.11:** Suatu bahasa adalah Bahasa Cerdas String jika bahasa tersebut merupakan bahasa cerdas dan semua fungsi agen dalam bahasa tersebut adalah fungsi 1-1. Berikut ini adalah awal dari ICF.

Awal teori ICF berikut ini berasal dari ECAI.

**Teorema 5.2:** Misalkan  $L$  adalah bahasa bebas konteks dengan tanda tangan  $S$ . Misalkan  $L^*$  adalah bahasa cerdas string yang memperluas  $L$  sedemikian rupa sehingga  $L^*$  memiliki tanda tangan yang sama dengan  $L$ , kecuali untuk simbol fungsi agen string yang mengaugmentasi tanda tangan  $L$ . Maka  $L^*$  adalah ICF.

Kerangka pembuktiannya adalah terdapat aljabar awal  $T\Sigma$  yang didefinisikan langsung dari produksi tata bahasa bebas konteks. Agen string berfungsi pada 1-1 sehingga terdapat morfisme homeo embedding yang mempertahankan pohon TS bebas konteks. Morfisme agen didefinisikan dalam, misalnya, ontologi untuk komputasi heterogen sejak 1994, yang dijelaskan pada bagian berikut di sini.

### Abstrak Sintaksis Cerdas pada Komputasi Objek

Contoh-contoh bahasa augmented agen yang dapat kami sajikan memiliki tripel  $\langle O, A, R \rangle$  sebagai struktur kontrol.  $A$  memiliki operasi yang juga terdiri dari penerusan pesan agen. Fungsi-fungsi dalam AFS adalah fungsi agen yang mampu meneruskan pesan.  $O$  merujuk pada himpunan objek dan  $R$  adalah relasi yang mendefinisikan efek  $A$  pada objek.

Di antara fungsi-fungsi dalam AFS, hanya beberapa yang berinteraksi melalui penerusan pesan. Lebih buruk lagi, fungsi-fungsi tersebut dapat memengaruhi objek dengan cara yang memengaruhi konten kecerdasan sebuah pohon. Begitulah: definisi kongruensi pohon dengan demikian lebih kompleks untuk bahasa augmented agen dibandingkan dengan pohon sintaksis biasa. Mari kita definisikan konten kecerdasan pohon untuk formulasi ini.

Dunia komputasi membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Model yang akan didefinisikan adalah untuk fenomena komputasi yang kompleks, yang untuknya kami mendefinisikan diagram umum. Teknik-teknik untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram.

Hal ini mengharuskan kita untuk mendefinisikan pengertian diagram umum. Kami telah menciptakan diagram-G untuk membangun model dengan fungsi-fungsi Skolem umum yang telah ditentukan sebelumnya. Himpunan simbol fungsi minimal yang spesifik adalah himpunan yang dengannya model untuk basis pengetahuan dapat didefinisikan. Teknik-teknik diagram-G memungkinkan kita untuk merumuskan dunia-dunia AI, KB, dengan cara komputasi minimal untuk diterapkan pada komputasi agen.

Teknik-teknik dalam Nourani (1991) untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Contoh teknis model aljabar yang didefinisikan dari sintaksis telah muncul dalam pendefinisian aljabar awal untuk teori persamaan tipe data dan penelitian kami dalam Nilsson (1969).

Dalam arah tersebut, untuk model komputasi teori persamaan masalah komputasi disajikan oleh pasangan  $(\Sigma, E)$ , di mana merupakan tanda tangan (bermacam-macam, untuk himpunan pengurutan  $S$ ) dan  $E$  merupakan himpunan persamaan  $-$ . Tanda tangan memiliki pengertian yang sama dengan tanda kunci dalam musik. Gagasan tanda tangan cerdas hanyalah sebuah penandaan bahwa terdapat subtanda tangan dengan properti tertentu, misalnya, semua fungsi adalah 1-1.

Contoh bahasa cerdas yang disusun dari tripel  $\langle O, A, R \rangle$  sebagai struktur kontrol: Surf Florida. Fungsi-fungsi dalam  $AF$  adalah fungsi agen yang mampu meneruskan pesan.  $O$  merujuk pada himpunan objek dan  $R$  merujuk pada relasi yang mendefinisikan efek  $A$  pada objek. Di antara fungsi-fungsi dalam  $AF$ , hanya beberapa yang berinteraksi melalui penyampaian pesan. Fungsi-fungsi tersebut dapat memengaruhi objek dengan cara yang memengaruhi konten informasi suatu pohon. Begitulah: definisi kongruensi pohon dengan demikian lebih kompleks untuk bahasa cerdas dibandingkan dengan pohon sintaksis biasa. Mari kita definisikan konten informasi pohon untuk formulasi ini.

Oleh karena itu, terdapat batas baru bagi pengembangan teoretis aljabar  $\langle O, A, R \rangle$  dan teori *III*.  $\langle O, A, R \rangle$  adalah sepasang aljabar,  $\langle Alg[A], Alg[F] \rangle$ , yang dihubungkan melalui penyampaian pesan dan *III* mendefinisikan teknik untuk mengimplementasikan sistem tersebut. Untuk mendefinisikan *III*, kita mendefinisikan aljabar tanda tangan cerdas homomorfisme.

## 5.7 MORPH GENTZEN

Logika Komputasi Morf IM untuk komputasi multimedia merupakan proyek baru dengan aplikasi komputasi penting sejak tahun 1997. Prinsip dasarnya adalah logika matematika di mana sistem deduksi Gentzen atau natural didefinisikan dengan mengambil struktur arbitrer yang dikodekan oleh fungsi diagram. Teknik-teknik ini dapat diterapkan pada struktur topologi arbitrer.

Dengan demikian, kami mendefinisikan morphing sintaksis sebagai teknik di mana struktur-struktur yang terdefinisi tak terhingga dipetakan secara homomorfik melalui fungsi-fungsi pendefinisinya ke struktur-struktur baru. Aturan deduksi adalah sistem Gentzen yang diperkuat oleh dua aturan, yaitu morphing dan trans-morphing.

Struktur Aturan Morf-A yang didefinisikan oleh n-tuple fungsional dapat di-Morphing menjadi struktur-struktur yang terdefinisi oleh n-tuple fungsional, dengan syarat  $h$  merupakan homeomorfisme dari struktur tanda tangan multiagen abstrak. Aturan TransMorph - Seperangkat aturan yang menggabungkan struktur  $A_1 \dots, A_n$  mendefinisikan sebuah Peristiwa  $\{A_1, A_2, \dots, A_n\}$  dengan struktur konsekuen  $B$ . Dengan demikian, kombinasi tersebut merupakan peristiwa impetus. Teori deduktif adalah sistem Gentzen di mana struktur dinamai dengan fungsi berparameter; ditambah dengan aturan morph dan trans-morph. Struktur yang kita terapkan logika Morf dapat didefinisikan dengan diagram positif. Identy adalah melakukannya pada pohon sintaksis model abstrak tanpa spesifikasi untuk bentuk dan topologi yang diterapkan.

Kita mulai dengan  $L_{\omega, \omega}$  dan selanjutnya mungkin menerapkan bahasa tak terhingga yang berperilaku baik. Teorema 5.1 Ketepatan dan Kelengkapan - Logika Gentzen yang Dimorfik adalah tepat dan lengkap. Garis besar pembuktian Morf Biasa Kelengkapan Logika Gentzen memiliki dua pembuktian: A - Terdapat pembuktian langsung yang menerapkan diagram positif, dan model kanonik untuk fragmen  $L_{\omega, \omega}$  seperti makalah penulis dalam logika matematika. B-Terdapat jalur pembuktian konvensional di mana kita memulai dengan teorema kelengkapan untuk sistem Gentzen biasa. Dari sini, kita dapat menambahkan aturan morf dan melakukan pembuktian berdasarkan apa yang dipertahankan oleh aturan morf tersebut pada model. Sekali lagi, model yang rumit dirancang dengan diagram positif.

### Pohon Visual dan Virtual

Linguistik KR dan hubungannya dengan abstraksi konteks didefinisikan secara singkat. Nourani (1999a) telah mengemukakan teknik komputasi visual baru untuk abstraksi konteks multimedia cerdas dengan komponen linguistik. Dalam makalah ini, kami juga menginstansiasi daun pohon bukti dengan pohon Skolemisasi bebas.

Dengan demikian, pohon virtual, terkadang seperti pohon cerdas, menggantikan daun. Yang kami maksud dengan pohon virtual adalah istilah yang terdiri dari simbol konstan dan istilah fungsi Skolem yang diberi nama tetapi tidak selalu ditentukan sebelumnya. Dalam perencanaan virtual dengan diagram-G, bagian dari rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama pohon bukti untuk tujuan rencana.

Kami dapat menerapkan KR diagram prediktif untuk menghitung kueri dan menemukan pengetahuan data dari data observasi dan citra objek visual yang dikunci dengan fungsi diagram. Komputasi berbasis model dapat diterapkan pada rekayasa data dan pengetahuan otomatis dengan diagram yang dikunci. Komputasi spesifik dapat dilakukan dengan diagram prediktif.

Untuk kognisi, perencanaan, dan pembelajaran pikiran robot, kisi diagram dapat mendefinisikan keadaan. Proyek penerapan ruang awal ditujukan untuk perjalanan luar angkasa robot otonom. Desain dalam makalah penulis adalah cara bagi robot untuk memperbarui keadaan pikirannya berdasarkan apa yang ditemuinya di jalurnya.

Apa yang diyakini robot dapat didefinisikan pada kisi diagram. Tingkat keyakinan robot terhadap sesuatu ada di kisi. Hal ini dapat diperkuat atau dilemahkan sebagai fungsi dari apa yang dipelajari robot seiring kemajuan yang dicapai. Keadaan Pikiran Robot: Entri kisi array menunjukkan hal-hal yang perlu diingat dan tingkat keyakinan robot terhadap hal-hal tersebut. Model kisi adalah cara untuk mengodekan dunia dengan fungsi diagram model. Model kanonik dari model hingga teori himpunan telah dinyatakan untuk struktur arbitrer sebagai berikut.

#### Perencanaan dan Pembelajaran Visual Multiagen

Mari kita definisikan apa itu pemodelan sekuensial Morph Gentzen.

- **Definisi 5.12:** Homomorfisme IS adalah homomorfisme yang terdefinisi pada aljabar dengan tanda tangan cerdas IS.
- **Definisi 5.13:** Misalkan A dan B adalah aljabar IS dengan tanda tangan yang mengandung tanda tangan agen HA. Homomorfisme HA dari A ke B adalah homomorfisme IS yang mempertahankan sifat pohon tanda tangan HA yang telah ditentukan, misalnya, suku HA mempertahankan sifat 1-1 pada suku tanda tangan agen.
- **Definisi 5.14:** Aljabar IS adalah Model A untuk sekuens Morph Gentzen  $p$  jika:
  - i. Setiap simbol konstanta  $a$  pada tanda tangan  $S$  memiliki konstanta yang bersesuaian di A;
  - ii. Setiap suku IS  $f(t_1, \dots, t_n)$  memiliki fungsi  $n$ -ary yang bersesuaian yang terdefinisi di A;
  - iii. Setiap persamaan IS terdefinisi di A dengan suku-suku di A;
  - iv. Setiap persamaan IS valid di A.

*Catatan:* Mengenai instansiasi model proses agen: untuk simbol fungsi agen pada tanda tangan IS, IS harus memastikan bahwa model A memiliki fungsi proses agen yang terdefinisi dengan baik, misalnya, sebagai agen histeretik menurut mesin status agen yang disajikan di Bagian 5.6, atau penugasan yang sebanding untuk fungsi-fungsi pada tanda tangan agen. Pada dasarnya, setiap instansi sekuensial merupakan status pada mesin agen abstrak yang menetapkan nilai atau suku Skolem untuk fungsi tanda tangan agen di A.

Catatan di atas dapat dianggap lebih lanjut sebagai karakterisasi struktural ontologi agen.

*Teorema 5.3:* Aljabar IS adalah model untuk sekuensi Morph Gentzen  $p$  jika terdapat aljabar IS kanonik yang dapat didefinisikan pada diagram pohon IS generik untuk  $p$ .

Proposisi 5.1: Morph Gentzen dan bahasa Cerdas memberikan dasar logis yang kuat dan lengkap untuk VR.

### Model Rencana Pohon Virtual

Model kanonik dari model hingga teori himpunan telah dinyatakan untuk struktur arbitrer sebagai berikut:

➤ **Definisi 5.15:** Diagram Generik untuk struktur  $M$  adalah diagram yang memiliki definisi diagram yang tepat dengan simbol fungsi tertentu, misalnya, fungsi  $\Sigma$  Skolem. Idanya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun untuk rumus tujuan, diagram Generik mendefinisikan model yang memenuhi rumus tujuan tersebut. Teorema ini berasal dari Nourani (2018) Volume AA Press tentang Analisis Prediktif Bab 12.

*Teorema 5.4:* Untuk pohon pembuktian virtual yang didefinisikan untuk rumus tujuan dari diagram Generik, terdapat model awal yang memenuhi rumus tujuan tersebut. Model awal tersebut adalah model awal yang dapat didefinisikan oleh diagram Generik.

Pembuktian: (Dinyatakan kembali untuk kelengkapan dari, misalnya, Nourani (2005)). Dalam perencanaan dengan diagram GF, pohon rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama pohon pembuktian untuk tujuan rencana. Idanya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan. Ada analogi dengan pembuktian SLD. Di satu sisi, kita dapat melihat pembuktian tipe resolusi SLD pada suku dasar, di mana kita bergerak dari  $p(0)$  ke  $p(f(c))$ ; atau bentuk  $p(f(c))$  menjadi  $p(f(g(c)))$ . Sementara itu, saat melakukan pembuktian dengan pohon Skolemisasi bebas, kita menghadapi pembuktian dalam bentuk  $p(g(\cdot))$  membuktikan  $p(f(g(\cdot)))$  dan isasi umum menjadi  $p(f(x))$  membuktikan Untuk semua  $x$ ,  $p(f(x))$ . Karena pohon pembuktian merupakan tujuan rencana pembuktian untuk rumus yang didefinisikan pada diagram GF, atau berkomputasi dengan fungsi Skolem yang mendefinisikan diagram GF, model yang didefinisikan oleh diagram GF berlaku dan merupakan awal untuk pembuktian.

Untuk Skolemisasi bebas, yang terlintas dalam pikiran logika kita adalah Ekspansi model generik. Hal ini relevan dengan metode pemodelan, perencanaan, dan penalaran kita. Pohon pembuktian bebas adalah pohon pembuktian yang dibangun dengan fungsi Skolem bebas dan GFS dari diagram GF. Idanya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun untuk rumus tujuan, diagram GF mendefinisikan model yang memenuhi rumus tujuan yang terpenuhi. Model adalah model awal dunia AI yang menjadi dasar konstruksi pohon Skolemisasi bebas. Dengan demikian, kami telah mentransformasikan permasalahan teori model komputasi menjadi permasalahan pendefinisian komputasi dengan Diagram Umum. Terdapat beberapa makalah terbaru sejak tahun 1992, di mana kami telah menyajikan teori dan teknik ini. Deduksi parsial dalam pendekatan ini sesuai dengan pohon pembuktian yang memiliki pohon Skolemisasi bebas dalam representasinya. Dalam pendekatan ini, teknik

pohon pembuktian bebas, sebagaimana akan kami definisikan lebih lanjut, daun dapat berupa virtual, di mana daun virtual adalah pohon Skolemisasi bebas.

Model ini adalah model awal dunia AI yang menjadi dasar konstruksi pohon Skolemisasi bebas. Untuk rencana dengan pohon Skolemisasi bebas, kita dapat menerapkan teknik epsilon Hilbert untuk mendefinisikan model komputasi. Penerapan epsilon Hilbert menyiratkan adanya model  $M$  untuk himpunan rumus sehingga kita dapat mengambil rumus  $w[X]$  yang terkuantifikasi secara eksistensial dan mewujudkannya menjadi fungsi Skolem yang dapat menjawab pertanyaan keanggotaan terhadap model. Apakah Hilbert memang bermaksud demikian atau tidak, hal ini tidak relevan saat ini. Namun, masalah dalam pendekatan kami adalah kami tidak terlalu memperhatikan rumus-rumus yang terkuantifikasi secara eksistensial. Kami mulai dengan beberapa fungsi Skolem untuk mendefinisikan model awal.

Dengan demikian, kami memiliki model Hilbert yang fungsi Skolemnya secara implisit mendefinisikan keanggotaan pada himpunan yang mendefinisikan suatu model. Kami memiliki aplikasi perencanaan dengan VR di mana terdapat rumus tujuan yang harus dipenuhi, mungkin dengan kuantifier eksistensial. Karena kami tertarik pada teknik-teknik teori model untuk menangani pembuktian dengan metode pohon pembuktian bebas, kami mengusulkan pandangan teori model berikut, yang kami rujuk dengan Teorema Model Hilbert untuk komputasi pohon virtual ter-Skolemisasi.

*Teorema 5.5:* Teknik epsilon Hilbert menyiratkan adanya model  $M$  untuk himpunan rumus sedemikian rupa sehingga kami dapat mengambil rumus yang terkuantifikasi secara eksistensial  $w[X]$  dan mewujudkannya dengan fungsi Skolem yang dapat menjawab pertanyaan kepuasan untuk model.

## 5.8 KOMPUTASI VISUAL PADA TABEL ANALITIK SEKUEN

Proyek ini mengarah pada analitik baru berdasarkan pembuktian sekuen Morph Gentzen yang dapat dihitung Tableau. Dalam makalah ini, diagram untuk pemodelan kognitif diterapkan dan teknik ilmiah diterapkan untuk penemuan dan ilmu kesadaran. Morph Gentzen mendekati pengalaman manusia dalam mencapai pembuktian.

Pada dasar intuisi empirisnya terdapat intuisi murni yang apriori. Ide-ide logika dasar Frege dan program Hilbert memisahkan pelaksanaan matematika murni dari persepsi kognisi fisik tentang apa yang dilaksanakan sebagai tujuan. "Konsep dan objek" Frege dan "makna dan makna", adalah tempat pelaksanaan logika untuk objek yang dinamai oleh suatu bahasa mulai dibedakan dari persepsi indra objek. Program Hilbert, selain dibiarkan untuk berdamaian dengan idealisme transendental pada konsep, juga bertujuan untuk mengaromatisasi seluruh matematika.

Di mana kita berada dengan objek komputasi deskriptif Heidegger? Kita berada pada trikotomi bahasa, model, dan aritmetika. Objek-objek dideskripsikan dengan bahasa sebagaimana yang dimaksudkan Frege, dimodelkan oleh struktur, yang dapat diperiksa oleh idealisme transendental Kant, dan area komputabilitas serta reduksibilitasnya diaritmatikasi oleh Hilbert. Oleh karena itu, terdapat dasar sistematis untuk melakukan deskripsi konsep-

objek untuk penemuan mesin. Mengikuti Beth (1970) dan Nourani (2000) tentang definabilitas deskriptif untuk model Tableau, kita memperoleh yang berikut:

➤ **Proposisi 5.2:** (Model Sekuen Tableaux) Suatu struktur memodelkan suatu sekuen morf jika (a) struktur tersebut memodelkan anteseden awal terhadap sekuen tersebut dan (b) sekuen tersebut secara eksplisit dapat didefinisikan oleh  $\Phi\{P1, \dots, Pn\}$ , di mana  $\Phi\{P1, \dots, Pn\}$  adalah himpunan kalimat dari bahasa  $L \cup \{P1, \dots, Pn\}$ ; dan  $P1, \dots, Pn$  adalah simbol relasi n-placed untuk relasi yang mendefinisikan fungsi Skolem yang tersedia pada struktur, diterapkan oleh sekuen.

Bukti: Mengikuti definisi untuk definabilitas eksplisit, kelengkapan Morph Gentzen.

**Teorema 5.6:** Validitas himpunan rumus  $\Delta$  dipertahankan oleh sekuen morf sembarang dengan fungsi yang muncul di  $\Delta$  jika  $\Delta$  dapat dibuktikan pada tabel untuk bahasa masing-masing.

### Diagram Model Yang Tidak Lengkap

Menurut Poole dkk. (1987), masalah penjelasan dapat dinyatakan secara formal sebagai: Fakta yang diberikan  $\Phi$  rumus yang konsisten, diketahui benar, Default  $\Delta$ : hipotesis yang mungkin, yang kita terima sebagai bagian dari penjelasan dan Pengamatan  $G$ : yang harus dijelaskan, Pengamatan  $g$  di  $G$  adalah dapat dijelaskan, jika terdapat hipotesis dasar  $\Omega \subset \Delta$  sehingga:

1.  $\Phi \cup \Omega \models g$ ; dan
2.  $\Phi \cup \Omega$  konsisten.

Contoh aplikasi himpunan basis: asumsi dunia tertutup (CWA) dan logika nonmonotonik. Himpunan basis  $\Delta$ .  $T(\Delta)$  adalah closure dari  $T$  di bawah konsekuensi logis. Misalkan  $\Delta$  mencakup hal-hal berikut:

*Thing (Tweedy); Bird(x) → Thing(x); Ostrich(x) → Bird(x) FlyingOstrich(x) → Ostrich(x).*

Misalnya, jika kita ingin menyatakan bahwa tidak ada yang bisa terbang kecuali burung, yaitu semua burung, kecuali burung unta, dan tidak ada burung unta, kecuali burung unta yang bisa terbang, kita dapat melakukannya dengan pernyataan berikut:

*Thing(x) & not Bird(x) → not flies(x) Bird(x) & not ostrich(x)  
 → Flies(x) Ostrich(x) & not flying – ostrich(x)  
 → not Flies(x) Flying – ostrich (x)  
 → Flies(x) Thing(x) & not Bird(x) & Ostrich(x) & not Flying  
 – ostrich not (x) Bid(x) flying – ostrich(x) → ostrich(x).*

Contoh aplikasi himpunan basis: CWA dan logika nonmonotonik.

Himpunan basis  $\Delta$ .  $T(\Delta)$  adalah closure dari  $T$  di bawah enumerasi logis. Misalkan  $\Delta$  meliputi hal-hal berikut:

*Thing (Tweedy); Bird(x) → Thing(x); Ostrich(x) → Bird(x)  
 Flying – Ostrich(x) → Ostrich(x)*

Misalnya, jika kita ingin menyatakan bahwa tidak ada yang dapat terbang kecuali burung, yaitu semua burung, kecuali burung unta, dapat terbang dan tidak ada burung unta, kecuali burung unta terbang, yang dapat terbang, kita dapat melakukannya dengan pernyataan berikut:

$$\begin{aligned} \text{Thing}(x) \ \& \ \text{not Bid}(x) \ \rightarrow \ \text{not Flies}(x) \\ \text{Bird}(x) \ \& \ \text{not Ostrich}(x) \ \rightarrow \ \text{Flies}(x) \\ \text{Ostrich}(x) \ \& \ \text{not Flying} - \text{Ostrich}(x) \ \rightarrow \ \text{not Flies}(x) \\ \text{Flying} - \text{ostrich}(x) \ \rightarrow \ \text{Flies}(x) \end{aligned}$$

Teoris adalah prosedur pembuktian untuk penalaran prediktif berdasarkan sistem Loveland Meson (1978) yang dikembangkan lebih lanjut oleh Poole dkk. Penulis ini telah meneliti area tersebut pada pohon virtual dan deduksi parsial sejak tahun 1992. Prediksi minimal pada pohon virtual membangun hipotesis pada pohon Skolemisasi generik, di mana setiap hipotesis adalah himpunan literal atomik  $\Delta_i$ ; sehingga ketika suatu teori  $T$  ditambah dengan  $\Delta_i$ , ia memerlukan himpunan literal tujuan  $G$ , di mana konsekuensinya dijalankan dengan pohon virtual yang dimodelkan pada diagram model generik. Oleh karena itu,  $T \models \Delta_i \cup G$ .  $\Delta_i$  harus merupakan subhimpunan dari himpunan pohon virtual atomik dasar yang dapat diprediksi  $A$ . Selain itu, kita harus memastikan  $T \cup \Delta_i$  konsisten pada kondisi  $\models$ . Himpunan semua hipotesis yang mungkin adalah  $\models \{\Delta_i\}$ . Prediksi yang lebih umum didefinisikan dengan menerapkan rumus parametrik pohon virtual yang lebih kompleks sebagai sesuatu yang dapat diprediksi berdasarkan diagram model generik. Rumus eksistensial orde pertama dapat membentuk sesuatu yang dapat diprediksi.

- Teorema 5.7: Kekompakan Suatu rumus  $A$  dalam teori  $T$  valid jika rumus tersebut valid pada beberapa bagian  $T$  yang teraksiomatisasi hingga.
- Akibat wajar 6.1: Suatu teori  $T$  memiliki model jika setiap bagian  $T$  yang teraksiomatisasi hingga memiliki model.
- Teorema 5.8: Suatu himpunan observasi orde pertama  $G$  dapat dijelaskan jika terdapat diagram prediktif untuk konsekuensi logis terhadap  $G$ .
- Pembuktian: Terapkan hal di atas dengan kelengkapan Gödel dan teorema kekompakan dari teori model.

( $\rightarrow$ ) Diagram  $D[M]$ , dengan  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  dalam  $M$ , menunjukkan bahwa fungsi  $f: q \rightarrow \{0,1\}$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  dalam  $D[M]$ , sehingga  $T \cup \{p\} \vdash q$ ; atau bahwa  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal. Oleh karena itu, untuk rumus  $g$ , terdapat hipotesis dasar  $\Omega \subseteq \Delta$  yang mendefinisikan  $f: q \rightarrow \{1,0\}$  sedemikian rupa sehingga  $T \cup p \vdash g$ ; atau terdapat rumus  $p$  sedemikian rupa sehingga  $T \cup \{p\}$  membuktikan  $q$ , atau  $T$  membuktikan  $q$  merupakan prediksi minimal, sehingga Teorema Kekompakan 5.1 menjadikan  $T \cup \Omega$  konsisten. Dengan demikian,  $g$  dalam  $G$  dapat dijelaskan.

( $\leftarrow$ ) Ketika  $g \cup \phi$  dapat dijelaskan, terdapat hipotesis dasar  $\Omega \subseteq \Delta$  sedemikian rupa sehingga:

1.  $T \cup \Omega \models g$ ;

2.  $T \cup \Omega$  konsisten.

Oleh karena itu, terdapat fungsi  $f: g \rightarrow \{1,0\}$  yang didefinisikan secara langsung; atau dengan menerapkan teorema kelengkapan Gödel sekali atau dua kali, terdapat pembuktian untuk  $g$ , baik secara langsung maupun dengan prediksi minimal. Oleh karena itu, ada diagram prediktif untuk konsekuensi logis terhadap  $G$ .

**Analitik Visual Interaktif dengan Diagram Model yang tidak Lengkap**

Publikasi penulis telah membuktikan bahwa sekumpulan observasi orde pertama  $\phi$  dapat direkonsiliasi dengan model jika terdapat diagram prediktif untuk konsekuensi logis terhadap  $\phi$ .

Di sini, deduksi Morph Gentzen diterapkan untuk menjelaskan konsekuensi Tableaux.

Masalah penjelasan dapat dinyatakan secara formal sebagai berikut:

Fakta  $\Phi$ : Rumus yang konsisten, yang diketahui benar;

Default  $\Delta$ : Hipotesis yang mungkin, yang kita terima sebagai bagian dari penjelasan;

Observasi  $G$ : Yang harus dijelaskan.

Suatu observasi  $g$  dalam  $G$  dapat dijelaskan, jika terdapat hipotesis dasar  $\Omega \subseteq \Delta$  sedemikian rupa sehingga:

1.  $\Phi \cup \Omega \models g$ ; dan
2.  $\Phi \cup \Omega$  konsisten.

Untuk aplikasi spesifik negara, mari kita nyatakan teorema kekompakan dari logika standar dan teori model. Katakanlah suatu prediksi minimal jika hipotesis prediktif didasarkan pada himpunan bagian minimal dari  $\Theta \cap \Delta$ .

Mari kita sajikan dasar untuk analitik interaktif yang disiratkan dari hal di atas, dengan sekuen Morph Gentzen. Mempertimbangkan sekuen pada teorema model Tableau, validitas rumus  $\Delta$  dipertahankan oleh sekuen morf sembarang dengan fungsi yang muncul di  $\Delta$  jika  $\Delta$  dapat dibuktikan pada Tableau untuk bahasa masing-masing. Setiap gambar pi pada sekuen memiliki aljabar presentasi agen dan objek. Mari kita sebut itu aljabar presentasi virtual untuk sekuen morf Gentzen. Dengan teorema sekuen tableau di atas, kita dapat menyatakan teorema kekompakan Morph Gentzen sebagai berikut.

Struktur komputasi Morph Gentzen adalah struktur pohon tanda tangan agen aljabar yang menerima model awal. Struktur pohon tanda tangan biasa pertama kali diperkenalkan oleh ADJ (1977)

- **Definisi 5.16:** Misalkan  $(M, a)_c$  dalam  $C$  didefinisikan sedemikian rupa sehingga  $M$  adalah struktur untuk bahasa  $L$  dan setiap konstanta  $c$  dalam  $C$  memiliki interpretasi  $a$  dalam  $M$ . Pemetaan  $c \rightarrow ac$  merupakan penugasan  $C$  dalam  $M$ . Kita katakan bahwa  $(M, a)_c$  dalam  $C$  adalah model kanonik untuk presentasi  $P$  pada bahasa  $L$ , jika penugasan  $c \rightarrow a$  memetakan  $C$  ke  $M$ , yaitu,  $M = (a: c \text{ dalam } C)$ .

Diagram generik memungkinkan kita untuk mendefinisikan model kanonik dengan fungsi spesifik. Cara kami menyajikan struktur agen dengan pohon tanda tangan agen memungkinkan kami untuk melakukan morphing sekuen pada struktur tersebut sambil mempertahankan properti morfik awal dasar berdasarkan fragmen bahasa tak terhingga

yang berperilaku baik. Oleh karena itu, kami memiliki properti kekompakan sekuen sebagai berikut.

*Proposisi 5.3:* (Kekompakan morf) suatu sekuen morf Gentzen  $p_1, \dots, p_n, n \in \omega$  memiliki model tableau, setiap sekuen hingga pada  $p_i$  memiliki model sekuen tableau.

*Pembuktian:* Berdasarkan Teorema 5.1, teorema aljabar ISL kanik, dan Teorema kekompakan 5.7

Proposisi di atas merupakan dasar untuk menjelaskan proses analitik interaktif.

*Teorema 5.9:* Suatu sekuen morf Gentzen MG dapat dijelaskan jika terdapat diagram model prediktif untuk konsekuensi logis terhadap MG.

Catatan: Artinya, kita dapat memiliki penjelasan untuk gambaran analitik visual berdasarkan konsekuensi logis yang komprehensif. Diagram model untuk suatu deret pada dasarnya merupakan pengodean generik untuk model Tableaux deret (Teorema 5.1).

## 5.9 MODEL KOMPETITIF DAN DIAGRAM MODEL PREDIKTIF MODEL BISNIS (BM)

KR memiliki dua peran penting: mendefinisikan model untuk dunia AI, dan menyediakan dasar bagi teknik penalaran untuk mendapatkan pengetahuan implisit. Diagram biasa adalah himpunan kalimat atomik dan kalimat atomik negatif yang bernilai benar dalam suatu model. Diagram umum adalah diagram yang dapat didefinisikan oleh himpunan fungsi minimal sehingga semua hal lain dalam penutupan model dapat disimpulkan oleh himpunan minimal istilah yang mendefinisikan model.

Dengan demikian, menyediakan karakterisasi model minimal, dan himpunan minimal kalimat atomik yang menjadi dasar semua kalimat atomik lainnya. Kita ingin memecahkan masalah dunia nyata dalam AI. Tentu saja, untuk mengotomatiskan pemecahan masalah, kita perlu merepresentasikan dunia nyata. Karena kita tidak dapat merepresentasikan semua aspek dari masalah dunia nyata, kita perlu membatasi representasi hanya pada aspek-aspek relevan dari dunia nyata yang kita minati. Mari kita sebut subset aspek dunia nyata yang relevan ini sebagai Dunia Relevan untuk suatu masalah.

Pendekatan AI untuk pemecahan masalah biasanya merepresentasikan pengetahuan dalam suatu bahasa orde pertama, yang terdiri dari setidaknya konstanta, fungsi, dan simbol predikat.

Fokus utama kita adalah hubungan antara KR, dunia AI, dan komputabilitas model. Kebenaran adalah sebuah gagasan yang dapat memiliki sifat dinamis. Formalisasi pengetahuan pemecahan masalah (selanjutnya kita menyebutnya dengan istilah: teori) tidaklah benar secara independen. Konsekuensi yang disimpulkan dari suatu teori juga tidak benar secara independen.

Kumpulan kalimat yang mendefinisikan suatu teori hanya benar sehubungan dengan suatu dunia tertentu. Wawasan ini telah menemukan padanan teoretisnya dalam teori model, yang menetapkan semantik suatu bahasa (paling sering logika orde pertama (FOL)) sehubungan dengan suatu dunia tertentu melalui fungsi interpretasi. Fungsi interpretasi memetakan konstruksi bahasa (konstanta, fungsi, dan simbol predikat) ke entitas dunia dan menentukan gagasan kebenaran bagi individu, fungsi, dan relasi dalam domain tersebut.

Dunia nyata tak terbatas, begitu pula dunia AI terkadang. Menjaga model yang perlu dianggap kecil dan menjaga agar masalah tetap dapat dipecahkan, sehingga model tersebut dapat dihitung dan berada dalam jangkauan kita, merupakan aspek penting. Pertanyaan terkait juga dibahas dalam bidang penelitian lain oleh Nourani (2005). Kami menunjukkan bahwa kami dapat menerapkan fungsi diagram generik untuk melokalisasi penalaran ke dunia yang dipengaruhi oleh beberapa fungsi relevan pada aspek penalaran tertentu.

Ekonomi digital telah menghasilkan data dalam jumlah besar, tetapi sangat sedikit yang telah dianalisis. Hal ini menyisakan peluang besar bagi pertumbuhan bisnis, dengan SAP HANA dan Intel, misalnya, berencana untuk meningkatkan platform SAP yang mendukung aplikasi perusahaannya, termasuk: komputasi dalam memori waktu nyata, streaming, dan analitik data besar, augmented reality dan virtual reality blockchain, ML, dan AI. Penyaringan data kami, digitalisasi mendalam dengan heuristik jarang, dan augmented reality telah memberikan kontribusi pada bidang-bidang tersebut selama dekade terakhir.

Area di mana kami telah menerapkan diagram Generik meliputi teori formal Penalaran Diagramatik, model Komputasi, sinergi antara teori Kognitif, teori formal, dan model komputasi. Aplikasi untuk komputasi multimedia disajikan dalam Nourani (2005), misalnya. Apa keuntungan menerapkan diagram Generik untuk KR dibandingkan dengan apa yang telah diterapkan sejauh ini, misalnya, jaring semantik, grafik konseptual, klausa orde pertama? Jawabannya adalah karena teknik komputasi dan tujuan perencanaan kami didasarkan pada model, kami telah menemukan teknik kami paling cocok.

Bentuk KR lainnya tidak cocok untuk pembangkitan model otomatis dan teknik perencanaan dengan teori model dan tidak memiliki metode pohon bukti Skolemized kami. Lebih lanjut, kami dapat menerapkan teknik yang sama untuk penemuan model otomatis dari pengetahuan yang disajikan. Aplikasi baru untuk penjelasan dinyatakan dengan teorema ness yang lengkap. Komputasi model dan pembuktian dilakukan, menyajikan teorema model tujuan pohon pembuktian awal. Komputasi penemuan model sebagai pohon pembuktian rencana dan teknik abstraksi pembuktian disajikan secara singkat. Aplikasi komputasi agen peramalan dasar dipresentasikan oleh penulis di AAAI.

### **Mencapai Pengetahuan Mendalam dengan Digitalisasi**

Usaha penalaran komputasi membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, yang telah tersedia sejak pembuktian kelengkapan Gödel's yang dibuktikan oleh Henkin dengan istilah bahasa orde pertama yang sangat cerdas untuk instansiasi. Usaha komputasi harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Teknik-teknik dalam, misalnya, Nourani (1985, 1992) untuk pembangunan model sebagaimana diterapkan pada permasalahan penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model dengan diagram model digital.

Hal ini mengharuskan kita untuk mendefinisikan pengertian diagram umum. Diagram-diagram tersebut digunakan untuk membangun model dengan keluarga minimal fungsi Skolem umum. Himpunan minimal simbol fungsi adalah himpunan yang dapat digunakan untuk membangun model secara induktif. Model-model tersebut bersifat kategoris, awal, dan komputasional. Metode diagram generik yang diterapkan dan dikembangkan lebih lanjut di

sini memungkinkan kita merumuskan deskripsi, teori, dan model dunia AI dengan cara komputasional minimal. Hal ini juga memungkinkan kita untuk melihat dunia hanya dari fungsi-fungsi yang relevan.

Dengan demikian, model dan pembuktian untuk permasalahan AI dapat dikarakterisasi oleh model yang dapat dikomputasi oleh sekumpulan fungsi. Merefleksikan IBM pada tujuan aplikasi dunia nyata dari interaksi antara ML dan optimasi keputusan yang lebih cerdas di konferensi IBM Think 2018, *Faster, The Decisions* dengan menggabungkan ML dan optimasi keputusan, optimasi keputusan IBM untuk Watson Studio: *Predict Maintenance Needs to Keep Production Going*) yang memungkinkan Anda mengeksplorasi penciptaan solusi inovatif yang menggabungkan ML dan optimasi keputusan.

Seiring perusahaan menyadari potensi aplikasi AI, ilmu data dan teknik ML semakin dipandang sebagai hal mendasar untuk mendorong pertumbuhan ini. Meskipun teknologi ilmu data seperti analitik prediktif terus mendorong inovasi di seluruh perusahaan, teknik pembelajaran mesin berperan penting dalam meningkatkan skala ilmu data bagi bisnis. Kontribusi kami di bidang tersebut antara lain pada optimasi rencana sejak tahun 2005, misalnya pada bab tentang Nourani (2018).

Interaksi antara Optimasi Keputusan dan pembelajaran mesin paling dipahami ketika kita memahami bagaimana masing-masing teknik saling melengkapi. Model pembelajaran mesin menghadirkan kemampuan untuk memberikan prakiraan, prediksi, dan sebagainya yang akurat dengan mempertimbangkan input waktu nyata serta data historis. Meskipun prakiraan yang andal sangat berharga, kemampuan untuk membuat keputusan berdasarkan analitik terkait tindakan terbaik yang harus diambil, misalnya, IBM Watson Studio, juga penting.

### **Dunia Relevan Dan Representasi Pengetahuan (KR)**

Alih-alih menggunakan struktur matematika murni seperti semesta Herbrand, struktur Kripke, dll. sebagai dasar semantik untuk suatu teori, kami menerapkan metode diagram model generik. Kami tertarik pada fondasi semantik dari metode dan pendekatan kami, yang didasarkan pada dunia nyata yang terdiri dari manusia, robot, bahasa, dan kata-kata, dll. Semantik Tarskian yang umum memungkinkan kami menggunakan beberapa simbol untuk menunjukkan objek di dunia nyata, untuk menarik beberapa inferensi dari simbol-simbol tersebut, dan untuk memperoleh beberapa pernyataan yang kemudian akan berlaku di dunia nyata. Jelas, inilah dasar bagi paradigma komputasi simbolik AI.

Adalah mungkin, mendefinisikan paradigma komputasi simbolik baru untuk penalaran KR dan AI berdasarkan diagram generik, yang memiliki sifat komputasi yang menarik. Oleh karena itu, biasanya selama pemodelan, kita hanya berfokus pada beberapa subbagian dari dunia nyata, hanya menggunakan pernyataan yang relevan dengan masalah.

Apa yang tidak kita ketahui pada diagram umum didefinisikan dalam fungsi Skolem umum. Kita suka menyebut pembatasan dunia nyata semacam itu sebagai Dunia Relevan. Jelas, bahkan dunia AI yang dibatasi seperti itu dalam beberapa kasus mungkin masih kompleks dan tak terbatas. Namun, dengan pembatasan seperti itu, kita telah membuat jumlah interpretasi yang mungkin, dan dengan demikian semantik formalisasi menjadi jauh lebih kecil.

Dunia AI terdiri dari individu-individu, fungsi-fungsi di dalamnya, dan relasi di antara mereka. Entitas-entitas ini memungkinkan kita untuk memperbaiki semantik suatu bahasa untuk merepresentasikan teori-teori tentang dunia AI. Kita mengambil rute model-teoretis yang biasa, dan menetapkan melalui fungsi interpretasi individu ke konstanta, fungsi ke simbol fungsi, dan relasi ke simbol predikat.

Mari kita definisikan bahasa sederhana  $L = \langle \{\text{tweedy}\}, \{a\}, \{\text{bird}\}$ , huruf predikat, dan FOL. Suatu model dapat terdiri dari:

$\{\text{bird}(\text{tweedy}), \neg \text{penguin}(\text{tweedy}) \rightarrow \text{bird}(\text{tweedy}), \text{bird}(\text{tweedy}) \vee \neg \text{bird}(\text{tweedy})\}$ , yang lain dapat terdiri dari  $\{p(a), \neg p(a) \rightarrow p(a), p(a) \vee p(x), p(a) \vee p(x) \vee p(y)\}$ .

Karena kita dapat menerapkan fungsi interpretasi arbitrer untuk memetakan konstruksi bahasa ke dalam dunia AI, jumlah model untuk suatu bahasa tidak terbatas. Meskipun hal ini masuk akal dari sudut pandang teoretis dan logis, dari sudut pandang praktis, gagasan model ini terlalu umum untuk aplikasi AI. Karena untuk AI, kita menginginkan model yang dapat dihitung secara efektif dan efisien. Oleh karena itu, penting untuk membatasi jenis model yang kita definisikan untuk aplikasi dunia nyata. Terutama, kita tertarik pada model dengan properti komputasi yang dapat didefinisikan dari teori.

Bukti dapat diabstraksikan dengan melakukan generalisasi dari konstanta dalam bukti. Dengan demikian, pembuktian umum semacam itu dapat didefinisikan oleh seluruh kelas diagram minimal. Proses ini biasanya diwujudkan melalui deduksi parsial, yang jika dipikir-pikir kembali dapat dianggap sebagai cara teoretis-pembuktian untuk melengkapi diagram yang literalnya merupakan syarat perlu untuk pembuktian. Kami ingin menyajikan hubungan formal antara deduksi parsial dari sudut pandang teoretis-model. Namun, belum jelas bagaimana PD dapat diberikan semantik teoretis-model dan bagaimana pengetahuan direpresentasikan ke dalam sistem pembuktian. Hal ini telah dibahas dalam Nourani (2014).

Ini salah satu alasan mengapa formulasi penalaran nonmonotonik dengan diagram generik yang disajikan oleh penulis ini sejak tahun 2001 dapat diterapkan di sini. Kelas, kemudian mendefinisikan struktur bebas pada kelas-kelas ekivalensi. Usaha penalaran membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Teknik penulis ini sejak tahun 1990 untuk pembangunan model telah diterapkan pada masalah penalaran AI yang memungkinkan kita membangun dan memperluas model melalui diagram. Hal ini mengharuskan kita untuk mendefinisikan gagasan diagram umum.

Diagram-diagram tersebut digunakan untuk membangun model dengan keluarga minimal fungsi Skolem umum. Himpunan minimal simbol fungsi adalah himpunan yang dapat digunakan untuk membangun model secara induktif. Kami memfokuskan perhatian pada model-model tersebut, karena bersifat awal dan dapat dihitung.

Metode diagram generik yang diterapkan dan dikembangkan lebih lanjut di sini memungkinkan kami untuk merumuskan deskripsi, teori, dan model dunia AI dengan cara yang dapat dihitung minimal. Metode ini juga memungkinkan kami untuk melihat dunia hanya dari fungsi-fungsi yang relevan. Dengan demikian, model dan pembuktian untuk permasalahan AI dapat dikarakterisasi oleh model-model yang dapat dihitung dengan sekumpulan fungsi.

### Diagram Model Dan Deduksi Parsial

Pembuktian dapat diabstraksikan dengan menggeneralisasikan dari konstanta dalam pembuktian. Dengan demikian, pembuktian umum tersebut dapat didefinisikan oleh seluruh kelas diagram minimal. Proses ini biasanya diwujudkan melalui deduksi parsial, yang jika ditelusuri kembali dapat dianggap sebagai cara teoretis pembuktian untuk melengkapi diagram yang literalnya merupakan syarat perlu untuk pembuktian.

Komputasi simbolis disebut penguraian (unfolding), jika mensubstitusikan elemen-elemen yang sesuai. Di bawah batasan tertentu, menurut definisi diagram parsial, diagram merupakan sekumpulan kalimat atomik dan kalimat atomik yang dinegasikan. Dengan demikian, diagram dapat dianggap sebagai dasar untuk sebuah model, asalkan kita dapat, melalui perluasan aljabar, mendefinisikan nilai kebenaran dari rumus-rumus arbitrer yang diwujudkan dengan suku-suku arbitrer.

Dengan demikian, semua kalimat majemuk yang dibangun dari kalimat-kalimat atomik kemudian dapat diberi nilai kebenaran, sehingga menghasilkan sebuah model. Hal ini akan dijelaskan lebih lanjut di subbagian berikut. Contoh-contoh berikut akan dibahas di seluruh bagian makalah ini. Pertimbangkan bahasa orde pertama primitif (FOL):

$$L = \{c\}, \{f(X)\}, \{p(X), q(X)\}$$

Mari kita terapkan konvensi notasi Prolog untuk konstanta dan variabel) dan teori sederhana {untuk semua  $X: p(X) \rightarrow q(X), p(c)$ }, dan tunjukkan apa yang dimaksud dengan berbagai pengertian tersebut.

$$\begin{aligned} [\text{model}] &= \{p(c), q(c), q(f(c)), q(f(f(c)))\}, \{p(c) \wedge q(c), p(c) \\ &\quad \wedge p(X), p(c) \& p(f(X))\}, \{p(c) \vee p(X), p(c) \vee p(f(X)), p(c) \\ &\quad \rightarrow \neg p(c)\} [\text{diagram}] = \{p(c), q(c), p(c), q(f(c)), q(f(f(c)))\}, q(X) \end{aligned}$$

yaitu, diagram = himpunan rumus atom suatu model.

Dengan demikian, diagramnya adalah  $[\text{diagram}] = \{p(c), q(c), q(f(c)), q(f(f(c)))\}, q(X)$

Berdasarkan hal di atas, kita dapat mendefinisikan diagram tergeneralisasi. Istilah tergeneralisasi digunakan untuk menunjukkan bahwa diagram tersebut didefinisikan melalui perluasan aljabar dari suku-suku dasar dan konstanta suatu bahasa. Diagram yang terdefinisi penuh hanya menggunakan sekumpulan fungsi minimal. Diagram tergeneralisasi adalah  $[\text{diagram tergeneralisasi}] = \{p(c), q(c), p(f(t)), q(f(t))\}$  untuk  $t$  yang didefinisikan secara induksi, sebagai  $\{t_0 = c, \text{ dan } t_n = \{f(t_{n-1})\}$  untuk  $n > 0$ .

Dengan demikian, tidak perlu mendefinisikan ulang semua  $f(X)$  karena semuanya sudah terinstanciasi. Diagram nondeterministik adalah diagram yang beberapa rumusnya diberi simbol tak tentu, baik benar maupun salah, yang dapat ditetapkan secara sembarangan pada waktunya.

$$[\text{diagram nondeterministik}] = \{p(c), q(c), p(f(t)), q(f(c)), q(f(f(c))), I_q(f(s))\}$$

$t$  didefinisikan oleh induksi sebelumnya dan  $I_q(f(s)) = I_q$  untuk beberapa simbol tak tentu  $I_q$ , untuk  $\{s = t \mid n, n \geq 2\}$ . Diagram Generik ini berlaku untuk KR dalam perencanaan dengan pengetahuan yang tidak lengkap dengan penelusuran balik berdasarkan fungsi keyakinan yang didefinisikan dari tingkat plausibilitas yang ditetapkan untuk setiap rumus pada diagram. Diagram ini diterapkan oleh Nourani (1992) untuk merepresentasikan pengetahuan yang plausibel dalam aplikasi perencanaan.

Diagram bebas tergeneralisasi (diagram GF) adalah diagram yang didefinisikan melalui perluasan aljabar dari himpunan minimal simbol fungsi [diagram bebas tergeneralisasi] =  $\{p(c), q(c), p(f(t)), q(f(t)), q_{F.s}(s)\}$  untuk  $t$  dan  $s$  seperti sebelumnya. Diagram plausible bebas tergeneralisasi adalah GFD yang memiliki derajat plausibilitas yang ditetapkan. Diagram generik ini diterapkan untuk perencanaan KR dengan pohon pembuktian bebas.

### Digitalisasi Pengetahuan Mendalam Berdasarkan Basis Yang Tidak Lengkap

Diagram terkuantifikasi eksistensial memiliki satu kekurangan utama. Objek Skolem tidak dikarakterisasi, simbol epsilon Hilbert membantu mengatasi hal ini karena kita dapat menerapkan pengkodean epsilon Hilbert pada FOL untuk mendapatkan deskripsi objek yang pasti ada agar pembuktian berhasil, dan hal ini juga memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi objek-objek tersebut.

Dalam Nourani (2005, 2014), isu-isu tersebut ditangani untuk pohon pembuktian bebas, misalnya, sebuah pemecah masalah dunia blok didefinisikan di sana. Di bagian ini, kami memperluas pengertian diagram umum (Diagram Generik) untuk mencakup plausibilitas dan nondeterminisme untuk perencanaan dan representasi dunia-dunia yang mungkin. Pengertian diagram Generik yang diperluas dapat mengodekan dunia-dunia yang mungkin untuk menangkap gagasan "lengkap maksimal" dan dapat digunakan untuk revisi dan rekonstruksi model.

Dengan menetapkan peringkat plausibilitas pada rumus, seseorang dapat menetapkan ordinal batas kebenaran  $t$  sebagai ambang batas kebenaran. Pengertian diagram ini diterapkan, sebagai contoh, untuk perencanaan sehingga pengertian komputasi dengan diagram dan pohon pembuktian bebas dapat diilustrasikan.

Diagram nondeterministik adalah diagram dengan simbol-simbol tak tentu, alih-alih nilai kebenaran untuk rumus-rumus tertentu. Misalnya, [diagram nondeterministik] =  $\{p(c), q(c), p(f(t)), q(f(c)), q(f(f(c))), I_q(f(s))\}$ ,  $t$  seperti yang didefinisikan oleh induksi sebelumnya dan  $I_q(f(s)) = I_q$  untuk beberapa simbol tak tentu  $I_q$ , untuk  $\{s = t \mid n, n \geq 2\}$ .  $p$  dan  $q$  adalah huruf predikat bahasa dan  $I_q$  adalah huruf variabel yang ditunjuk oleh huruf indeks  $q$  untuk menunjukkan penugasan model Boolean, misalnya,  $\{T, F\}$  saja. Rumus dengan peringkat plausibilitas kurang dari  $t$  akan diberi 'T' dan rumus lainnya akan diberi 'F'.

Dengan demikian, Nourani (1991,1994) mendefinisikan gagasan diagram yang masuk akal, yang dapat dibangun untuk mendefinisikan model yang masuk akal untuk teori yang direvisi. Dalam praktiknya, seseorang dapat membayangkan perencanaan dengan diagram

yang masuk akal sehingga proposisi-proposisi tertentu sengaja dibiarkan tak tentu untuk memungkinkan fleksibilitas dalam perencanaan.

Dalam Nourani (1992), diagram nondeterministik didefinisikan dengan menetapkan simbol "X" yang tak terdefinisi pada predikat-predikat dalam diagram yang nilai kebenarannya tidak diketahui pada setiap tahap perencanaan. Perluasan terhadap konsep diagram yang umum dalam teori model merupakan salah satu metode untuk menghindari kompleksitas komputasi dan masalah komputabilitas yang timbul dari diagram yang lengkap. Pemeliharaan kebenaran dan revisi model dapat dilakukan hanya dengan penugasan ulang sederhana pada diagram. Model kanonik dunia didefinisikan langsung dari diagram.

### Diagram Skolem Bebas Umum

Diagram semacam itu didefinisikan dengan menetapkan nilai kebenaran pada predikat dengan nilai kebenaran yang diketahui pada setiap tahap dan fungsi Skolem umum untuk merepresentasikan predikat yang nilai kebenarannya tidak diketahui. Dengan demikian, kami mendefinisikan diagram di mana predikat digantikan oleh fungsi Skolem yang bersesuaian. Misalnya, dalam contoh dunia blok AI, entri dalam fungsi diagram untuk predikat  $\text{top}(A, B)$  digantikan oleh fungsi Skolem  $F_{\text{top}}(A, B)$ .

Kami menyebut diagram semacam itu sebagai Diagram GF. Contoh dari model bagian di atas adalah sebagai berikut. [diagram Skolem bebas] =  $\{p(c), q(c), p(f(t)), q(f(c)), q(f(f(c))), q_{\text{F}}.s(s)\}$ , di mana  $t$  dan  $s$  sebagaimana didefinisikan pada bagian sebelumnya. Dalam makalah ini, kami merancang metode baru untuk mencapai nondeterminisme dengan mengusulkan apa yang akan kami sebut sebagai Diagram Skolemisasi Bebas.

Perhatikan bahwa diagram GF, seperti dalam pendekatan Nourani (1992), juga mencakup semua informasi yang diperlukan untuk mendefinisikan dunia-dunia yang mungkin. Rumus absolut dapat diberi peringkat plausibilitas yang merepresentasikan nilai kebenarannya melalui ordinal limit fungsi keyakinan. Kebenaran yang direlatifkan diperoleh dengan mengubah ordinal limit kebenaran, dan dengan membiarkan derajat plausibilitas bebas dengan menetapkan fungsi Skolemisasi umum untuk predikat yang tidak diketahui.

### Diagram Prediktif untuk Digitalisasi Pengetahuan

Diagram yang dikuantifikasi secara eksistensial tidak memenuhi syarat untuk Skolemisasi. Rumus Skolemisasi tidak dikarakterisasi. Simbol epsilon Hilbert dapat diterapkan untuk menyelesaikan masalah ini. Isu-isu ini ditangani oleh Nourani (1995, 2003). Di sini, kami menyajikan gagasan diagram prediktif dan menerapkannya pada KR untuk memberikan karakterisasi model-teoretis untuk PD dan pohon pembuktian terkait.

Diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D[M]$ , dengan  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  di  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow \{0,1\}$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  di  $D[M]$ , sehingga  $T \cup \{p\}$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal. Diagram prediktif tergeneralisasi adalah diagram prediktif dengan  $D[M]$  yang didefinisikan dari himpunan fungsi minimal.

Diagram prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $\{f_1, \dots, f_n\}$  yang secara induktif mendefinisikan model. Pohon bebas, yang didefinisikan oleh gagasan pembuktian yang tersirat dalam definisi, dapat terdiri dari beberapa fungsi Skolem

tambahan  $\{g1., gl\}$ , yang muncul pada pohon bebas. Suku-suku  $f$  dan suku-suku  $g$ , kongruensi pohon, dan diagram prediktif kemudian mengkarakterisasi deduksi parsial dengan pohon bebas.

Deduksi parsial dapat dianggap sebagai bentuk penalaran prediktif, dan sebaliknya, jika perbedaan dalam bahasa yang mendasari PD dan abduksi diselesaikan Hoppe (1992). Namun, aspek yang paling menarik dari Hoppe (1992) adalah bahwa penalaran prediktif dapat diperluas untuk melakukan deduksi parsial, jika hipotesis kuantifikasi universal digunakan. Ini terjadi ketika skema pemeriksaan konsistensi khusus, berdasarkan simbol epsilon Hilbert dapat digunakan.

Perluasan PD ini ke pendekatan penalaran prediktif dan nonmonotonik memungkinkan kita untuk menghubungkannya dengan pendekatan semantik untuk penalaran nonmonotonik, misalnya, Nourani (1984), ECAI. Dengan melihat PD dari diagram prediktif, kita dapat mendefinisikan model untuk PD dari diagram prediktif—sehingga muncul formulasi teori model untuk PD.

Kemudian, kita mendefinisikan model Hilbert untuk menangani masalah pembuktian model, misalnya, Nourani (2005). Sebagai puncak penemuan model, kita menyatakan dan membuktikan teorema pada diagram prediktif. Untuk perencanaan dan pembelajaran, kondisi pikiran robot dapat didefinisikan oleh diagram grid. Proyek penerapan ruang awal ditujukan untuk robot otonom yang menjelajahi luar angkasa, misalnya, Nourani (1999, 2002).

Desainnya adalah cara bagi robot untuk memperbarui kondisi pikirannya berdasarkan apa yang ditemuinya di jalurnya. Apa yang diyakini robot dapat didefinisikan pada diagram grid. Tingkat keyakinan robot terhadap sesuatu ada di grid. Hal ini dapat diperkuat atau dilemahkan sebagai fungsi dari apa yang dipelajari robot seiring kemajuan yang dicapai. Kondisi Pikiran Robot—Entri grid array menunjukkan hal-hal yang perlu diingat dan tingkat keyakinan robot terhadap hal-hal tersebut. Entri 15 adalah item yang paling dipercayai oleh robot.

3, 4, 2, 3, 11, 15, 0, .....
------------------------------

Secara logis dan teoretis, grid didefinisikan secara minimal oleh fungsi diagram Generik. Model grid adalah cara untuk mengodekan penalaran diagramatik. Kami telah menerapkan diagram prediktif sejak tahun 1994 untuk deduksi parsial dan default kumulatif. Diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D[M]$ , dengan  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  dalam  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow \{0,1\}$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  dalam  $D[M]$ , sehingga  $T \cup \{p\}$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal.

### Prediksi dan Penemuan

Prediksi minimal adalah teknik AI yang telah didefinisikan sejak proyek perencanaan teoretis model penulis. Ini adalah aproksimasi nonmonotonik kumulatif yang dicapai dengan melengkapi diagram model tentang apa yang mungkin benar dalam suatu model atau basis pengetahuan. Diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D(M)$ , dengan  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  dalam  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow 0,1$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  dalam  $D(M)$ , sehingga  $T \cup p$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal. Diagram prediktif tergeneralisasi adalah diagram prediktif dengan  $D(M)$  yang didefinisikan dari himpunan fungsi minimal. Diagram prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh himpunan fungsi  $f_1, \dots, f_n$  yang secara induktif mendefinisikan model.

Pohon bebas yang telah kita definisikan melalui gagasan pembuktian yang tersirat dalam definisi tersebut, dapat terdiri dari beberapa fungsi Skolem tambahan  $g_1, g_l$  yang muncul pada pohon bebas. Istilah  $f$  dan  $g$ , kongruensi pohon, dan diagram prediktif kemudian mengkarakterisasi deduksi parsial dengan pohon bebas. Diagram prediktif diterapkan untuk menemukan model pada pohon permainan cerdas.

Prediksi diterapkan untuk merencanakan kepuasan tujuan dan dapat dikombinasikan dengan probabilitas plausibilitas, dan logika fuzzy untuk mendapatkan, misalnya, interval kepercayaan. Mari kita lihat apa yang dilakukan diagram prediktif untuk penemuan pengetahuan (KM). Diagram memungkinkan kita untuk mengkarakterisasi KR yang tidak lengkap secara teoretis. Untuk memasukkan ke dalam basis pengetahuan yang tidak lengkap. Diagram prediktif umum di mana fungsi diagram tertentu dapat dipilih oleh mesin pencari ke dalam bidang data yang terlokalisasi.

Diagram Prediktif Umum adalah diagram prediktif dengan  $D(M)$  yang didefinisikan dari sekumpulan fungsi minimal. Diagram prediktif dapat direpresentasikan secara minimal oleh sekumpulan fungsi  $f_1, \dots, f_n$  yang secara induktif mendefinisikan model. Fungsi-fungsi tersebut dikunci ke dalam inferensi dan basis pengetahuan untuk dipilih melalui area yang dikunci, yang disebut sebagai  $Sis$  pada Gambar 5.4.

Tampilan objek visual ke basis data aktif dapat dirancang dengan hal di atas. Pohon yang didefinisikan oleh gagasan pembuktian yang tersirat dalam definisi tersebut mungkin terdiri dari beberapa fungsi Skolem tambahan  $g_1, g_n$ , yang muncul pada pohon bebas. Suku  $f$  dan suku  $g$ , kongruensi pohon, dan diagram prediktif kemudian mengkarakterisasikan deduksi dengan pohon virtual sebagai antarmuka prediktif cerdas.

Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan tersebut. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Kami telah menyajikan teknik perencanaan, yang dapat diterapkan untuk mengimplementasikan perencanaan penemuan. Dalam perencanaan dengan diagram Generik, bagian dari rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama dengan pohon pembuktian untuk tujuan rencana. Idenya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan tersebut.

Model ini merupakan model awal dunia AI tempat pohon Skolemisasi bebas dibangun. Deduksi parsial dalam pendekatan ini sesuai dengan pohon pembuktian yang memiliki pohon Skolemisasi bebas dalam representasinya. Saat melakukan pembuktian dengan pohon Skolemisasi bebas, kita menghadapi pembuktian dalam bentuk  $p(g(\cdot))$  membuktikan  $p(f(g(\cdot)))$  dan generalisasi ke  $p(f(x))$  membuktikan untuk semua  $x$ ,  $p(f(x))$ . Dengan demikian, pembuktian bebas dalam beberapa hal merupakan padanan abstrak dari SLD. Secara logis dan teoretis, grid didefinisikan secara minimal oleh fungsi diagram Generik. Model grid adalah cara untuk mengkodekan penalaran diagramatik. Kita telah menerapkan diagram prediktif sejak tahun 1994 untuk deduksi parsial dan default kumulatif. Diagram prediktif untuk teori  $T$  adalah diagram  $D[M]$ , dengan  $M$  adalah model untuk  $T$ , dan untuk setiap rumus  $q$  dalam  $M$ , baik fungsi  $f: q \rightarrow 0,1$  terdefinisi, atau terdapat rumus  $p$  dalam  $D[M]$ , sehingga  $T \cup p$  membuktikan  $q$ ; atau  $T$  membuktikan  $q$  dengan prediksi minimal.

### **Penemuan Sebagai Pohon Bukti Rencana**

Penemuan data dari KR pada diagram dapat dipandang sebagai pemenuhan tujuan dengan mendapatkan data relevan yang mewujudkan tujuan tersebut. Rumus tujuan menyatakan data relevan apa yang dicari. Ada beberapa teknik yang digunakan dalam beberapa literatur AI terkini yang menganjurkan gagasan deduksi parsial. Kami mengusulkan metode yang dapat diterapkan pada perencanaan dengan diagram GF sehingga efek yang serupa dengan deduksi parsial dapat dicapai, dan mungkin beberapa teknik dapat diterapkan untuk mengimplementasikan perencanaan penemuan.

Dalam perencanaan dengan diagram GF, bagian dari rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama pohon bukti untuk tujuan rencana. Identy adalah jika pohon bukti bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan. Model tersebut adalah model awal dunia AI tempat pohon Skolemisasi bebas dibangun. Deduksi parsial dalam pendekatan ini sesuai dengan pohon bukti yang memiliki pohon Skolemisasi bebas dalam representasinya. Penggunaan nondeterminisme oleh Diagram GF berguna dalam penemuan pengetahuan karena biasanya terdapat banyak rumus tak tentu dalam diagram dunia, yang nilai aktualnya tidak penting dalam rencana tindakan langsung, sehingga dapat ditetapkan fungsi Skolem bebas untuk memenuhi suatu tujuan.

### **GF, Penemuan, dan Abstraksi Pembuktian**

Proses perencanaan penemuan di setiap tahap dapat memanfaatkan diagram GF dengan mengambil interpretasi bebas, sebagai contoh komputasi penulisan ulang pohon seperti dalam Nourani (1996), dari kemungkinan pohon pembuktian yang sesuai dengan setiap pemenuhan tujuan. Ada beberapa cara untuk mencapai perencanaan tersebut. Metode yang diusulkan di sini adalah memanfaatkan pohon pembuktian Skolemisasi bebas dalam merepresentasikan rencana dalam bentuk fungsi Skolemisasi umum.

Perencanaan dengan diagram GF membawa bagian rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas, dengan pohon pembuktian untuk tujuan rencana. Identy adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan. Model tersebut adalah Model awal dunia AI tempat pohon Skolemisasi bebas dibangun.

Deduksi parsial dalam pendekatan ini sesuai dengan pohon pembuktian yang memiliki pohon Skolemisasi bebas dalam representasinya.

Mungkin ada analogi yang dapat mendekatkan penerapan formulasi saat ini dengan tren AI. Kita dapat melihat, di satu sisi, bukti resolusi SLD pada suku dasar, di mana kita beralih dari  $p(0)$  ke  $p(f(c))$ ; Bahasa Indonesia: atau bentuk  $p(f(c))$  ke  $p(f(g(c)))$ . Sedangkan, ketika melakukan pembuktian dengan pohon Skolemisasi bebas, kita menghadapi pembuktian dalam bentuk  $p(g(.))$  membuktikan  $p(f(g(.)))$  dan generalisasi ke  $p(f(x))$  membuktikan Untuk semua  $x$ ,  $p(f(x))$ .

Jadi, pembuktian bebas dalam beberapa hal merupakan padanan abstrak dari pembuktian SLD, dalam arti tren yang muncul dalam literatur AI baru-baru ini, misalnya, Mosetic dan Holsbaur (1991); Nourani (2014). Proyek-proyek ini akan ditangani oleh publikasi kami berikutnya. Tentu saja, publikasi penulis ini juga berkaitan dengan abstraksi domain dan abstraksi pembuktian program, sementara pembuktian dilakukan dengan penulisan ulang pohon. Pohon pembuktian bebas adalah pohon pembuktian yang dibangun dengan fungsi Skolem bebas dan GFS dari diagram GF. Idenya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun untuk rumus tujuan, maka dari diagram GF terdapat model yang memenuhi rumus tujuan tersebut. Model tersebut merupakan model awal dunia AI yang untuknya pohon Skolemisasi bebas dibangun.

➤ **Teorema 5.4:** Untuk pohon pembuktian bebas yang didefinisikan untuk rumus tujuan dari diagram GF, terdapat model awal yang memenuhi rumus tujuan. Model tersebut merupakan model awal yang dapat didefinisikan oleh diagram GF.

Pembuktian: Dalam perencanaan dengan diagram GF, pohon rencana yang melibatkan pohon Skolemisasi bebas dibawa bersama dengan pohon pembuktian untuk tujuan rencana. Idenya adalah jika pohon pembuktian bebas dibangun, maka rencana tersebut memiliki model yang memenuhi tujuan. Ada analogi dengan pembuktian SLD. Di satu sisi, kita dapat melihat pembuktian tipe resolusi SLD pada suku dasar, di mana kita beralih dari  $p(0)$  ke  $p(f(c))$ ; atau bentuk  $p(f(c))$  ke  $p(f(g(c)))$ . Sementara itu, saat melakukan pembuktian dengan pohon Skolemisasi bebas, kita menghadapi pembuktian dalam bentuk  $p(g(.))$  membuktikan  $p(f(g(.)))$  dan generalisasi untuk  $p(f(x))$  membuktikan untuk semua  $x$ ,  $p(f(x))$ . Karena pohon pembuktian merupakan tujuan rencana pembuktian untuk rumus yang didefinisikan pada diagram GF, atau dihitung dengan fungsi Skolem yang mendefinisikan diagram GF, berdasarkan Definisi 5.3, 5.4, dan Teorema 5.1, model yang didefinisikan oleh diagram GF berlaku dan merupakan model awal untuk pembuktian.

## 5.10 MODEL KOMPETITIF DAN EKONOMI DIGITALISASI

Perencanaan prediktif didasarkan pada pemenuhan tujuan pada model. Penulis telah mengkaji himpunan acak dalam bab volume AA Press sebelum memberikan penjelasan singkat pada presentasi logika matematika tahun 2016, sebagai dasar untuk menerapkan pemodelan struktur sebagai masalah kulminasi kompetitif di mana model "bersaing" berdasarkan pohon permainan pemodelan, di mana peringkat model lebih tinggi ketika berada pada pohon permainan dengan derajat pohon permainan yang lebih tinggi, memenuhi tujuan, sehingga

mewujudkan model spesifik di mana tujuan rencana terpenuhi. Misalnya, jika ada tujuan untuk menempatkan pesawat ruang angkasa di orbit planet tertentu, mungkin ada agen yang bersaing dengan rencana mikro alternatif untuk mencapai tujuan tersebut. Meskipun model galaksi sama, dunia virtual spesifik tempat suatu rencana dilaksanakan untuk mencapai tujuan nyata di galaksi melalui agen tidak sama.

Oleh karena itu, pemilihan tujuan dan sasaran Rencana difasilitasi dengan pembelajaran agen kompetitif. Pohon permainan adalah cara untuk mengodekan rencana dengan agen dan membandingkan model berdasarkan kepuasan tujuan untuk memeriksa dan memprediksi melalui diagram model mengapa satu rencana lebih baik daripada yang lain. Aplikasi yang lebih baru terdapat pada Nourani-Schulte (2013, 2014). Interaksi antara Optimasi Keputusan dan Pembelajaran Mesin (ML) paling dipahami ketika seseorang memahami bagaimana masing-masing teknik saling melengkapi.

Model ML menghadirkan kemampuan untuk memberikan prakiraan yang akurat (prakiraan permintaan, prediksi kegagalan peralatan, dll.), dengan mempertimbangkan masukan waktu nyata serta data historis. Meskipun prakiraan yang andal sangat berharga, memiliki kemampuan untuk membuat keputusan berbasis analitik seputar tindakan terbaik yang harus diambil sangatlah berharga.

Hal ini dapat dicapai dengan memasukkan prakiraan yang dihasilkan oleh model pembelajaran mesin sebagai masukan ke model Optimasi Keputusan yang kemudian dapat mempertimbangkan berbagai trade-off dan kendala untuk merekomendasikan solusi optimal guna memenuhi tujuan bisnis. Di sisi lain, setelah model optimasi merekomendasikan rencana aksi dan rencana tersebut beroperasi, data tentang pelaksanaan rencana tersebut dapat digunakan oleh model pembelajaran mesin untuk meningkatkan prakiraan, membuat model keputusan lebih akurat secara otomatis, dan melindungi diri dari risiko.

Ketika isu operasional dan budaya mendominasi transformasi terkini, strategi akan memainkan peran yang jauh lebih besar di masa depan. Perusahaan mulai bergerak melampaui peningkatan operasional menuju pembangunan keunggulan kompetitif yang menentukan dan berkelanjutan. Dengan industri yang terus berubah, digital menjadi hal yang lumrah, AI mampu mencapai skala, dan kesenjangan antara pemimpin dan yang tertinggal semakin melebar, waktunya telah tepat untuk lompatan ini. Misalnya, merujuk pada "AI dalam bisnis menjadi nyata". Perusahaan yang melakukan lompatan ini akan mencapai "supremasi digital," sebuah lompatan kuantum dalam kapabilitas yang mengancam keberadaan pesaing. Buku besar digital dan ekonomi kripto merupakan bidang aplikasinya.

Konsekuensi mikroekonomi digitalisasi terhadap daya saing (Digitalisasi dan Klaster), Kebijakan dan kerangka kerja ekonomi untuk ekonomi yang bertransformasi digital, Implikasi pasar digital. Perkembangan tenaga kerja dan kondisi kerja dalam lingkungan yang semakin terdigitalisasi, Ekonomi Data dan Penciptaan Nilai Digital, Transformasi dari ekonomi industri ke ekonomi yang bertransformasi digital, Pengaruh teknologi informasi dan komunikasi baru terhadap struktur pasar, dikaji dari perspektif ekonomi industri (produktivitas, perilaku pelanggan, kekuatan pemasok, masuk pasar, dll.), digitalisasi, dan Pembangunan Internasional.

Teknik analitik AI termasuk diagram model prediktif nonmonotonik untuk analitik digitalisasi adalah teknik baru yang diterapkan dengan urutan morfik struktur agen aljabar visual yang dapat dijelaskan secara prediktif, alih-alih menjadi gambaran sekilas yang mengejutkan. Fondasi matematika yang lebih baru dikembangkan untuk ilmu komputasi yang dapat meneruskan analitik prediktif komputasi agen visual, dengan aplikasi untuk analitik prediktif interaktif. Aplikasi untuk menjelaskan analitik visual interaktif disajikan dengan contoh-contoh spesifik dari industri pemodelan perusahaan.

Pemfilteran data dengan fungsi kunci merupakan teknik baru untuk permukaan visual menuju digitalisasi mendalam, sementara pemrosesan konten cepat dan pengiriman konten merupakan alternatif fungsionalitas digitalisasi permukaan yang direalisasikan. Contoh-contoh baru dari tujuan industri untuk area inovasi, misalnya, analitik interaktif atau digitalisasi untuk otomatisasi bisnis cepat atau pemrosesan antarmuka web atau cloud perusahaan, diperiksa.

Teknik diagram generik adalah cara untuk mengodekan model, misalnya, BM yang dengan tombol fungsi ke basis data—biasa atau visual—mengurangi kompleksitas rumus berkali-kali lipat, memperlakukan bigdata sebagai matriks dengan penugasan yang diremehkan ke proposisi data. Pemeriksaan model disederhanakan pada tingkat yang sama. Penemuan model adalah area lain di mana pengetahuan dapat dikunci ke KB dan diterapkan pada penemuan pengetahuan. Penyelesaian ML basis pengetahuan terkait tujuan bisnis yang dapat dibuktikan dengan teknik kami merupakan analisis baru yang menjanjikan untuk BM prediktif dan pemrosesan konten.

## **BAB 6**

### **PENGARUH DIGITALISASI TERHADAP INOVASI MODEL BISNIS**

Bisnis industri sedang mengalami disrupsi digital, dan para manajer berada di bawah tekanan yang luar biasa untuk terlibat dalam inisiatif digitalisasi di seluruh organisasi. Meskipun teknologi berubah dan berkembang pesat, perusahaan yang ada dalam banyak kasus tidak dapat mengubah bisnis mereka dengan cukup cepat. Salah satu faktor yang memengaruhi laju perubahan perusahaan adalah pemahaman yang jelas tentang cara memanfaatkan teknologi baru untuk menciptakan dan memberikan nilai bisnis.

Tujuan makalah ini adalah untuk memperluas pengetahuan tentang transformasi digital dan dampaknya terhadap model bisnis (BM). Berdasarkan studi empiris dan tinjauan pustaka, digitalisasi dibahas terkait dampaknya terhadap inovasi Manajemen Bisnis (BM). Dampaknya diilustrasikan melalui beberapa kasus penggunaan bisnis.

Kontribusi teoretisnya ada dua: pertama, melengkapi studi yang ada dan menghubungkan digitalisasi dengan inovasi Manajemen Bisnis (BM), dan kedua, memperluas pengetahuan yang ada terkait inovasi Manajemen Bisnis (BM) dan bagaimana digitalisasi memengaruhi BM. Makalah ini menyoroti dampak teknologi canggih terhadap bisnis yang sudah ada maupun yang baru, serta bagaimana perusahaan menarik pelanggan baru melalui inovasi BM mereka. Hal ini dapat membantu perusahaan yang sudah ada maupun yang baru untuk memandang bisnis mereka secara berbeda. Oleh karena itu, bab ini berkontribusi baik secara teori maupun praktik di bidang inovasi Manajemen Bisnis (BM).

#### **6.1 PENDAHULUAN**

Bisnis industri sedang mengalami disrupsi digital, dan para manajer berada di bawah tekanan yang sangat besar untuk terlibat dalam inisiatif digitalisasi di seluruh organisasi. Teknologi-teknologi baru seperti kecerdasan buatan dan pembelajaran mesin (AI/ML), internet of things (IoT), internet of things industri (IIoT), Industri 4.0, dan Blockchain sedang mendisrupsi bisnis. Digitalisasi tidak hanya mengubah bisnis yang ada saat ini, tetapi juga bisnis-bisnis baru yang bermunculan berkat kemajuan teknologi.

Meskipun teknologi berubah dan berkembang pesat, perusahaan yang sudah ada seringkali tidak dapat mengubah bisnis mereka dengan cukup cepat, karena adanya ketergantungan jalur (path dependency). Hal ini dapat menyebabkan dampak negatif yang serius. Salah satu faktor yang memengaruhi laju perubahan perusahaan adalah pemahaman yang jelas tentang cara memanfaatkan teknologi baru untuk menciptakan dan memberikan nilai bisnis. Peran digitalisasi dan dampaknya terhadap strategi bisnis perusahaan dalam banyak kasus tidak jelas dan umumnya perusahaan memandang strategi teknologi informasi (TI)/digitalisasinya sebagai strategi tingkat fungsional. Dengan demikian, seharusnya terdapat hubungan erat antara digitalisasi dan model bisnis (BM) serta bagaimana BM baru berevolusi.

Namun, diperlukan diskusi lebih lanjut untuk mengurai hubungan ini. Tujuan bab ini adalah untuk memperluas pengetahuan tentang digitalisasi dan dampaknya terhadap inovasi

BM berdasarkan studi empiris yang didukung oleh tinjauan pustaka. Digitalisasi di sini akan dilihat melalui lensa teknologi yang sedang berkembang, dan berdasarkan studi empiris serta tinjauan pustaka, akan dibahas mengenai dampaknya terhadap inovasi BM. Dampaknya akan diilustrasikan melalui beberapa kasus penggunaan bisnis. Dalam bab ini disusun sebagai berikut: pertama, latar belakang teoretis inovasi Manajemen Bisnis (BM) dan teknologi canggih disajikan. Kemudian, metodologi penelitian dipaparkan, diikuti dengan studi kasus, dan terakhir, diskusi serta kesimpulan disajikan.

## **6.2 DIGITALISASI DAN TRANSFORMASI DIGITAL**

Meskipun digitalisasi dan digitalisasi telah digunakan secara bergantian, kami mendefinisikan digitalisasi sebagai: 'mengubah informasi analog menjadi informasi digital.' Bisnis telah mendigitalkan proses mereka selama beberapa dekade. Digitalisasi adalah penggunaan teknologi digital untuk mengembangkan BM baru bagi perusahaan dan dengan demikian menyediakan peluang yang menghasilkan pendapatan dan nilai.

Digitalisasi menggambarkan proses konversi, sedangkan digitalisasi mengacu pada setiap perubahan dalam organisasi atau BM organisasi dengan memanfaatkan teknologi digital. Digitalisasi merupakan proses penerapan teknologi dan informasi digital untuk mentransformasi operasi bisnis.

Digitalisasi dapat dilakukan untuk proses bisnis tertentu atau sekelompok proses (kebanyakan dalam silo), digitalisasi lebih bersifat intra-organisasi/perusahaan secara luas. Terakhir, transformasi digital adalah interkoneksi berkelanjutan dari ekosistem bisnis termasuk mitra, pemasok, dan peserta lainnya. Transformasi digital memengaruhi semua bagian perusahaan dan mengarah pada pengembangan BM baru.

Oleh karena itu, digitalisasi bukanlah transformasi digital, dan suatu organisasi mungkin mengejar beberapa proyek digitalisasi dan digitalisasi di berbagai lokasi, fasilitas manufaktur, dan pusat layanan. Lebih lanjut, transformasi digital adalah inisiatif transformasi bisnis strategis yang digerakkan oleh pelanggan yang memerlukan pendekatan holistik dan cara baru dalam berbisnis, dengan memanfaatkan teknologi digital.

Faktor-faktor yang mempercepat aktivitas digitalisasi dan transformasi digital di berbagai industri dapat dikaitkan dengan inisiatif Industri 4.0/Internet Industri dengan memanfaatkan IoT/IIoT dan teknologi baru lainnya. 'Internet industri' adalah istilah yang dicetuskan oleh General Electric (GE). Internet industri menggabungkan internet dengan dunia fisik, termasuk pabrik, mesin, dan infrastruktur, serta menghadirkan peluang besar dan mentransformasi bisnis. Istilah 'Industri 4.0' diusulkan oleh bisnis dan industri Jerman.

Bisnis industri telah melalui revolusi yang berkesinambungan, dimulai dengan mekanisasi (revolusi industri pertama), penggunaan energi listrik dan pembagian kerja (revolusi industri kedua), hingga komunikasi antarmesin dan digitalisasi di seluruh organisasi (revolusi industri ketiga). Akhir-akhir ini, fokusnya adalah pada digitalisasi tingkat lanjut dan integrasi dengan sistem organisasi horizontal dan ekosistem mitra vertikal (revolusi industri keempat atau Industri 4.0). Reformasi ini telah menghasilkan BM 'apa pun sebagai layanan', termasuk berbagai jaringan bisnis dan model penyampaian nilai berbasis mitra.

Oleh karena itu, semakin banyak perusahaan yang beralih dari model yang berpusat pada produk ke 'model yang berpusat pada hasil', yang dikenal sebagai servitisasi. Untuk menerapkan model ini, perusahaan perlu mendesain ulang bisnisnya untuk menciptakan dan menyampaikan nilai yang unik bagi pelanggan dan mitranya. Perusahaan berinovasi dalam BM-nya melalui digitalisasi dan servitisasi, dan hal ini merupakan keunggulan kompetitif bagi perusahaan.

### **Inovasi Model Bisnis (BM)**

Model pendapatan sebagai komponen kunci BM, definisi tersebut dan menemukan beberapa tema umum di antara para ahli BM: (a) muncul sebagai unit analisis; (b) merupakan pendekatan sistematis dan holistik untuk menjelaskan bagaimana perusahaan menjalankan bisnis; (c) aktivitas perusahaan mendefinisikan BM-nya; dan (d) menjelaskan bagaimana nilai diciptakan, bukan hanya bagaimana nilai tersebut ditangkap.

BM didefinisikan sebagai logika dan proses bisnis untuk menciptakan dan menangkap nilai bagi pelanggan dan perusahaan. BM adalah arsitektur tentang bagaimana perusahaan menciptakan dan memberikan nilai kepada pelanggannya serta mekanisme yang diterapkan untuk menangkap nilai tersebut. Ritter dan Lettl (2018) menggambarkan BM sebagai konsep bagi perusahaan untuk menjelaskan "apa yang dilakukannya", "apa yang ditawarkannya", dan "bagaimana penawaran tersebut dibuat".

Meskipun para ahli memiliki beberapa kesepakatan tentang tiga komponen dasar BM: penciptaan nilai, penyampaian nilai, dan penangkapan nilai, terdapat beberapa kebingungan tentang BM dan inovasi BM. Menurut Foss dan Saebi (2017), BM dan inovasi BM saling terkait. Inovasi BM mencakup inovasi tambahan di atas BM dan menjelaskan pendorong, fasilitator, dan hambatan dalam mengembangkan BM yang lebih baru. Lebih lanjut, mereka mendefinisikan inovasi BM sebagai "perubahan yang dirancang, baru, dan tidak sepele terhadap elemen-elemen kunci BM perusahaan dan/atau arsitektur yang menghubungkan elemen-elemen ini".

Inovasi Manajemen Bisnis (BM) merupakan pendekatan sistematis bagi perusahaan dan didefinisikan sebagai: "perubahan dalam BM suatu perusahaan yang baru bagi perusahaan, dan hal ini menyebabkan perubahan substansial dalam praktik perusahaan dalam berinteraksi dengan pelanggan dan mitra". Digitalisasi memiliki dampak yang mendalam terhadap inovasi BM. Pentingnya BM digital baru bagi ekosistem terhubung yang menggunakan IIoT dan teknologi baru lainnya. Tabel 6.1 merinci analisis penciptaan dan penangkapan nilai dari bisnis tradisional dan bisnis terhubung yang menggunakan IIoT.

**Tabel 6.1** Analisis Penciptaan/Penangkapan Nilai

<b>Model Nilai</b>	<b>Faktor-faktor Penciptaan/Penangkapan Nilai</b>	<b>Kemampuan Bisnis Tradisional</b>	<b>Kemampuan Bisnis IIoT</b>
Penciptaan nilai	Kebutuhan pelanggan	Untuk memecahkan masalah yang ada (reaktif).	Untuk mengatasi kebutuhan saat ini dan masa depan secara proaktif.

	Penawaran	Untuk memasarkan produk dengan kontrak layanan.	Untuk memasarkan produk sebagai layanan.
	Peran data	Untuk mempertahankan pelanggan dengan mengumpulkan data secara berkala untuk peningkatan produk di masa mendatang.	Untuk meningkatkan kepuasan pelanggan melalui pemantauan pelanggan secara berkelanjutan.
Penangkapan nilai	Jalur keuntungan	Untuk mengembangkan dan memelihara kemampuan penjualan untuk penjualan produk dan layanan satu kali.	Untuk meningkatkan kemampuan penjualan untuk pendapatan bayar per penggunaan yang berulang.
	Titik kontrol	Untuk melindungi menggunakan perlindungan IP, nilai merek dan dukungan pelanggan.	Untuk melindungi menggunakan personalisasi dan efek jaringan.
	Pengembangan kemampuan	Untuk memanfaatkan kompetensi inti dan sumber daya serta kemampuan yang ada.	Bekerja dengan mitra aliansi untuk mengembangkan produk dan mengisi kesenjangan dengan pelanggan.

### **Teknologi Canggih dan Dampaknya terhadap Inovasi Model Bisnis (BM)**

Subbab berikut menjelaskan dampak teknologi canggih terhadap inovasi BM. Pertama, kami menjelaskan dampak AI/ML terhadap inovasi BM, kemudian kami mengilustrasikan dampak IoT/IIoT terhadap inovasi BM, dan terakhir kami membahas dampak Blockchain terhadap inovasi BM. Di setiap bagian, kami mengilustrasikan dampak teknologi yang sedang berkembang terhadap inovasi BM dengan bantuan studi kasus.

### **Kecerdasan Buatan dan Pembelajaran Mesin (AI/ML)**

Kecerdasan buatan (AI) merupakan salah satu teknologi transformasional yang mendisrupsi perusahaan. "AI mengacu pada sistem komputer yang berpikir dan bertindak seperti manusia serta berpikir dan bertindak secara rasional". Pembelajaran mesin (ML) adalah cabang dari AI, dan dapat didefinisikan secara luas sebagai metode komputasi yang memanfaatkan pengalaman untuk meningkatkan kinerja, atau untuk membuat prediksi.

AI/ML mendisrupsi banyak industri dan perusahaan sebagai konsekuensi dari penggunaan teknologi ini untuk menginovasi BM yang ada, atau menciptakan BM baru. Meskipun terdapat berbagai jenis algoritma ML, secara umum, algoritma ML diklasifikasikan dalam tiga kategori: pembelajaran terawasi, pembelajaran tanpa pengawasan, dan pembelajaran yang diperkuat/pembelajaran mendalam (Deep Learning/DL). Pembelajaran terawasi adalah bentuk algoritma ML yang paling umum, yang dirancang untuk belajar melalui contoh.

Dalam pembelajaran terawasi, algoritma menerima serangkaian masukan dan serangkaian keluaran, dan tujuan algoritmanya adalah mempelajari cara memprediksi keluaran dari serangkaian masukan tersebut. Keluarannya bisa berupa label kelas (klasifikasi) atau bilangan riil (regresi). Algoritma regresi linier adalah metode pembelajaran terawasi yang

digunakan untuk memprediksi, meramalkan, dan menentukan hubungan dalam data numerik. Ini adalah salah satu teknik paling awal untuk menemukan hubungan antara dua variabel.

Klasifikasi adalah kategori lain dari pembelajaran terawasi yang tujuannya adalah untuk memprediksi kelas (label seperti diskrit, tak berurutan, keanggotaan grup, dll.) dari instance baru dari observasi sebelumnya. Kasus penggunaan bisnis umum untuk pembelajaran terawasi ada di berbagai area bisnis, seperti pemasaran dan penjualan (tingkat churn pelanggan, nilai seumur hidup pelanggan, analisis sentimen, rekomendasi produk), perencanaan sumber daya manusia (kinerja penjualan, retensi, alokasi sumber daya manusia), keamanan (penyaringan spam, mendeteksi email dan tautan berbahaya, deteksi penipuan), pemeliharaan aset dan IoT (perencanaan rantai pasokan dan logistik, prediksi pemadaman, pemeliharaan aset proaktif) dan hiburan (pengenalan wajah, perubahan visual, mengubah gambar menjadi gambar bergaya karya seni).

Dalam teknik klasifikasi, kita membutuhkan data berlabel (label, pasangan label) untuk melatih algoritma klasifikasi, dan paling sering data berlabel dalam bisnis mungkin memerlukan lebih banyak pengeluaran, dan pelabelan data oleh orang-orang memakan waktu dan terkadang rawan kesalahan. Jadi, jenis teknik klasifikasi baru dikembangkan, pembelajaran semi-terawasi, di mana kita berurusan dengan data berlabel dan tidak berlabel dan algoritma mengembangkan pengklasifikasi dari data tersebut. Karena lebih sedikit intervensi manusia, itu lebih akurat dan lebih sedikit memakan waktu. Kasus penggunaan bisnis untuk pembelajaran semi-supervised adalah pengenalan suara, klasifikasi konten internet, klasifikasi urutan protein, dll.

Dalam pembelajaran tanpa supervisi, algoritma hanya menerima masukan dan tidak menerima keluaran atau imbalan apa pun dari lingkungannya. Tujuannya adalah untuk mengembangkan pola berdasarkan data masukan. Jenis yang umum adalah pengelompokan dan asosiasi. Contoh pembelajaran tanpa supervisi meliputi sistem rekomendasi (Netflix dapat merekomendasikan film kepada audiensnya), dan kebiasaan membeli (Amazon dapat merekomendasikan produk kepada pelanggan).

Salah satu tujuan utama sistem AI adalah untuk mengembangkan agen otonom yang berinteraksi dengan lingkungannya dan mempelajari perilaku optimal, yang dapat ditingkatkan seiring waktu. Kerangka kerja matematika untuk pembelajaran otonom berbasis pengalaman adalah pembelajaran penguatan (RL). Melatih model untuk mengendalikan kendaraan otonom merupakan contoh RL yang baik. Dalam otomasi industri, teknik RL digunakan untuk membangun kecerdasan dalam sistem yang kompleks.

Terakhir, DL adalah jenis algoritma ML di mana jaringan saraf tiruan, yang dipengaruhi oleh otak manusia, dapat belajar dari sejumlah besar data. Misalnya, algoritma DL digunakan dalam aplikasi pengalaman pelanggan dengan chatbot. Visi komputer dan pengenalan gambar adalah beberapa contoh DL.

Teknologi AI/ML mendisrupsi BM seiring perusahaan memperluas portofolio produk mereka, mengembangkan produk baru, dan meningkatkan kapabilitas produk yang sudah ada.

### IoT/IloT/Industri 4.0

IoT memfasilitasi perangkat yang terhubung untuk mengumpulkan data dari berbagai sumber di berbagai lokasi, kemudian mengirimkan data tersebut ke cloud dan akhirnya, memungkinkannya menganalisis data dalam jumlah besar untuk membuat keputusan bisnis. Sebelumnya, sulit untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar secara ekonomis, namun, kemajuan teknologi dan digitalisasi terkini di seluruh perusahaan telah membuka jalan bagi perangkat yang mendukung IoT di berbagai bisnis. Industrial IoT (IIoT) dicetuskan oleh GE. IIoT menghubungkan aset dan sistem industri (mesin, pabrik, sistem bisnis, dll.) sehingga dapat berbagi informasi secara real-time untuk pengambilan keputusan yang proaktif dan prediktif.

Penelitian menunjukkan bahwa sistem cerdas akan memungkinkan penghematan yang signifikan di pasar global, dan dengan menghemat 1% bahan bakar dalam penerbangan, industri perjalanan dapat menghemat \$30 miliar secara global (dalam 15 tahun). Lebih lanjut, penghematan 1% bahan bakar dalam peralatan pembangkit listrik dapat menghemat \$66 miliar secara global (dalam 15 tahun).

Oleh karena itu, IIoT dapat berkontribusi secara signifikan dalam penciptaan dan penangkapan nilai di seluruh industri dan dengan demikian dapat mempercepat inovasi Manajemen Bisnis (BM). Meskipun istilah IoT dan IIoT telah digunakan secara bergantian, terdapat beberapa perbedaan mendasar. Secara tradisional, IoT digunakan untuk internet of things konsumen. Tabel 6.2 menggambarkan perbedaan penting antara IoT dan IIoT.

**Tabel 6.2** Perbedaan antara IoT dan IIoT

	<b>IoT</b>	<b>IIoT</b>
<b>Perangkat</b>	Meliputi perangkat yang berada di lingkungan konsumen atau komersial seperti kantor, rumah, dan bisnis.	Meliputi perangkat yang terletak di lingkungan industri seperti lantai pabrik, kontrol otomasi, HVAC, jaringan energi, dll.
<b>Keandalan</b>	Persyaratan sedang, kemudahan penggunaan, siklus hidup produk pendek, 99,99% hingga 99,999%	Persyaratan ketat, keandalan tinggi, lingkungan yang keras, siklus hidup produk yang panjang, 99,9999% hingga 99,99999%
<b>Keamanan</b>	Membutuhkan identitas dan privasi	Membutuhkan keamanan yang kuat dan privasi yang sangat tinggi
<b>Fungsi</b>	Fungsi yang memberikan manfaat bagi kehidupan manusia pada akhirnya	Harus direncanakan dan pembaruan otomatis lebih disukai
<b>Ketersediaan</b>	Pembaruan sedang dan sesekali dan reboot acak dimungkinkan	Ketersediaan dan waktu aktif sangat tinggi. Diperlukan patch terjadwal.
<b>Kegagalan</b>	Coba lagi dan ganti	Ketahanan, sistem toleransi kesalahan
<b>Konektivitas</b>	Menghubungkan orang ke orang atau orang ke internet	Peer to peer dan mesin-ke-mesin (M2M)
<b>Protokol</b>	Paling sering bergantung pada IP	Banyak protokol, berbasis standar atau berbasis mesin milik sendiri
<b>Pasar</b>	Sebagian besar Greenfield, penerimaan perangkat baru hampir seketika.	Sebagian besar merupakan brownfield, penerapan perangkat baru harus dilakukan secara bertahap.

Konsep lain, 'Industri 4.0', dikembangkan oleh bisnis dan industri Jerman pada tahun 2011, merujuk pada revolusi industri keempat. Kemajuan teknologi telah mengubah model bisnis dan operasi dalam industri, mulai dari peralatan mekanis (revolusi industri pertama), hingga penggunaan tenaga listrik (revolusi industri kedua), kemajuan dalam komunikasi mesin-ke-mesin (revolusi industri ketiga) dan akhirnya sistem siber-fisik (revolusi industri keempat).

Selama revolusi industri ini, BM baru diinovasi dan bisnis ditransformasikan. Industri 4.0 telah membuat perubahan mendasar dalam industri, berdasarkan perkembangan teknologi seperti aplikasi yang menggunakan AI, IoT, Analisis Data, teknologi Cloud, Robotika, Teknologi Blockchain, Percetakan 3D, Cryptocurrency, dan banyak lagi. Industri 4.0 memiliki empat prinsip desain untuk digitalisasi, meliputi interoperabilitas (antarmesin melalui IoT dan komunikasi mesin-ke-mesin), transparansi informasi (sistem komputer dapat merancang representasi virtual dari mesin fisik, kembaran digital), bantuan teknis (interaksi manusia-AI dan Otomasi Proses Jarak Jauh, RPA), dan desentralisasi (sistem yang dapat menjalankan tugasnya sendiri). Industri 4.0 dan IIoT memiliki dampak signifikan terhadap bisnis saat ini dan masa depan, dan BM baru dan inovatif sedang dikembangkan menggunakan teknologi ini.

### **Blockchain**

Satoshi Nakamoto (2008) menulis sebuah white paper yang menjelaskan transaksi moneter peer-to-peer tanpa melalui lembaga keuangan mana pun sebagai perantara. Nakamoto juga merancang buku besar terdistribusi untuk transaksi tersebut berdasarkan "rantai blok" dan kemudian teknologinya berganti nama menjadi 'Blockchain'. Blockchain telah memperkenalkan BM baru karena perantara tidak diperlukan saat mengeksekusi kontrak apa pun antar pihak.

Konsep "Kontrak Cerdas" adalah teknologi canggih yang dapat memindahkan aset digital secara otomatis berdasarkan aturan yang telah ditentukan sebelumnya. Dengan demikian, kontrak antara dua atau lebih pihak dapat dieksekusi secara digital dan ketentuan kontrak dapat diperkuat tanpa campur tangan manusia atau pihak ketiga. Karakteristik utama Blockchain adalah sebagai berikut:

- *Desentralisasi*: Dalam sistem transaksi konvensional dan terpusat, terdapat perantara yang mengendalikan dan memvalidasi transaksi (misalnya, Bank Sentral), yang menambah biaya transaksi dan meningkatkan waktu pengiriman. Sementara itu, Blockchain berfungsi sebagai buku besar terdistribusi yang tepercaya dan tidak memerlukan perantara. Dalam proses ini, Blockchain mengurangi biaya dan meningkatkan kinerja transaksi.
- *Persistensi*: Semua transaksi ditulis ke dalam buku besar terdistribusi, dan setelah ditulis, transaksi tersebut tidak dapat diubah dan tidak dapat dihapus dari buku besar. Dengan demikian, Blockchain membantu membangun kepercayaan di antara mitra dagang.
- *Transparansi*: Mitra dagang dalam buku besar Blockchain dapat melihat transaksi satu sama lain berdasarkan kesepakatan antara kedua belah pihak, sehingga menciptakan transparansi dan memberikan visibilitas yang jelas atas semua transaksi.

- *Auditabilitas*: Semua transaksi divalidasi dan ditulis ke dalam Blockchain dengan stempel waktu dan semua detail lainnya tentang transaksi tersebut. Jadi, sangat mudah untuk mengaudit setiap transaksi atau sekelompok transaksi.

Terdapat empat jenis umum teknologi Blockchain, yaitu publik, privat, konsorsium, dan hibrida. Terdapat variasi lain, tetapi keempat jenis ini umum di industri:

- *Blockchain Publik*: Ini adalah sistem buku besar terdistribusi yang tidak terbatas dan tanpa izin, dan siapa pun yang memiliki koneksi internet dapat berpartisipasi dalam sistem ini dan membuat node-nya sendiri. Setelah pengguna bergabung dengan Blockchain publik, ia dapat memanfaatkan berbagai fasilitas yang tersedia bagi node-node tersebut untuk memulai transaksi. Contoh umum Blockchain semacam ini adalah Bitcoin, Litecoin, dan Ethereum.
- *Blockchain Privat*: Sesuai namanya, ini adalah jaringan Blockchain yang terbatas dan memiliki izin, tempat pihak-pihak privat dapat bergabung dengan Blockchain. Seseorang di Blockchain privat adalah pemilik Blockchain dan mengelola buku besar terdistribusi untuk mitra Blockchain-nya. Secara umum, terdapat kontrak (kontrak pintar) antar pihak, dan Blockchain mengaktifkan kontrak tersebut setelah transaksi ditulis ke dalam buku besar. Hyperledger, Corda, dan Multichain adalah beberapa contoh umum Blockchain privat.
- *Blockchain Konsorsium*: Ini adalah salah satu bentuk Blockchain privat, di mana Blockchain dikelola bukan oleh satu organisasi, melainkan oleh sebuah konsorsium. Dalam jenis Blockchain ini, hanya beberapa pengguna yang memiliki izin untuk menulis ke dalam buku besar terdistribusi, sementara yang lain dapat meminta dan melihat transaksi. Beberapa contoh umum Blockchain konsorsium adalah Hyperledger, Corda, dan Quorum.
- *Blockchain Hibrida*: Ini adalah kombinasi Blockchain privat dan publik. Node-node dalam Blockchain menentukan siapa yang memiliki hak untuk menulis atau melihat transaksi di Blockchain. Dragonchain adalah contoh Blockchain hibrida.

Awalnya, Blockchain difokuskan pada transaksi terkait Bitcoin, tetapi kemudian digunakan untuk berbagai tujuan bisnis di seluruh industri. Blockchain menciptakan proposisi nilai baru bagi perusahaan yang sebelumnya tidak mungkin dilakukan. Blockchain bersama dengan aplikasi IIoT dan AI-ML digunakan secara luas di berbagai industri termasuk manufaktur (asal usul produk, pemantauan kualitas produk, pemeliharaan aset proaktif, dll.), ritel (manajemen mitra pemasok, program loyalitas, manajemen inventaris, dll.), perawatan kesehatan (uji klinis, kontrak berbasis hasil, rantai pasokan obat-obatan, dll.), pasar keuangan (pembayaran lintas mata uang, manajemen perdagangan, manajemen dana, dll.), dan pemerintahan (pendaftaran aset, identitas warga negara, penipuan, dan kepatuhan, dll.).

### 6.3 TRANSFORMASI DAN DIGITALISASI

Kami telah memilih tiga studi kasus untuk menggambarkan bagaimana teknologi canggih seperti AI, ML, IoT, Big Data, dan Blockchain telah mempercepat transformasi digital. Setiap deskripsi kasus didasarkan pada data empiris unik yang dikumpulkan oleh penulis saat

bekerja di masing-masing perusahaan dan membahas proses digitalisasi. Namun, semua informasi dalam studi kasus merupakan informasi yang tersedia untuk umum dan penulis memvalidasi informasi tersebut dengan mewawancarai enam manajer kunci dari masing-masing perusahaan yang terlibat dalam transformasi digital. Informasi sekunder telah dikumpulkan dari jurnal bisnis dan laporan tahunan perusahaan.

Tiga kasus dipilih untuk menggambarkan dampak transformasi digital terhadap inovasi Manajemen Bisnis (BM). Studi kasus pertama menyoroti inisiatif inovasi Manajemen Bisnis (BM) untuk produsen pesawat terbang besar, Rolls Royce. Perusahaan ini memanfaatkan teknologi canggih seperti AI, ML, IoT, big data, dan analitik untuk mengubah BM mereka yang berpusat pada produk menjadi BM bayar per penggunaan.

Dengan berhasil memanfaatkan teknologi canggih, perusahaan dapat memantau kesehatan mesinnya secara real-time dan mengelola kinerja mesin-mesin ini dari jarak jauh. Perubahan dalam model operasi telah membantu perusahaan untuk menginovasi BM dan menawarkan layanan bayar per penggunaan kepada pelanggannya. Para penulis telah mewawancarai manajer bisnis perusahaan untuk memvalidasi studi kasus. Studi kasus kedua dari GE Digital, anak perusahaan GE.

Dalam hal ini, GE Digital telah mengembangkan Digital Twins untuk sebuah perusahaan, Bently Nevada, yang menyediakan layanan perlindungan aset dan pemantauan kondisi untuk berbagai industri. Untuk mempercepat digitalisasi, perusahaan memanfaatkan replika digital dari mesin atau proses fisik, yang dikenal sebagai Digital Twins, untuk mensimulasikan perilaku waktu nyata. Untuk mengembangkan Digital Twins, perusahaan mengumpulkan sejumlah besar data dari mesin dan proses fisik secara waktu nyata, memasukkan data dalam platform data besar dan Analitik dan memanfaatkan algoritma AI/ML untuk mensimulasikan kondisi mesin dan proses yang sebenarnya.

Digital Twins telah memungkinkan perusahaan untuk mengembangkan produk dan proses baru lebih cepat dan meningkatkan kualitas produk dalam produksi. Salah satu penulis telah bekerja di GE Digital dan mewawancarai manajer untuk memvalidasi informasi yang tersedia untuk umum. Kasus ketiga berkaitan dengan penyedia solusi manajemen kapal kargo, CargoSmart, yang memanfaatkan Platform Blockchain Oracle dan mengembangkan aplikasi perangkat lunak sebagai layanan (SaaS) manajemen kapal kargo berbasis Blockchain untuk pelanggan pengirimannya. Teknologi Blockchain telah membantu perusahaan mengembangkan buku besar blockchain terdistribusi berbasis kontrak pintar yang tepercaya dan tidak dapat diubah untuk mengelola transaksi dan dokumen pengiriman secara efektif. Salah satu penulis mewawancarai para manajer perusahaan dan memvalidasi informasi tersebut.

## **6.4 TRANSFORMASI DIGITAL PERUSAHAAN**

### **Rolls Royce: Tenaga Per Jam**

Bisnis kedirgantaraan Rolls Royce memproduksi mesin pesawat untuk pesawat sipil, militer, dan korporat. Pada tahun 2019, pendapatannya mencapai 16.587 juta BP dan perusahaan menghasilkan laba sebesar 1.311 juta BP. Perusahaan ini memiliki pangsa pasar

sebesar 21% dan pesaingnya, GE Aviation, memiliki pangsa pasar sebesar 31% di mesin pesawat komersial.

Bisnis pesawat komersial menyumbang sekitar 50% dari pendapatan Rolls Royce. Untuk memenuhi kebutuhan pelanggan yang sensitif terhadap harga dalam bisnis penerbangan komersial, Rolls Royce memperkenalkan mesin pesawat baru, "Power by the hour," yang merupakan penyimpangan signifikan dari mesin pesawat intinya. Rolls Royce mengenakan harga satu kali untuk mesin pesawatnya dan menandatangani kontrak layanan dengan pelanggan untuk perawatan rutin mesinnya. Ini adalah BM standar yang berpusat pada produk untuk sebagian besar produsen peralatan.

Dalam BM inovatif berbasis bayar per nilai pakai, harga didasarkan pada kinerja mesin pesawat per jam, dan pelanggan membayar untuk kinerja tersebut, alih-alih membeli mesin dari Rolls Royce. Rolls Royce memulai BM 'Total Care' mereka pada pertengahan 1990-an, ketika perusahaan memperkenalkan usaha baru, "Total Care Term," di mana pelanggan mendaftar untuk pertanggungjawaban dengan biaya tetap per jam terbang mesin. Biaya dibebankan berdasarkan perkiraan jumlah kunjungan bengkel dan biaya terkait dibagi dengan perkiraan jumlah jam terbang. Meskipun terdapat ketidakpastian tentang kondisi mesin di akhir kontrak, pelanggan memilih jangka waktu ini karena biaya terendah.

Pada tahun 2007, Rolls Royce meningkatkan usaha layanan perawatan yang ada dan memperkenalkan "Total Life." Seiring dengan semakin banyaknya pengalaman perusahaan dalam melakukan perawatan pesawat, perusahaan memperkenalkan BM layanan baru untuk meningkatkan pangsa pasar mereka dalam bisnis perawatan pesawat. Dalam model "Total Life", Rolls Royce menyediakan perawatan pesawat seumur hidup (selama pesawat beroperasi) dan jam terbang dihitung per jam; layanan ini dapat dialihkan ke operator pesawat lain jika terjadi perubahan kepemilikan.

Pada tahun 2015, Rolls Royce memperkenalkan BM "Total Care Flex", di mana pelanggan dapat membayar biaya per jam yang lebih tinggi untuk fleksibilitas. BM 'Total Care' membantu perusahaan mengurangi pemborosan dan mengoptimalkan efisiensi sumber daya sekaligus memungkinkan pelanggan memaksimalkan jam terbang pesawat mereka.

Rolls Royce mentransformasi bisnisnya secara digital dengan mendigitalkan proses bisnisnya sendiri dan mengintegrasikan sistem bisnisnya dengan sistem pelanggan sehingga mereka dapat bertukar informasi bisnis secara real-time menggunakan teknologi canggih seperti IIoT, AI-ML, dan Big Data. Perusahaan memantau kinerja mesin pesawat dengan menerapkan sistem pengumpulan dan analisis data real-time berbasis IoT serta memanfaatkan teknologi AI/ML dan analitik big data untuk perawatan mesin secara proaktif.

Rolls Royce, pada gilirannya, memiliki aliran pendapatan yang konstan dengan mengenakan biaya berdasarkan jam terbang mesin. Transformasi BM seperti 'Total Care' mendorong usaha bisnis baru karena Rolls Royce dapat menyediakan layanan berbasis nilai lainnya kepada maskapai penerbangan dan bandara. Contoh ini menggambarkan bagaimana perusahaan seperti Rolls Royce memanfaatkan teknologi transformasi untuk berinovasi dalam proses penciptaan, pengiriman, dan perolehan nilai, yang pada gilirannya memfasilitasi usaha bisnis baru.

**GE Digital Twin**

Bently Nevada adalah perusahaan perangkat keras, perangkat lunak, dan layanan perlindungan aset serta pemantauan kondisi milik Baker Hughes (Perusahaan GE) di Minden, Nevada. Produk-produknya digunakan oleh industri minyak dan gas, pembangkit listrik, pertambangan, dan industri lainnya untuk memantau kondisi mekanis peralatan pemantauan dan mendeteksi kegagalan dini mesin-mesin tersebut. Bentley Nevada didirikan pada tahun 1961 dan diakuisisi oleh GE Oil and Gas pada tahun 2002, serta menjadi bagian dari Baker Hughes pada tahun 2017. Fasilitas manufaktur di Minden, Nevada merupakan pabrik utama perusahaan. Para ilmuwan dan peneliti di GE Digital dan Laboratorium Penelitian GE telah bekerja sama dengan Bently Nevada dan mengembangkan kembaran digital dari rantai pasokan dan proses pabrik sehingga pabrik dapat mengelola perubahannya secara efektif sehingga pabrik dapat mengurangi biaya rantai pasokan dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Kembaran digital adalah representasi digital dari dunia fisik, termasuk proses, sistem, atau aset untuk pengawasan, analisis, dan inovasi yang lebih mendalam. Konsep Digital Twin diperkenalkan oleh Michael Grieves pada tahun 2003, namun, karena kemajuan AI/ML, IoT, big data, dan analitik, Digital Twin digunakan di banyak industri dan situasi.

Menurut Jeff Gordon, manajer pabrik di Minden, "seperti yang diketahui oleh manajer pabrik mana pun, gangguan sekecil apa pun dalam rantai pasokan atau operasi pabrik Anda dapat mengubah segalanya mulai dari pengiriman dan waktu siklus hingga tingkat inventaris dan kapasitas pabrik". Digital Twin telah membantu manajer pabrik untuk mengoptimalkan rantai pasokan mereka dan meningkatkan kinerja pabrik. Berdasarkan peningkatan teknologi ini, Bently Nevada mempertimbangkan untuk menawarkan perawatan mesin berbasis kinerja bagi pelanggannya.

Digital Twin tidak hanya membantu dalam meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga membantu dalam mengembangkan kemampuan pengembangan produk baru (NPD). Pavlou dan Sway (2011) meneliti inisiatif NPD dari 180 perusahaan dan menyimpulkan bahwa perusahaan dengan kapabilitas NPD yang kuat lebih mungkin memperkenalkan produk baru yang lebih sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Menurut Kevin (2020), AI/ML dan IoT sedang menulis ulang kemungkinan kembaran digital. Sebelumnya, mengumpulkan sejumlah besar data secara real-time dan menganalisis data tersebut merupakan tantangan. Namun, dengan kemajuan teknologi IoT, kita dapat mengumpulkan data aset berkelanjutan dari berbagai sensor dan menyusun data tersebut dengan data desain, serta mengembangkan kembaran digital yang komprehensif dengan menerapkan algoritma AI-ML yang canggih.

Kembaran Digital telah membantu Bently Nevada dalam mengembangkan produk baru dan inovatif lebih cepat (aktivitas penciptaan nilai) dan juga membantu dalam mengembangkan layanan pemeliharaan berbasis kinerja baru (aktivitas penangkapan nilai). Dengan demikian, Kembaran Digital dapat membantu perusahaan dalam perjalanan inovasi Manajemen Bisnis (BM)-nya.

**Oracle dan Cargosmart**

CargoSmart adalah perusahaan solusi perangkat lunak manajemen pengiriman global yang mengelola 40 operator laut untuk mengelola pengiriman di seluruh dunia. Meskipun perusahaan ini berdiri pada tahun 2000 untuk mengelola pengiriman global, CargoSmart memperkenalkan solusi manajemen pengiriman kargo berbasis Blockchain pada tahun 2018. Platform CargoSmart dikembangkan dengan memanfaatkan platform Oracle Blockchain, yang berbasis pada Hyperledger fabric.

Proses dokumentasi pengiriman sangatlah kompleks, dan melibatkan banyak pemasok dan mitra yang tersebar secara geografis di berbagai wilayah. Persyaratan dokumentasi peraturan dan kepatuhan untuk setiap negara berbeda-beda, dan pengiriman kargo menghabiskan banyak waktu untuk pengadaan dan pemrosesan dokumen-dokumen ini di terminal kargo udara dan laut.

Menurut Lionel Louie, Chief Operating Officer (COO) CargoSmart, solusi manajemen pengiriman kargo berbasis Oracle Blockchain telah merevolusi pengiriman. CargoSmart membentuk konsorsium jaringan pengiriman global dan sembilan operator laut serta terminal terkemuka telah menandatangani nota kesepahaman (MoU) untuk bergabung dengan konsorsium tersebut.

Sebelumnya, sebagian besar proses pengiriman masih manual dan mitra harus membalas konfirmasi email dari berbagai titik dalam perjalanan pengiriman. Proses bea cukai rumit dan rawan kesalahan. Kontainer pengiriman sering menunggu lama di bea cukai karena dokumentasi yang salah dan tidak memadai. Pelanggan yang menerima produk juga tidak diberi tahu tepat waktu sehingga mereka dapat membuat pengaturan alternatif untuk setiap keterlambatan pengiriman.

Secara keseluruhan, proses pengiriman masih manual dan reaktif. Solusi manajemen pengiriman berbasis Blockchain dan IIoT memecahkan masalah tersebut dan membuat proses rantai pasokan lebih proaktif. Solusi ini memanfaatkan perjanjian Kontrak Cerdas Blockchain antara berbagai pihak dan menerapkan proses dokumentasi di seluruh proses pengiriman. Perusahaan yang berpartisipasi dalam blockchain menggunakan buku besar blockchain sebagai satu-satunya sumber kebenaran, dan membuat pengaturan pembayaran berdasarkan pengiriman barang di tempat tujuan.

Manajemen Pengiriman CargoSmart didasarkan pada Manajemen Pengiriman berbasis platform. Perusahaan ini menawarkan layanan berbasis langganan bagi para pengirimnya, dan berdasarkan tingkat langganan, para pengirim hanya memiliki kemampuan manajemen pengiriman tingkat lanjut.

Menurut laporan Accenture (2018), blockchain dapat meningkatkan transparansi rantai pasok di seluruh jaringan sebesar 20% hingga 30%, mengurangi biaya operasional sebesar 10% hingga 15%, meningkatkan kecepatan penyelesaian kontrak sebesar 15% hingga 25%, dan membantu meningkatkan pendapatan sebesar 2% hingga 4%. Oleh karena itu, dengan memanfaatkan Blockchain, CargoSmart telah mengembangkan Manajemen Mutu (BM) berbasis platform yang merupakan contoh inovasi BM.

## 6.5 PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN

Analisis ketiga kasus ini akan didasarkan pada kerangka kerja transformasi bisnis berbasis TI yang disajikan dalam Bab 1, "Efek Digitalisasi terhadap Penciptaan Nilai" kerangka kerja lima tingkat yang meliputi: eksploitasi lokal, integrasi internal, perancangan ulang proses bisnis, perancangan ulang jaringan bisnis (BNR), dan terakhir, pendefinisian ulang cakupan bisnis.

Transformasi bisnis yang diinisiasi oleh dua tingkat pertama bersifat evolusioner, atau pada tingkat yang lebih inkremental, sementara tiga tingkat berikutnya bersifat revolusioner dan oleh karena itu umumnya lebih menantang untuk dicapai oleh perusahaan, karena adanya ketergantungan jalur (path dependency). Kerangka kerja ini merupakan model kematangan dan perusahaan berpindah dari satu tingkat ke tingkat berikutnya, berdasarkan upaya dan kompetensi transformasi digital. BNR pada tingkat keempat merupakan penyempurnaan dari rekayasa ulang proses bisnis (BPR) tradisional yang meningkatkan proses intra dan antar-organisasi dari seluruh jaringan penciptaan nilai, termasuk departemen internal dan mitra eksternal.

Para peneliti sebelumnya menyarankan bahwa pertukaran data elektronik (EDI) dapat membantu dalam BNR. Namun, jaringan berbasis EDI mungkin tidak dapat mengubah proses bisnis antar organisasi. AI/ML memiliki dampak transformasional pada bisnis yang lebih signifikan daripada teknologi lain karena dapat mendesain ulang bisnis secara total dan dengan demikian mempercepat transformasi digital. Platform digital memungkinkan disrupsi industri lintas batas dan membantu dalam menciptakan strategi bisnis baru dan mengubah ruang lingkup bisnis.

Digitalisasi dalam berbagai fungsi perusahaan dan integrasi dengan mitra eksternal (inisiatif industri 4.0) mendefinisikan ruang lingkup BM perusahaan dan strategi bisnis digitalnya. Strategi bisnis digital memperluas cakupan di luar batas perusahaan dan rantai pasokan ke ekosistem dinamis yang melintasi batas industri tradisional dan membantu perusahaan mengembangkan model penciptaan nilai dan pengiriman nilai baru. Dalam kasus Roll Royce, ketika mereka memulai BM "perawatan total" mereka, menurut penilaian kami, perusahaan berada pada tingkat kematangan tiga. Pada saat itu, mereka mengintegrasikan semua proses bisnis internal mereka, dan data terstruktur dan tidak terstruktur yang terkait dengan bisnis disimpan dalam sistem data besar dan analitik.

Selanjutnya, perusahaan mengembangkan proses bisnis baru untuk NPD, penjualan, pemasaran, dan layanan pelanggan. Pada fase berikutnya dari BM daya per jam, perusahaan berpindah dari tingkat tiga ke tingkat empat, BNR, dan mulai mengumpulkan informasi kesehatan mesin dari pelanggannya dengan menerapkan proses pengumpulan data berbasis IoT untuk mengumpulkan data dari mesin pesawat.

Selain itu, perusahaan mengintegrasikan sistem bisnis perusahaan dengan sistem bisnis pelanggan sehingga Rolls Royce dapat menerima data mesin waktu nyata dari

pelanggannya dari berbagai lokasi. Ini membantu perusahaan untuk mengembangkan BM bayar per penggunaan baru untuk pelanggan maskapai.

Mirip dengan Roll Royce, menurut penilaian kami, Bently Nevada mencapai tingkat kematangan ketiga sebelum memperkenalkan kembaran digital dalam sistem manufakturnya. Bently Nevada telah mengkonsolidasikan data di seluruh pabriknya dan mengumpulkan informasi tingkat mesin dari pelanggannya melalui proses batch mingguan. Oleh karena itu, mereka tidak dapat menganalisis data secara real-time untuk pengambilan keputusan yang efektif.

Dengan bantuan GE Digital, Bently Nevada dapat mengumpulkan data dari pabrik dan pemasoknya secara real-time dan mengembangkan kembaran digital untuk proses manufaktur dan rantai pasoknya dengan mengintegrasikan data IoT, data rantai pasok, dan data logistik dari mitranya. Kembaran digital ini memanfaatkan algoritma AI-ML untuk prognostik mesin serta perencanaan dan pelaksanaan rantai pasok. Dengan demikian, kembaran digital membantu perusahaan merancang jaringan bisnisnya berdasarkan strategi transformasi digital dan menciptakan nilai baru bagi produk dan layanannya.

Dalam kasus CargoSmart, menurut penilaian kami, perusahaan berada pada tingkat transformasi bisnis kelima karena telah mendefinisikan ulang cakupan bisnisnya dan memperluas profil pelanggan baru dengan menawarkan produk dan layanan baru kepada pelanggannya. Perusahaan ini memulai bisnisnya pada tahun 2000, dan sejak itu bergerak di bidang manajemen kontainer pengiriman.

Namun, ketika mereka mengembangkan platform perangkat lunak pengiriman berbasis Blockchain dan IIoT, mereka mendefinisikan ulang bisnis tradisionalnya dan memulai bisnis perangkat lunak baru (<https://www.cargosmart.ai/en/>). Manajemen muatan berbasis platform ini memungkinkan mitranya untuk berpartisipasi dalam transaksi Blockchain dengan membayar biaya layanan, dan kemudian mereka juga dapat berinteraksi dengan mitra dagang lainnya.

Platform Blockchain berbasis konsorsium membantu perusahaan mendapatkan beberapa pelanggan awal yang tertarik untuk berpartisipasi dalam aktivitas manajemen pengiriman. Berdasarkan platform Blockchain dan memanfaatkan teknologi canggih (AI-ML, IIoT), CargoSmart mengembangkan serangkaian solusi perangkat lunak seperti visibilitas pengiriman dan analisis prediktif, jaringan bisnis pengiriman global, dan blockchain untuk dokumentasi pengiriman.

Berdasarkan hal tersebut di atas, teknologi canggih seperti AI-ML, IIoT, dan Blockchain telah membantu perusahaan dalam inisiatif inovasi Manajemen Muatan mereka (Tabel 6.3). Transformasi digital yang dimulai oleh teknologi canggih membantu perusahaan untuk menginovasi Manajemen Muatan mereka menjadi model yang lebih berpusat pada layanan. Inovasi Manajemen Bisnis (BM) juga membuka nilai teknologi canggih dengan menciptakan hasil baru bagi bisnis yang sudah ada dan membantu mereka mendefinisikan ulang bisnis mereka. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengukur hasil langsung dari teknologi canggih dan pengaruhnya terhadap inovasi BM.

**Tabel 6.3** Perbedaan Tambahan antara IoT dan IIoT

	<b>IoT</b>	<b>IIoT</b>
<b>Sensor/Pengumpulan Data</b>	Biasanya di rumah, kantor, dan lingkungan konsumen	Biasanya pada lingkungan industri seperti pabrik, peralatan AC, mesin pesawat, turbin angin
<b>Toleransi Kesalahan</b>	Sangat rendah (harus tersedia 99,99% hingga 99,999%)	Sangat rendah (harus tersedia 99,9999% hingga 99,99999%)
<b>Otentikasi</b>	Biasanya user-id dan password	Otentikasi multi-faktor
<b>Pembaruan perangkat lunak</b>	Dapat mematikan sistem	Harus direncanakan dan pembaruan otomatis lebih disukai
<b>Pemulihan</b>	Bisa reboot, dan coba lagi	Pemulihan otomatis, sistem redundan
<b>Kegagalan</b>	Coba lagi dan ganti	Ketahanan, sistem toleransi kesalahan
<b>Konektivitas</b>	Melalui internet	Peer to peer dan mesin-ke-mesin (M2M)
<b>Mekanisme akses</b>	TCP/IP	TCP/IP, protokol mesin proprietary standar dan non-standart
<b>Peluang</b>	Sebagian besar produk greenfield dan baru didorong	Sebagian besar merupakan brownfield, penerapan perangkat baru harus dilakukan secara bertahap.

## BAB 7

### ALJABAR PROSES AI DAN TEKNIK PELESTARIAN ONTOLOGI

Model komputasi pohon dengan fungsi pelestarian ontologi diterapkan untuk mentransformasi pembelajaran lintas domain dengan morfisme struktural. Sebuah model komputasi berbasis pembelajaran kompetitif baru dengan perencanaan pohon permainan multipemain diterapkan di mana agen komputasi membandingkan model yang bersaing untuk mencapai rencana tujuan. Tujuan terpenuhi berdasarkan pembelajaran pohon permainan kompetitif.

Teknik-teknik ini merupakan contoh prototipe untuk pemodelan aljabar ontologi. Contoh Aplikasi untuk penyaringan data, proses robotika, morfisme transaksi hierarkis kelas, dan pertukaran merupakan area terbaru. Kerangka kerja pemodelan merupakan aplikasi alami untuk aljabar proses kejadian kami. Teknik kami memungkinkan pembelajaran pemodelan lintas ontologi kelas dan model proses berdasarkan morfisme struktural komputasi agen untuk memodelkan proses transfer ontologi.

Aplikasi untuk deskripsi konsep formal dikembangkan dengan model aljabar logika deskripsi baru. Aljabar ontologi deskripsi konsep baru dan morfisme preservasi ontologi deskripsi konsep disajikan. Berdasarkan hal tersebut, aljabar ontologi konsep baru dengan teorema preservasi aljabar ontologi deskripsi dibuktikan.

#### 7.1 PENDAHULUAN

Tinjauan umum pembelajaran agen praktis berdasarkan teknik pemodelan kompetitif baru yang menerapkan teknik IM\_BID disajikan dengan augmentasi menggunakan pemodelan agen standar. Agen tertentu mungkin memiliki himpunan status internal  $I$ , yang memungkinkan agen tersebut membedakan keanggotaannya. Agen dapat berpindah dari setiap status internal ke status internal lainnya dalam satu langkah. Dengan model multi-papan kami, tindakan agen didasarkan pada observasi  $I$  dan papan.

Pembelajaran transfer dilakukan dengan morfisme agen. Pembelajaran model prediktif dan kompetitif disajikan dengan menerapkan pohon permainan agen. Prinsip-prinsip preservasi ontologi diperkenalkan untuk pembelajaran ontologi. Prinsip-prinsip preservasi selanjutnya diterapkan pada basis pengetahuan yang mendukung pembelajaran transfer pada model BID—keyakinan, niat, dan keinginan.

Ontologi mendefinisikan kosakata umum bagi peneliti yang ingin berbagi informasi dalam suatu domain. Konten penting adalah definisi yang dapat diinterpretasikan mesin dari konsep-konsep dasar dalam domain dan hubungan di antara mereka. Hal itu memungkinkan berbagi pemahaman umum tentang struktur informasi di antara orang-orang atau agen komputasi. Struktur ontologi memungkinkan penggunaan kembali pengetahuan domain dan membuat asumsi domain eksplisit—yang memungkinkan seseorang untuk memisahkan pengetahuan domain dari pengetahuan operasional.

Agen perangkat lunak adalah salah satu tujuan yang lebih umum dalam mengembangkan ontologi. Pembelajaran pohon permainan kompetitif adalah dasar untuk aplikasi penulis untuk pemodelan permainan bisnis dan ekonomi. Model deduksi mencapai perspektif baru dengan teknik-teknik di sini. Abstraksi konteks dan penalaran met-kontekstual diperkenalkan sebagai bidang baru. Perencanaan multi-papan visual multiagen telah diterapkan dalam proyek-proyek penulis untuk navigasi ruang angkasa dan pembelajaran komputasi spasial. Dalam logika komputasi Haptik, proses pembelajaran dapat dilihat sebagai pembelajaran emosional dan pribadi, berbasis permainan, dan proaktif Pembelajaran Berbasis Permainan, emosi, dan agen emosional; Selanjutnya, disingkat menjadi model BID. Ikhtisar bagian-bagiannya adalah sebagai berikut.

Bagian 7.2 mengembangkan tahapan untuk model komputasi agen yang diterapkan untuk mengkarakterisasi komputasi agen berdasarkan pemodelan Desire standar yang dilengkapi dengan aljabar modul agen yang lebih baru. Bagian 7.3 menyajikan teknik pemodelan kompetitif dengan pohon tanda tangan. Komputasi pohon untuk mewujudkan tujuan model kompetitif merupakan dasar untuk karakterisasi kompatibilitas model dalam mewujudkan tujuan pada pohon komputasi. Diagram model generik diterapkan untuk membandingkan model.

Bagian 7.4 menyajikan morfisme pohon tanda tangan dan teknik preservasi modul berdasarkan teknik komputasi agen alternatif. Aljabar dan morfisme agen memberikan dasar untuk mendefinisikan prinsip preservasi ontologi. Bagian 7.5 menyajikan aljabar Kleene bersama dengan bagian-bagian di atas untuk mengembangkan dasar bagi pembelajaran konsep berbasis model dengan pemetaan morfisme preservasi untuk pembelajaran transfer lintas domain.

Bagian 7.6 mengembangkan dasar baru untuk aljabar ontologi pada Deskripsi Konsep. Karakterisasi kategoris mencakup logika deskripsi konstruktif dengan monad aljabar deskripsi konser pada pohon tanda tangan agen. Berdasarkan konsep baru tersebut, aljabar ontologi dengan teorema pelestarian aljabar ontologi deskripsi disajikan. Penerapan struktur monadi pada pelestarian ontologi aljabar deskripsi dibuktikan pada aljabar-D pada monad pohon tanda tangan bebas. Fondasi matematika untuk area pohon tanda tangan dan monad disajikan dalam sebuah volume.

Bagian 7.7 menyajikan ontologi deskripsi peristiwa, konsep pembelajaran, dan teknik preservasi ontologi. Aljabar ontologi deskripsi konsep formal dijelaskan secara singkat dengan teorema spesifik tentang ontologi deskripsi konsep dengan komputasi pohon tanda tangan agen. Karakterisasi kategoris mengikuti penyaringan data tanda tangan daya. Teorema preservasi spesifik tentang deskripsi konsep disajikan secara singkat. Pemfilteran data dipratinjau pada bagian penutup dengan contoh spesifik tentang data besar dan pembelajaran ontologis.

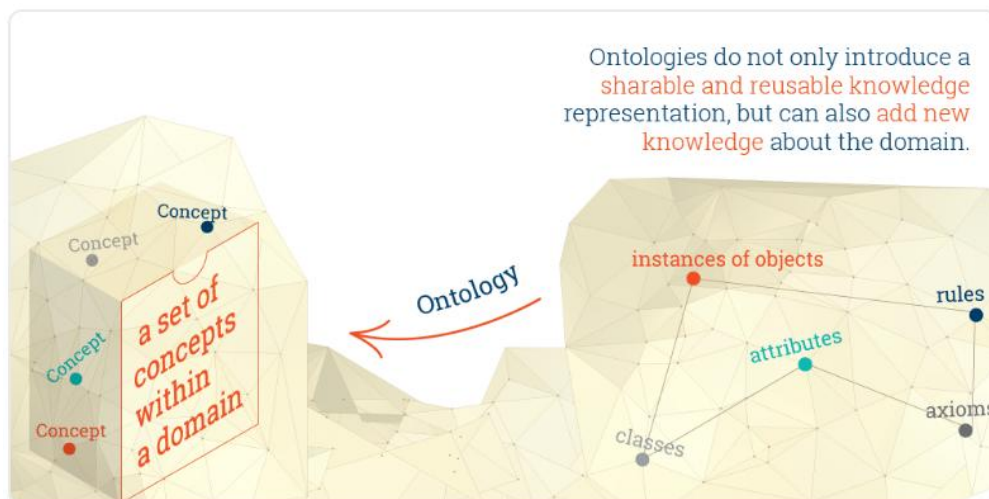
## 7.2 MODEL AGEN DAN KEINGINAN

Mari kita mulai dengan model komputasi agen yang populer, Keyakinan, Keinginan, dan Niat. BID adalah model komputasi agen generik yang ditentukan dalam kerangka kerja

pemodelan komposisi deklaratif untuk sistem multi-agen, KEINGINAN. Model ini, yang merupakan penyempurnaan dari model agen generik, secara eksplisit menentukan sikap motivasional dan hubungan statis dan dinamis antara sikap motivasional. Keinginan, tujuan, niat, komitmen, rencana, dan hubungan-hubungannya dimodelkan.

Gagasan yang berbeda tentang agensi kuat dan lemah disajikan di Wooldridge dan Jennings (1995). Velde dan Perram (1996) membedakan agen besar dan kecil. Untuk menerapkan komputasi agen dengan multimedia cerdas, beberapa peran dan model spesifik harus disajikan untuk agen. Model BID telah muncul untuk "agen rasional": agen rasional yang dijelaskan menggunakan gagasan kognitif seperti keyakinan, keinginan, dan niat.

Keyakinan, niat, dan komitmen memainkan peran penting dalam menentukan bagaimana agen rasional akan bertindak. Keyakinan, kapabilitas, pilihan, dan komitmen adalah parameter yang membuat agen komponen spesifik. Model agen BID generik dalam kerangka kerja multiagen DESIRE disajikan menuju model agen spesifik (Gambar 7.1).



**Gambar 7.1** Ontologi, konsep, dan deskripsi: Analogi pusat pengetahuan.

Ontologi adalah deskripsi formal pengetahuan sebagai sekumpulan konsep dalam suatu domain dan hubungan yang terjalin di antara konsep-konsep tersebut. Ketika seseorang secara formal menetapkan komponen-komponen seperti individu (instansi objek), kelas, atribut, dan relasi serta batasan, aturan, dan aksioma, deskripsi ontologi terwujud. Untuk mencapai tujuan tersebut, model data ontologi dapat diterapkan pada sekumpulan fakta individual untuk membuat grafik pengetahuan.

Grafik pengetahuan adalah kumpulan entitas, di mana tipe dan hubungan di antara entitas-entitas tersebut diekspresikan oleh simpul dan sisi di antara simpul-simpul ini, sehingga menggambarkan struktur pengetahuan dalam suatu domain. Sebaliknya, metode lain menggunakan spesifikasi formal untuk representasi pengetahuan (KR) seperti kosakata, taksonomi, tesaurus, peta topik, dan model logis. Namun, tidak seperti taksonomi atau skema basis data relasional, ontologi mengekspresikan hubungan dan memungkinkan pengguna untuk menghubungkan beberapa konsep dengan konsep lain dalam berbagai cara.

### 7.3 MODEL KOMPETITIF DAN POHON TANDA TANGAN

Perencanaan didasarkan pada kepuasan tujuan pada model. Perencanaan multiagen, misalnya, seperti yang dilakukan Muller-Pischel (1994); Bazier dkk. (1997), dalam makalah ini dimodelkan sebagai masalah pembelajaran kompetitif di mana para agen bersaing di pohon permainan sebagai kandidat untuk memenuhi tujuan, sehingga mewujudkan model spesifik di mana tujuan rencana terpenuhi.

Ketika suatu kelompok agen tertentu "menang" untuk memenuhi suatu tujuan, kelompok tersebut telah menyajikan model untuk tujuan spesifik tersebut, yang mungkin konsisten dengan model dunia yang dituju. Misalnya, jika ada tujuan untuk menempatkan pesawat ruang angkasa di orbit planet tertentu, mungkin ada agen yang bersaing dengan rencana mikro alternatif untuk mencapai tujuan tersebut. Meskipun model galaksi sama, dunia virtual spesifik di mana suatu rencana dilaksanakan untuk mencapai tujuan nyata di galaksi melalui agen tidak sama.

Oleh karena itu, pemilihan tujuan dan sasaran rencana difasilitasi dengan pembelajaran agen kompetitif. Bahasa cerdas adalah cara untuk mengodekan rencana dengan agen dan membandingkan model berdasarkan kepuasan tujuan untuk memeriksa dan memprediksi melalui diagram model mengapa satu rencana lebih baik daripada yang lain atau bagaimana rencana tersebut bisa gagal.

#### Pohon Dan/Atau Cerdas Dan Pencarian

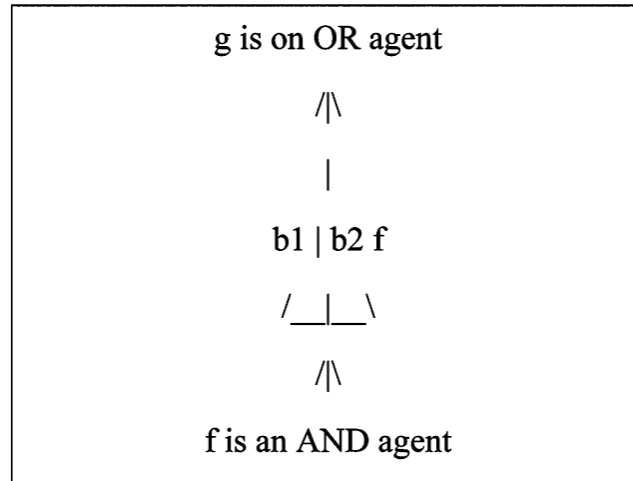
Pohon DAN/ATAU Nilsson (1969) adalah pohon permainan yang didefinisikan untuk menyelesaikan permainan dari sudut pandang pemain. Secara formal, masalah simpul dikatakan terpecahkan jika salah satu kondisi berikut terpenuhi:

1. Simpul tersebut merupakan himpunan simpul terminal (masalah primitif—simpul tersebut tidak memiliki penerus);
2. Simpul tersebut memiliki simpul DAN sebagai penerus dan penerus tersebut terpecahkan;
3. Simpul tersebut memiliki simpul ATAU sebagai penerus dan salah satu penerusnya terpecahkan.

Solusi untuk masalah awal diberikan oleh subgraf dari grafik AND/OR yang cukup untuk menunjukkan bahwa simpul tersebut terpecahkan. Sebuah program yang dapat memainkan permainan yang secara teoritis sempurna akan memiliki tugas seperti mencari pohon AND/OR untuk solusi masalah satu orang atau permainan dua orang. Pohon AND/OR yang cerdas adalah pohon AND/OR yang cabang-cabangnya adalah pohon cerdas.

Cabang-cabang tersebut menghitung fungsi Boolean melalui agen. Fungsi Boolean inilah yang mungkin memenuhi rumus tujuan pada pohon tersebut. Pohon AND/OR yang cerdas terpecahkan jika fungsi Boolean yang bersesuaian memecahkan pohon AND/OR yang dinamai oleh fungsi cerdas pada pohon tersebut. Dengan demikian, simpul  $m$  mungkin berupa  $f(a_1, a_2, a_3)$  dan  $g(b_1, b_2)$ , di mana  $f$  dan  $g$  masing-masing adalah fungsi Boolean dari tiga dan dua variabel, dan  $a_i$  dan  $b_i$  adalah agen bernilai Boolean yang memenuhi rumus tujuan untuk  $f$  dan  $g$ . Pohon AND/OR cerdas dipecahkan jika fungsi Boolean yang sesuai memecahkan pohon AND/OR yang dinamai oleh fungsi cerdas pada pohon tersebut.

Dengan demikian, simpul  $m$  mungkin  $f(a_1, a_2, a_3)$  dan  $g(b_1, b_2)$ , di mana  $f$  dan  $g$  masing-masing adalah fungsi Boolean dari tiga dan dua variabel, dan  $a_i$  dan  $b_i$  adalah agen bernilai Boolean yang memenuhi rumus tujuan untuk  $f$  dan  $g$  (Gambar 7.2).



**Gambar 7.2** Pohon Agen DAN/ATAU.

Dengan demikian, simpul pohon  $m$  mungkin  $f(a_1, a_2, a_3)$  dan  $g(b_1, b_2)$ , di mana  $f$  dan  $g$  masing-masing adalah fungsi Boolean dari tiga dan dua variabel, dan  $a_i$  dan  $b_i$  adalah agen bernilai Boolean yang memenuhi rumus tujuan untuk  $f$  dan  $g$ . Derajat permainan pohon adalah keadaan permainan suatu pohon terkait dengan penugasan kebenaran model, misalnya, terhadap parameter fungsi Boolean di atas. Misalkan diagram generik atau diagram-G adalah diagram yang dapat didefinisikan oleh fungsi spesifik. Tanda tangan cerdas adalah tanda tangan dengan simbol fungsi pohon permainan multipemain yang telah ditentukan. Teorema kemandapan dan kelengkapan dibuktikan pada bahasa tanda tangan cerdas Nourani (1999a). Teknik-teknik ini memungkinkan kami untuk menyajikan dasar teori model baru untuk pohon permainan, dan secara umum untuk pohon permainan cerdas yang baru.

### Pohon Dan Kompatibilitas Model

Sekarang mari kita telaah definisi situasi dan melihatnya dalam formulasi ini.

- **Definisi 7.1:** Suatu situasi terdiri dari himpunan tak kosong  $D$ , domain situasi tersebut, dan dua pemetaan:  $g, h$ .  $g$  adalah pemetaan huruf-huruf fungsi ke dalam fungsi-fungsi di atas domain tersebut seperti dalam teori model standar.  $h$  memetakan setiap huruf predikat,  $p_n$ , ke suatu fungsi dari  $D^n$  ke subhimpunan  $\{t, f\}$ , untuk menentukan nilai kebenaran rumus atomik sebagaimana didefinisikan di bawah ini. Logika ini memiliki empat nilai kebenaran: himpunan subhimpunan dari  $\{t, f\}$ .  $\{\{t\}, \{f\}, \{t, f\}, 0\}$ . Dua nilai kebenaran terakhir berkaitan dengan inkonsistensi, dan kurangnya pengetahuan tentang apakah suatu situasi benar atau salah.

Penetapan nilai kebenaran di atas menunjukkan bahwa jumlah situasi melebihi jumlah dunia yang mungkin. Dunia yang mungkin adalah situasi-situasi tanpa informasi yang hilang dan tanpa kontradiksi. Dari definisi di atas, pemetaan suku dan model predikat

diperluas seperti dalam teori model standar. Selanjutnya, himpunan situasi yang kompatibel adalah himpunan situasi dengan domain yang sama dan pemetaan huruf fungsi ke fungsi yang sama. Dengan kata lain, situasi dalam himpunan situasi yang kompatibel hanya berbeda pada kondisi kebenaran yang mereka tetapkan pada huruf predikat.

- **Definisi 7.2:** Misalkan  $M$  adalah struktur untuk bahasa  $L$ , sebut subset  $X$  dari  $M$  sebagai himpunan pembangkit untuk  $M$  jika tidak ada substruktur proper dari  $M$  yang memuat  $X$ , yaitu, jika  $M$  adalah closure dari  $X \cup \{c[M] : c \text{ adalah simbol konstanta dari } L\}$ . Penugasan konstanta ke  $M$  adalah pasangan  $\langle A, G \rangle$ , di mana  $A$  adalah himpunan tak terhingga dari simbol konstanta di  $L$  dan  $G: A \rightarrow M$ , sehingga  $\{G[a] : a \in A\}$  adalah himpunan pembangkit untuk  $M$ . Dengan menginterpretasikan  $a$  dengan  $g[a]$ , setiap elemen  $M$  dilambangkan oleh setidaknya satu suku tertutup dari  $L[A]$ . Untuk penugasan tetap  $\langle A, G \rangle$  konstanta ke  $M$ , diagram  $M, D \langle A, G \rangle [M]$  adalah himpunan kalimat dasar [atom dan atom negatif] dari  $L[A]$  yang benar di  $M$ . [Perhatikan bahwa  $L[A]$  adalah  $L$  yang diperkaya dengan himpunan  $A$  simbol konstanta.]

Diagram generik, dilambangkan dengan diagram- $G$ , adalah apa yang kami definisikan sejak tahun 1980-an sebagai diagram untuk model yang didefinisikan oleh himpunan fungsi tertentu, misalnya, fungsi Skolem.

- **Definisi 7.3:** Diagram generik untuk struktur  $M$  adalah diagram  $D \langle A, G \rangle$ , sehingga  $G$  dalam Definisi 7.2 memiliki definisi yang tepat dengan simbol fungsi tertentu.

*Catatan:* Fungsi-fungsi di atas adalah fungsi-fungsi yang dengannya model standar dapat didefinisikan dengan definisi induktif.

*Teorema:* Dua situasi kompatibel jika diagram umum yang bersesuaian kompatibel sehubungan dengan struktur Boolean dari himpunan tempat rumus dipetakan (oleh fungsi  $h$  di atas, yang mendefinisikan situasi).

Untuk menguji kompatibilitas pada diagram model, prediksi minimal dikembangkan sekitar tahun 1994. Teknik kecerdasan buatan (AI) yang telah didefinisikan sejak proyek perencanaan teoretis model penulis pertama merupakan pendekatan nonmonotonik kumulatif.

#### 7.4 MORFISMA POHON TANDA TANGAN DAN PELESTARIAN MODUL

Namun, dari sudut pandang perancang agen perangkat lunak, terdapat modularitas dengan struktur buatan. Struktur buatan diimplementasikan oleh morfisme agen. Akuisisi pengetahuan memerlukan wawancara dengan seorang pakar, bertukar pikiran dengan sekelompok pakar, atau menyusun pemikiran seseorang jika penentunya adalah pakar tersebut. Untuk desain multiagen, terdapat agen pembelajaran aktif dan pembelajaran otomatis.

Penulis pertama telah menyajikan gagasan Pengetahuan Nondeterministik (Design\_Agents). Design\_Agents diformulasikan untuk menangani tahap konseptualisasi dan diterapkan oleh proyek ini untuk mendefinisikan pembelajaran aktif oleh agen. Design\_Agents mengharuskan pengguna untuk memberi tahu penentu domain yang diharapkan, yaitu objek

apa saja yang ada dan tindakan (operasi) apa yang diinginkan pada objek tersebut, sambil mendefinisikan tindakan dan operasi tersebut secara menyeluruh.

Tindakan tersebut dapat berupa proses dalam suatu sistem. Hubungan antara objek dan operasi (tindakan) dapat dinyatakan dengan aljabar dan klausa, yang harus disajikan oleh penentu. Pandangan umum sistem multi-agen mungkin menyampaikan kepada perancang AI yang awam bahwa suatu agen memiliki pandangan lokal terhadap lingkungan, berinteraksi dengan agen lain, dan umumnya memiliki keyakinan parsial (mungkin keliru) tentang agen lain.

Di permukaan, teknik spesifikasi Design\_Agents mungkin tampak kaku dalam hal apa yang diharapkan agen dari agen lain. Spesifikasi Design\_Agents tidak meminta agen untuk ditentukan hingga potensi pembelajaran dan interaksinya.

Design\_Agents hanya mendefinisikan objek apa yang mungkin terlibat dan apa yang mungkin memulai suatu agen. Lebih lanjut, spesifikasi ini mungkin mendefinisikan agen apa yang berfungsi bersama. Dengan demikian, spesifikasi adalah tiga serangkai  $\langle O, A, R \rangle$  yang terdiri dari objek, tindakan, dan relasi. Tindakan adalah operasi atau proses.

### **Agen, Modul, Dan Aljabar**

Dasar formal untuk komputasi agen adalah model ruang-keadaan yang dikembangkan oleh Genesereth-Nillson (1987). Terdapat model komputasi pengetahuan yang dapat kita terapkan pada pemetaan ontologi. Usaha komputasi membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Model yang akan didefinisikan ditujukan untuk fenomena komputasi yang kompleks, yang untuknya kita mendefinisikan diagram umum. Teknik-teknik dalam untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada permasalahan penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Hal ini mengharuskan kita untuk mendefinisikan pengertian diagram umum.

Diagram umum dirancang untuk membangun model dengan fungsi Skolem umum yang telah ditentukan sebelumnya. Himpunan simbol fungsi minimal yang spesifik adalah himpunan yang dengannya model untuk basis pengetahuan dapat didefinisikan. Teknik diagram-G memungkinkan kita untuk merumuskan dunia AI, KB, dengan cara komputasi minimal yang dapat diterapkan pada komputasi agen.

Teknik dalam Nourani (1991, 1994a) untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada masalah penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Contoh teknis model aljabar yang didefinisikan dari sintaksis telah muncul dalam mendefinisikan aljabar awal untuk teori persamaan tipe data dan penelitian kami dalam Nilsson (1969). Dalam arah tersebut, untuk model komputasi teori persamaan masalah komputasi disajikan oleh pasangan  $(, E)$ , di mana adalah tanda tangan (dari berbagai jenis, untuk himpunan pengurutan  $S$ ) dan  $E$  adalah himpunan persamaan. Tanda tangan memiliki arti yang sama dengan tanda kunci dalam musik.

- **Definisi 7.4:** Tanda tangan terurut- $s$   $S$  atau domain operator adalah keluarga  $\langle w, s \rangle$  dari himpunan,  $f$  atau  $s$   $S$  dan  $w$   $S^*$  (dengan  $S^*$  adalah himpunan semua string hingga dari  $S$ , termasuk string kosong). Panggil  $f \langle w, s \rangle$  dan simbol operasi peringkat  $w, s$ ; aritas  $w$ , dan pengurutan  $s$ .

- **Definisi 7.5:** Misalkan  $S$  adalah tanda tangan terurut- $s$ . Aljabar  $SA$  terdiri dari himpunan  $A$  untuk setiap  $s \in S$  (disebut pembawa jika  $A$  berurut  $s$ ) dan fungsi  $\langle A \rangle : A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n \rightarrow A$  untuk setiap  $\langle w, s \rangle$ , dengan  $w = s_1 s_2 \dots s_n$  (disebut operasi yang dinamai oleh). Untuk  $\langle s \rangle$ ,  $A \in A_s$ , yaitu, (himpunan nama) konstanta berjenis  $s$ .
- **Definisi 7.6:** Jika  $A$  dan  $B$  adalah aljabar  $S$ , homomorfisme- $h: A \rightarrow B$  adalah keluarga fungsi  $\langle h_s: A_s \rightarrow B_s \rangle_{s \in S}$  yang mempertahankan operasi, yaitu, yang memenuhi  $h(0) = 0$ . Untuk  $\langle s \rangle$ ,  $h_s(A) = B$ ;  $h(1) = 1$ . Jika, Untuk  $\langle w, s \rangle$ , dengan  $w = s_1 s_2 \dots s_n$  dan  $\langle a_1, \dots, a_n \rangle \in A_{s_1} \times A_{s_2} \times \dots \times A_{s_n}$ , maka  $h_s[A(a_1, \dots, a_n)] = B(h_{s_1}(a_1), \dots, h_{s_n}(a_n))$ .
- **Definisi 7.7:** Sebuah tanda tangan dikatakan cerdas jika memiliki simbol fungsi properti yang telah ditentukan sebelumnya. Kita mengatakan bahwa suatu bahasa memiliki sintaksis cerdas jika sintaksis tersebut didefinisikan pada sebuah tanda tangan cerdas.  
**Catatan:** Contoh penunjukan adalah simbol fungsi 1-1.  
Definisi di atas dapat dikembangkan lebih lanjut untuk tanda tangan arbitrer untuk mengodekan topologi struktural bahasa.
- **Definisi 7.8:** Sebuah bahasa  $L$  dikatakan sebagai bahasa cerdas jika  $L$  didefinisikan dari sintaksis cerdas.

Sebuah contoh praktis bahasa cerdas disajikan yang terdiri dari tripel  $\langle O, A, R \rangle$  sebagai struktur kontrol, misalnya, SERF. Fungsi-fungsi dalam  $AF$  adalah fungsi agen yang mampu meneruskan pesan.  $O$  mengacu pada himpunan objek dan  $R$  adalah relasi yang mendefinisikan efek  $A$  pada objek. Di antara fungsi-fungsi dalam  $AF$ , hanya beberapa yang berinteraksi melalui penyampaian pesan. Fungsi-fungsi tersebut dapat memengaruhi objek dengan cara yang memengaruhi konten informasi sebuah pohon. Begitulah: definisi kongruensi pohon dengan demikian lebih kompleks untuk bahasa cerdas dibandingkan dengan pohon sintaksis biasa. Mari kita definisikan konten informasi pohon untuk formulasi ini. Dengan demikian, terdapat batas baru bagi pengembangan teoretis aljabar  $\langle O, A, R \rangle$  dan teori All.  $\langle O, A, R \rangle$  adalah sepasang aljabar,  $\langle Alg[A], Alg[F] \rangle$ , yang terhubung melalui pengiriman pesan dan All mendefinisikan teknik untuk mengimplementasikan sistem tersebut. Untuk mendefinisikan All, kita mendefinisikan homomorfisme pada aljabar tanda tangan cerdas.

Untuk tanda tangan cerdas IS, misalkan  $T_{IS}$  adalah aljabar kata pohon bebas dari tanda tangan IS. Hasil bagi  $T_{IS}$ , aljabar kata dari tanda tangan, sehubungan dengan relasi kongruensi- $I$  yang dihasilkan oleh sekumpulan-persamaan  $E$ , akan dilambangkan dengan  $T \langle IS, E \rangle$ , atau  $T \langle P \rangle$  untuk penyajian. Definisi komponen-perangkat untuk suatu morfisme dapat dipandang sebagai fungsi pada tanda tangan multi-urutan yang membawa sextuple. Morfisme serupa dapat didefinisikan untuk agen tingkat pengetahuan, yang dapat kita sebut sebagai morfisme KL.

Teknik dalam Nourani (1991, 1994a) untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada permasalahan penalaran AI memungkinkan kita untuk membangun dan memperluas model melalui diagram. Dalam arah tersebut, untuk model komputasi teori persamaan masalah komputasi disajikan oleh pasangan  $(\Sigma, E)$ , di mana  $\Sigma$  adalah tanda tangan (bermacam-macam, untuk himpunan pengurutan  $S$ ) dan  $E$  adalah himpunan persamaan  $—$ . Tanda tangan memiliki arti yang sama dengan tanda kunci dalam musik. Gagasan tanda tangan

cerdas hanyalah penunjukan bahwa ada sub tanda tangan dengan properti tertentu, misalnya, semua fungsi adalah 1-1.

## 7.5 MODEL ALJABAR KLEENE

### Model Kleene Yang Konsisten Terhadap Fragmen

Struktur komputasi terurut telah menjadi bidang penting dalam komputasi sejak. Definisi awal komputasi kategorikal dan aljabar terurut ADJ didasarkan pada kategori, teori aljabar, dan struktur hasil bagi. Komputasi model funktorial, sebagaimana yang juga muncul dalam publikasi penulis, menerapkan diagram model generik. ADJ mendefinisikan aljabar- $\Sigma$  terurut dan homomorfismenya dengan pengurutan di mana operasinya monotonik dan homomorfisme yang monotonik untuk pengurutan tersebut didefinisikan. Signifikansi pengurutan terletak pada kelestarian operasinya.

Dua dekade lalu, penulis mendefinisikan pengurutan teoretis model untuk struktur yang awalnya terurut untuk mencapai model yang pengurutan pelestarian operasinya dapat didefinisikan untuk teori model pada logika kategorikal terurut-banyak dan keterdefinisiannya dengan tipe kesamaan hingga. Pengurutan yang disebut morfik oleh penulis mungkin lebih menarik secara komputasi sejak funktor komputasi didefinisikan oleh kami.

- **Definisi 7.9:** Suatu preorder  $\ll$  pada aljabar  $\Sigma A$  dikatakan morfik jika untuk setiap  $\sigma \in \Sigma s, s_1, s_n$  dan  $a_i, b_i \in A$ , dan  $B$ , berturut-turut, jika  $a_i \ll b_i$  untuk  $i \in [n]$  maka,  $\sigma A (a_1, \dots, a_n) \ll \sigma B (b_1, \dots, b_n)$ . Aljabar Kleene (Kozen, 1990) adalah aljabar  $A = (A, +, 0, ;, 1, \_)$  sehingga  $(A, +, 0)$  dan  $(A, ;, 1)$  adalah:
  - ..monoid, dengan  $+$  komutatif dan idempoten, dan memenuhi (1)  $a(b + c) = ab + ac$  (4)  $1 + aa^* \leq a^*$  (2)  $a0 = 0$  (5)  $1 + a^*a \leq a^*$  (3)  $(a + b)c = ac + bc$  (6)  $ab \leq b \iff a^*b \leq b$  (7)  $ba \leq b \iff ba^* \leq b$ . Nyatakan dengan KA kelas model aksioma-aksioma ini, dan tulis Horn(KA) dan Eq(KA) untuk teori Horn dan persamaan KA secara berurutan.
- **Proposisi 7.1:** Struktur Kleene dapat diberikan dengan karakterisasi model awal dengan Preorder morfik.

Kami akan menerapkan teknik model konsisten fragmen untuk menghasilkan model Kleene. Derajat permainan pohon adalah keadaan permainan suatu pohon terkait dengan penugasan kebenaran model, misalnya, terhadap parameter pada fungsi Boolean pada pohon permainan. Aljabar kejadian dengan agen tanda tangan monadi memodelkan logika komputasi yang konsisten dan lengkap.

### ALJABAR KEJADIAN ISL

Aljabar ISL String adalah aljabar- $\Sigma$  dengan sifat tambahan bahwa tanda tangan  $\Sigma$  memiliki subtanda tangan  $\Lambda$  hanya pada fungsi 1-1. Kita dapat mendefinisikan aljabar kejadian ISL spesifik berdasarkan tanda tangan spesifik. Misalnya, aljabar ISL Kleene adalah aljabar  $A (A, +, 0, \dots, 1, *)$  sehingga  $(A, +, 0)$  dan  $(A, 1)$  adalah monoid, dengan  $+$  komutatif dan idempoten, dan memenuhi:

- (1)  $a(b + c) = ab + ac$  (4)  $1 + aa^* \leq a^*$
- (2)  $a0 = 0$  (5)  $1 + a^*a \leq a^*$

(3)  $(a + b)c = ac + bc$  (6)  $ab \leq b \iff a * b \leq b$  (7)  $ba \leq b \iff ba * \leq b +$   
 dan, masing – masing asosiatif, dan  $a + 0 = 0 + a = a$ .  $1 = 1.a = a$

- **Lemma 5.1:** Aljabar ISL string yang memperluas aljabar Kleene  $A(A, +, 0, 1, *)$  sedemikian rupa sehingga  $(A, +, 0)$  dan  $(A, ;, 1)$  adalah monoid, dengan  $+$  komutatif dan idempoten, adalah Kleene.
- **Lemma 5.2:** Aljabar ISL string yang memperluas secara homomorfik suatu aljabar  $A(A, +, 0, 1, *)$  sedemikian rupa sehingga  $(A, +, 0)$  dan  $(A, ;, 1)$  adalah monoid, dengan  $+$  komutatif dan idempoten, adalah Kleene.
- **Teorema 5.1:** Misalkan  $T$  adalah teori bahasa ISL.  $T$  adalah (a) teori logika yang baik jika setiap aksioma atau aturan pembuktian dalam  $T$  mempertahankan derajat permainan pohon; (b) teori logika yang lengkap jika terdapat pasangan himpunan fungsi  $\langle F, S \rangle$  yang mendefinisikan struktur kanonik  $M$  sedemikian rupa sehingga  $M$  memiliki diagram generik yang dapat didefinisikan dengan fungsi  $F$ .

## 7.6 ALJABAR PROSES KEJADIAN

### Motivasi Komputasi

Pembuktian teorema kelengkapan Gödel dengan gaya Henkin dilakukan dengan membangun model langsung dari sintaksis teori yang diberikan. Struktur diperoleh dengan menempatkan suku-suku yang terbukti setara ke dalam kelas-kelas ekivalensi, kemudian mendefinisikan struktur bebas pada kelas-kelas ekivalensi tersebut. Bidang komputasi dan penalaran membutuhkan teknik konstruksi dan perluasan model yang lebih umum, karena harus mengakomodasi deskripsi dan teori dunia yang berubah secara dinamis. Teknik kami untuk membangun model sebagaimana diterapkan pada komputasi agen memungkinkan kami membangun dan memperluas model dengan diagram.

Himpunan minimal simbol fungsi adalah himpunan yang dapat digunakan untuk membangun model secara induktif. Model yang disajikan dan diterapkan disebut cerdas. Model-model tersebut bersifat awal, yaitu unik hingga isomorfisme, dan homomorfik terhadap semua model dalam kategori model yang dapat didefinisikan dengan diagram generik spesifik. Model aljabar istilah agen spesifik disajikan dan terbukti dapat dihitung. Model Kanonik dari model hingga teori himpunan telah dinyatakan untuk struktur arbitrer sebagai berikut.

Diagram generik memungkinkan kita untuk mendefinisikan model kanonik dengan fungsi spesifik. Ini adalah model kanonik spesifik pada aljabar istilah agen yang disajikan di Nourani (1996a). Pada bagian di atas, kami telah menunjukkan cara mendefinisikan model dengan diagram-G. Model awal adalah model yang dapat didefinisikan oleh diagram generik. Pandangan yang lebih baru pada model dan ekstensi sejak dua dekade lalu adalah menyebut himpunan primitif operasi aljabar kelas  $C$  sebagai himpunan yang secara implisit mendefinisikan operasi yang tersisa. Pratt (1992) menyatakan, jika diberikan kelas aljabar  $C$  apa pun dengan tanda tangan  $S$  tertentu, suatu subset  $T$  dari  $S$  disebut primitif untuk  $C$  ketika subset tersebut menentukan operasi-operasi yang tersisa dari  $S$ , dalam arti bahwa setiap

aljabar dengan tanda tangan  $T$  memiliki paling banyak satu ekspansi (elemen yang sama tetapi operasi tambahan) ke suatu aljabar di  $C$ . Misalnya, baik  $\cdot$  atau  $+$  bersifat primitif untuk aljabar Boolean karena masing-masing memberikan posset dasar aljabar tersebut, melalui  $a = a \cdot b$  atau  $a + b = b$ , yang kemudian menentukan semua operasi Boolean.

Dua dekade lalu, para penulis menggunakan model-model aljabar awal yang diperoleh dari himpunan primitif operasi, yang menunjukkan bahwa operasi-operasi tersebut dapat didefinisikan dengan ekstensi konservatif. Empat teorema berikut dari Pratt menarik untuk diamati terkait primitif pada bagian-bagian selanjutnya.

- **Teorema 6.1:** – operasi  $+$  dan  $\cdot$ ; membentuk himpunan primitif untuk ACT.
- **Teorema 6.2:**  $ACT < KA$ .
- **Teorema 6.3:** Setiap aljabar Kleene berhingga berkembang menjadi aljabar aksi.

Dari Pratt, misalkan  $\{L_0, L_1, L_2, \dots, L_\omega\}$  adalah himpunan bahasa dalam bentuk  $L_i = \{x^j \mid j < i\}$  untuk  $i = 0, 1, 2, \dots, \omega$  atas suatu alfabet yang simbol tunggalnya adalah  $x$ . Himpunan ini tertutup dalam operasi reguler standar dan memiliki konstanta 0 dan 1, yaitu  $L_0$  dan  $L_1$ , sehingga menjadikannya subaljabar dari himpunan semua bahasa pada alfabet tersebut dan karenanya merupakan model REG. Sekarang identifikasi semua bahasa berhingganya dimulai dengan  $L_2$  untuk membentuk satu elemen  $F$  untuk berhingga. Kesetaraan ini dapat diverifikasi sebagai kongruensi, sehingga himpunan 4 elemen  $\{L_0, L_1, F, L_\omega\}$  adalah hasil bagi dan karenanya juga merupakan model REG. Hal-hal di atas adalah contoh motivasi komputasi untuk proposisi berikut. Kita dapat menerapkan hal-hal di atas untuk mendapatkan model sebagai berikut.

- **Proposisi 7.2:** (Fragmen Peristiwa Proses Positif) Model untuk ekspresi peristiwa dibuat dengan mendefinisikan kategori bahasa pada tanda tangan, di mana kategori preorder memiliki himpunan fragmen bahasa sebagai objek dan dipreorder dengan pengurutan kontainmen ekspresi.
- **Korolari 6.1:** Model untuk ekspresi peristiwa pada ACT Persamaan dibuat dengan mendefinisikan kategori bahasa pada tanda tangan, di mana kategori preorder memiliki himpunan fragmen bahasa sebagai objek dan dipreorder dengan pengurutan pra-implikasi.

Pembuktian ini menerapkan konsistensi pada model fragmen, lema 6.4 dan 6.5, pada struktur Kleene.

### Teorema Preservasi Pada Deskripsi Konsep

Untuk mengubah logika deskripsi ke dalam kerangka kategoris kami, kami menggunakan notasi dari Nourani-Eklund (2016). Interpretasi  $I = (D^I, \cdot, I)$ , di mana  $I$  memetakan setiap deskripsi konsep ke subhimpunan  $D^I$ , menggunakan  $D$  untuk semesta tersebut, yang tidak boleh disamakan dengan  $D$  sebagaimana digunakan untuk deskripsi konsep, misalnya, dalam ekspresi seperti  $C \subseteq D$ , di mana  $D$  tidak dipahami sebagai " $D$  dalam  $D^I$ ."

Dengan  $C$  sebagai "konsep", kita memiliki  $C^I \subseteq D^I \in P D^I$ . Ini berarti bahwa  $P D^I$  adalah 'aljabar' yang sebenarnya. Peran  $R$  secara semantik dideskripsikan sebagai relasi  $R^I \subseteq D^I \rightarrow D^I$ , yaitu, kita dapat menuliskannya secara ekuivalen sebagai substitusi  $R^I: D^I \rightarrow D^I$ . Pengamatan bahwa relasi  $R \subseteq X \rightarrow X$  berkorespondensi secara tepat dengan fungsi

(dalam bentuk substitusi)  $R: X \rightarrow PX$ , dengan  $P$  adalah funktor himpunan pangkat atas kategori himpunan dan fungsi, merupakan dasar untuk memandang relasi tergeneralisasi sebagai morfisme (substitusi) dalam monad himpunan pangkat tergeneralisasi atas kategori Kleisli.

Dengan  $C$  sebagai sebuah "konsep", kita memiliki  $C^I \subseteq D^I \rightarrow PD^I$ . Ini berarti  $PD^I$  adalah 'aljabar' yang sebenarnya.

- **Definisi 7.10:** Morfisme aljabar deskripsi  $h: PDI \rightarrow PDI'$  di mana  $I$  dan  $I'$  adalah fungsi interpretasi alternatif sehingga  $h$  mempertahankan peran  $R$  pada  $D$ .

Mengikuti definisi morfisme HA dan model agen ruang keadaan di atas, kita memiliki aljabar deskripsi yang didefinisikan pada tanda tangan agen  $S$ . Dengan mempertimbangkan model kompetitif deskripsi sekuens, interpretasi konsep  $I$  berkorespondensi dengan model kompetitif pada pohon pembelajaran agen. Pohon agen bertanda tangan memenuhi tujuan untuk melengkapi diagram model yang mewujudkan peran  $R$ .

Deskripsi konsep disajikan dengan pohon tanda tangan agen  $T_{I\Sigma}$  dengan peran  $R$  yang didefinisikan pada agen tanda tangan.

- **Proposisi 7.3:** Deskripsi dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sedemikian rupa sehingga peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$  morfisme aljabar pada aljabar tanda tangan agen  $T_{I\Sigma}$  dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sedemikian rupa sehingga peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$

Di sini kita menginginkan teorema-teorema tentang Deskripsi Konsep yang sesuai dengan Teorema 5.1 dan 5.2.

Mari kita sajikan contoh kompetitif agen untuk platform model deskripsi aljabar.

- **Definisi 7.11:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar deskripsi dengan tanda tangan cerdas  $I\Sigma$  yang memuat agen. Deskripsi ontologi  $I\Sigma$  adalah aljabar deskripsi  $I\Sigma$  dengan peran yang ditentukan  $R: X \rightarrow \wp I\Sigma$  untuk agen dan fungsi pada tanda tangan  $I\Sigma$ . Keterangan:  $X \subseteq I\Sigma$ , sehingga untuk suatu himpunan monad, terdapat penugasan untuk semua pohon  $I\Sigma$  yang terbentuk dengan baik.
- **Teorema 6.4:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar deskripsi  $I\Sigma$  dengan tanda tangan  $I\Sigma$ . Maka homomorfisme agen yang didefinisikan dari  $A$  ke  $B$  mempertahankan ontologi  $I\Sigma$  jika didefinisikan oleh homomorfisme aljabar deskripsi dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sehingga peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$ .
- **Pembuktian:** Teorema 5.1, 5.2, dan Proposisi 7.3.
- **Teorema 6.5:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar deskripsi  $I\Sigma$  dengan tanda tangan  $I\Sigma$  yang memuat agen KL. All dengan morfisme KL mempertahankan aljabar ontologi deskripsi  $I\Sigma$  jika didefinisikan oleh homomorfisme ontologi Deskripsi KL. *Bukti:* Mirip dengan 6.1. Pemetaan DKB adalah ATL spesifik di mana operasi aljabar ontologi sama pada sumber dan target. Berdasarkan hal di atas, kita dapat membuktikan bahwa pemetaan DKB konsisten dengan preservasi DKB.

## 7.7 ONTOLOGI DESKRIPSI KEJADIAN PEMBELAJARAN, KONSEP, DAN PELESTARIAN ONTOLOGI

Model pembelajaran transfer kami menerapkan model BID untuk menentukan area pembelajaran M1 dan M2. BID setiap area disajikan dengan tanda tangan cerdas  $I\Sigma 1$  dan  $I\Sigma 2$ . Teknik kompatibilitas model prediktif disajikan dengan pohon permainan tanda tangan agen di mana formalisme di atas dapat diterapkan untuk mewujudkan model pembelajaran kompetitif. Proses berikut diterapkan pada pohon permainan transfer dan pembelajaran model kompetitif lintas domain karena pemodelan dan realisasinya didasarkan pada rumus yang dipertahankan morfismenya.

Istilah ATL di sini mengacu pada proses pembelajaran transfer abstrak dari karakterisasi abstrak suatu dunia, atau domain pembelajaran, ke arena atau dunia kedua. Dengan demikian, ATL mengungkapkan hubungan antara dua bentuk representasi. Gagasan pembelajaran transfer abstrak merupakan definisi aljabar atau teori model (logika aljabar). Kami merujuk spesifikasi dalam bentuk  $\langle O, A, R \rangle$  sebagai presentasi yang menyajikan sistem IM\_BID. Kami juga mengharapkan presentasi bentuk  $\langle I[O], I[A], I[R] \rangle$  untuk mesin abstrak atau konkret yang mengimplementasikan.

Yang pertama bisa menjadi konseptualisasi perancang, dan yang terakhir spesifikasi sintaksis dan semantik bahasa pemrograman. Secara informal, proses ATL adalah proses pengkodean struktur aljabar dari konseptualisasi suatu masalah ke dalam aljabar yang menentukan mesin pembelajaran, atau dunia sekunder yang ditentukan BID. Proses ATL menjadi proses mendefinisikan agen spesifik dan morfisme struktural pada aljabar BID di atas. Setiap fungsi yang didefinisikan oleh  $\langle O, A, R \rangle$  diimplementasikan oleh agen, yang mengkarakterisasi fungsi implementasi  $I: \langle O, A, R \rangle \rightarrow \langle I[O], I[A], I[R] \rangle$  akan mendefinisikan pemetaan  $I: \langle Alg[A], Alg[F] \rangle \rightarrow \langle Alg[I(A)], Alg[I(F)] \rangle$ .

Kami merujuk pada  $Alg[A]$  dan  $Alg[F]$  yang kami sebut aljabar ontologi. Pemetaan implementasi  $I$  mendefinisikan pembungkus ke sumber daya dengan cara yang mempertahankan aljabar ontologi. Aljabar ontologi adalah aljabar multi-sortir yang mendefinisikan sistem multiagen yang didefinisikan oleh agen formal, misalnya, agen histeretik atau agen tingkat pengetahuan dan morfisme agen.

Prinsip Preservasi Ontologi ATL, berikut adalah prinsip preservasi ontologi penulis pertama tahun 1997. ATL merupakan transfer yang valid hanya jika mempertahankan aljabar ontologi. Karena basis pengetahuan penting untuk desain pembelajaran, mari kita lanjutkan preservasi ontologi ke aljabar basis pengetahuan domain Widerhold. DKB terdiri dari aturan pencocokan yang menghubungkan ontologi domain. Ada tiga operasi yang didefinisikan untuk DKB. Operasi tersebut adalah interseksi—membuat ontologi subset dan menyimpan entri yang dapat dibagikan. Union—membuat ontologi gabungan yang menggabungkan entri. Difference—membuat ontologi yang berbeda dan menghapus entri yang dibagikan. Fungsi pemetaan harus ditunjukkan untuk mempertahankan ontologi. Kita dapat menyatakan prinsip preservasi spesifik sebagai berikut.

Prinsip Preservasi DKB—ATL harus mempertahankan ontologi dalam operasi interseksi, union, dan difference. Mari kita terapkan definisi untuk agen HA dan morfisme HA untuk

menyatakan teorema preservasi. Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar IS dengan tanda tangan IS yang berisi agen HA. Misalkan  $\text{Alg}[B]$  merupakan aljabar IS yang didefinisikan dari  $B$  yang mengimplementasikan fungsionalitas tertentu yang didefinisikan oleh  $A$ . ATL adalah implementasi untuk  $\text{Alg}[A]$  oleh  $\text{Alg}[B]$ .

- **Definisi 7.12:** Homomorfisme-IS adalah morfisme Aljabar ISL dengan tanda tangan IS. Untuk mendefinisikan morfisme deskripsi, kita mendefinisikan morfisme-D ontologi sebagai berikut.
- **Definisi 7.13:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar-S ISL. Morfisme-D ontologi ISL adalah morfisme-S aljabar ISL yang mempertahankan aksioma-aksioma untuk aljabar-aljabar ISL.
- **Teorema 7.1:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar-IS dengan tanda tangan ISL IS. Morfisme pemetaan aljabar ontologi yang didefinisikan dari  $A$  ke  $B$  mempertahankan aljabar-ontologi IS jika didefinisikan oleh homomorfisme-D.

**Pembuktian:** Definisi untuk ontologi, morfisme-D, definisi, aljabar-IS, dan homomorfisme-IS mengharuskan aksioma-ontologi IS dipertahankan.

### Aljabar Ontologi Deskripsi Konsep Formal

FCA diabstraksikan berdasarkan apa yang disebut "konteks", atau "konteks formal", tetapi pada akhirnya hanyalah relasi pada himpunan,  $I \subseteq G \times M$ , yang sering ditulis dan dikatakan sebagai tripel  $(G, M, I)$ .  $G$  disebut "objek" untuk  $f$  dan  $M$  disebut "atribut" untuk  $f$ . Namun, baik objek maupun atribut tidak diberi struktur sintaksis spesifik. Hal ini menuntut makna intuitif, tetapi dengan demikian, tidak ada struktur sintaksis apa pun yang mendasari objek dan atribut untuk bergerak melampaui sekadar titik dalam himpunan. Hal ini jelas membuat aplikasi di dunia nyata sulit dikembangkan, dan konten aplikasi sepenuhnya berada dalam struktur intuitif tersebut, dan tidak satu pun darinya yang dianut oleh gagasan sintaksis itu sendiri.

Pada dasarnya, dalam FCA,  $G$ , dan  $M$  memang hanyalah himpunan biasa, tetapi pada titik awal ini, keduanya dapat dilihat sebagai objek dalam kategori Himpunan himpunan dan fungsi. Lebih lanjut, meskipun dalam FCA tradisional, elemen-elemen himpunan tersebut tidak memiliki struktur apa pun, himpunan-himpunan ini dapat diberikan struktur umum, yang memformalkan FCA secara kategoris, sehingga membuka kemungkinan untuk memberikan makna yang lebih tepat pada "objek" dan "atribut" berdasarkan struktur sintaksisnya, juga melampaui sekadar menggunakan Himpunan sebagai kategori dasar untuk FCA, dan, mengadopsi pandangan yang jauh lebih umum tentang relasi.

Dalam FCA tradisional, yang disebut "konsep formal", atau hanya "konsep", adalah pasangan  $(A, B)$ , dengan  $A \subseteq G$  dan  $B \subseteq M$ , sehingga  $A = \{g \in G \mid gIm \text{ untuk semua } m \in B\}$  dan  $B = \{m \in M \mid gIm \text{ untuk semua } g \in A\}$ . Sebuah kisi, yang disebut "kisi konsep formal", diberikan untuk himpunan semua konsep dengan  $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$  jika dan hanya jika  $A_1 \subseteq A_2$  (atau, ekuivalennya,  $B_1 \supseteq B_2$ ).

Karena tidak ada konvensi tentang cara menggunakan nama yang diberikan untuk objek dan atribut dalam nama yang "dikonstruksi secara informal" untuk konsep formal, menggabungkan nama menjadi nama untuk konsep, atau sekadar menciptakan nama

tersebut, telah menjadi tradisi dalam FCA. Namun, ini berarti bahwa tidak ada dasar terminologis atau ontologis untuk FCA, tetapi konsep itu sendiri dipandang sebagai objek ontologi. Area preservasi ontologi akan dikembangkan lebih lanjut untuk menyajikan pemetaan dan preservasi ontologi konsep.

Pada subbagian berikut, kami menunjukkan bagaimana metodologi konstruktif dan teoretis tipe dapat menyediakan struktur yang diperkaya untuk FCA. Pendekatan konstruktif Paive (2002) mengadaptasi ALC klasik ke dalam sistem konstruktif menggunakan dua rute yang diuraikan di atas. Sintaksis sistem konstruktif semacam itu sama dalam kedua kasus. Deskripsi konsep dalam bahasa logika deskripsi konstruktif CDL ini mematuhi aturan sintaksis berikut:

$$C, D \rightarrow A \mid T \mid \perp \mid C \sqcap D \mid C \sqcup D \mid C \rightarrow D \mid \forall R. C \mid \exists R. C$$

di mana;  $C, D$  berkisar atas konsep,  $A$  adalah konsep atomik dan  $R$  berkisar atas nama-nama peran, seperti sebelumnya. Seperti biasa dalam logika konstruktif, karena  $\neg C$  hanyalah singkatan dari  $C \rightarrow \perp$ , kita tidak perlu mempertimbangkannya. Sebagai kompensasi, kita harus menambahkan implikasi konstruktif dari konsep, yang dalam logika deskripsi klasik merupakan konsep turunan. Selain itu, hanya merupakan kemudahan untuk memiliki konsep  $T$  yang sebenarnya, karena dapat didefinisikan sebagai  $\neg \perp$ . Kita kemudian berada dalam ranah logika orde pertama IFOL. Pendekatan teori tipe menunjukkan bagaimana konsep sebagai konsep tunggal bersesuaian dengan "konsep individual," sedangkan pangkat sintaksis konsep bersesuaian dengan "konsep."

### Karakterisasi Kategorikal

Dalam subbagian ini, kami menunjukkan bahwa  $\exists$  dalam  $\exists R. C$  sebagai modalitas sebenarnya merupakan simbol informal. Lebih lanjut, ketika pengetikan berperan, kami menunjukkan bagaimana  $C$  ambigu secara sintaksis dalam konteks ini karena tanda tangan yang mendasarinya tidak dijelaskan secara tepat.

Berikut ini, kami menggunakan notasi dari Schmidt-Schauss-Smolka (1991). Perhatikan bahwa  $D$  untuk semesta tidak boleh disamakan dengan  $D$  sebagaimana digunakan untuk deskripsi konsep, misalnya, dalam ekspresi seperti  $C \sqcup D$ ,  $D$  tidak boleh dipahami sebagai  $D$  dalam  $D^I$ , dimana  $I$  adalah interpretasinya. Dengan  $C$  sebagai "konsep", kita memiliki  $CI$  sebagai subhimpunan dari  $D^I$ , yang selanjutnya merupakan elemen  $PD^I$ , di mana  $P$  adalah funktor himpunan pangkat.

"Kuantifier eksistensial" dalam  $\exists R. C$  adalah "modalitas-R" yang diterapkan pada konsep pangkat  $C$ . Definisi untuk ekspresi semantik  $(\exists R. C)^I$  menggunakan kuantifier eksistensial yang muncul dalam teori himpunan dasar yang diasumsikan. Mengenai tanda tangan dasar dan variabel terkait, situasinya tidak jelas, mengingat asumsi tentang keberadaan dua alfabet simbol yang terpisah lebih lanjut, yang disebut variabel individual dan variabel konsep.

Secara logis, variabel bukanlah bagian dari alfabet apa pun. Variabel adalah istilah, dan dengan demikian, merupakan istilah dengan tipe tertentu. Oleh karena itu, kita seharusnya berbicara tentang "konsep individual" alih-alih "variabel individual". Pengetikan "konsep" dan

"konsep individual" kini berperan, dan kita akan membutuhkan konstruktor tipe pada level dua dari apa yang disebut susunan tanda tangan tiga level. Berbeda dengan Schmidt-Schauss (1991), kita menyebut "konsep" alih-alih "konsep individual", dan "konsep pangkat" alih-alih "konsep".

Tanda tangan yang mendasarinya harus diformalkan, dengan konsep adalah pengurutan dalam tanda tangan yang mendasarinya pada level satu. Pada level dua, Pconcept menjadi operator konstan, dan konstruktor tipe P kemudian digunakan untuk menghasilkan tipe baru Pconcept, yang dalam 'aljabar' mereka masing-masing akan dipahami sebagai  $D^I$  dan  $PD^I$ .

Logika deskripsi yang diketik sederhana kini dapat didefinisikan secara formal dalam kalkulus lambda. Konsep pada tingkat satu menjadi "konsep kekuatan tunggal" pada tingkat tiga, dan ekspresi sintaksisnya:

$$\exists R. \text{Capp}_{P(\text{Pconcept}), \text{Pconcept}} (m, \text{app}_{P(\text{Pconcept}), P(\text{Pconcept})} (R, C)).$$

di mana;  $m$  adalah perkalian monad yang mendasarinya, dan  $\text{app}$  adalah konstruktor tipe fungsi.

#### **Teorema Pelestarian Deskripsi Konsep**

Untuk mengubah logika deskripsi ke dalam kerangka kategoris kami, kami menggunakan notasi dalam. Interpretasi  $I = (D^I, \cdot I)$ , di mana  $\cdot I$  memetakan setiap deskripsi konsep ke subhimpunan  $DI$ , gunakan  $D$  untuk semesta tersebut, yang tidak boleh disamakan dengan  $D$  sebagaimana digunakan untuk deskripsi konsep, misalnya, dalam ekspresi seperti  $C^D$ , di mana  $D$  tidak dipahami sebagai "D dalam  $D^I$ ".

Dengan  $C$  sebagai "konsep", kita memiliki  $C^I \subseteq D^I \in P D^I$ . Ini berarti bahwa  $P D^I$  adalah 'aljabar' yang sebenarnya. Peran  $R$  secara semantik dideskripsikan sebagai relasi  $RI \subseteq D^I \rightarrow DI$ , yaitu, kita dapat menuliskannya secara ekuivalen sebagai substitusi  $R^I: D^I \rightarrow DI$ .

Pengamatan bahwa relasi  $R \subseteq X \rightarrow X$  berkorespondensi secara tepat dengan fungsi (dalam bentuk substitusi)  $R: X \rightarrow PX$ , dengan  $P$  adalah funktor himpunan pangkat atas kategori himpunan dan fungsi, merupakan dasar untuk memandang relasi tergeneralisasi sebagai morfisme (substitusi) dalam monad himpunan pangkat tergeneralisasi atas kategori Kleisli. Dengan  $C$  sebagai sebuah "konsep", kita memiliki  $C^I \subseteq D^I \rightarrow PD^I$ . Ini berarti  $PD^I$  adalah 'aljabar' yang sebenarnya.

- **Definisi 7.14:** Morfisme aljabar deskripsi  $h: PD^I \rightarrow PD^{I'}$  di mana  $I$  dan  $I'$  adalah fungsi interpretasi alternatif sehingga  $h$  mempertahankan peran  $R$  pada  $D$ .

Mengikuti definisi morfisme  $HA$  dan model agen ruang keadaan di atas, kita memiliki aljabar deskripsi yang didefinisikan pada tanda tangan agen  $S$ . Dengan mempertimbangkan interpretasi konsep model kompetitif deskripsi sekuens,  $I$  bersesuaian dengan model kompetitif pada pohon pembelajaran agen. Pohon agen bertanda tangan memenuhi tujuan untuk melengkapi diagram model yang mewujudkan peran  $R$ . Deskripsi konsep disajikan dengan pohon tanda tangan agen  $T_{1\Sigma}$  dengan peran  $R$  yang didefinisikan pada agen tanda tangan.

- **Proposisi 7.4:** Deskripsi dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sedemikian rupa sehingga peran-peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$  morfisme aljabar pada aljabar tanda tangan agen  $T_{I\Sigma}$  dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sedemikian rupa sehingga peran-peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$ .  
Di sini kita menginginkan teorema-teorema pada Deskripsi Konsep yang sesuai dengan teorema-teorema. Mari kita sajikan contoh kompetitif agen untuk platform model deskripsi aljabar.
- **Definisi 7.15:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar deskripsi dengan tanda tangan  $I\Sigma$ . Deskripsi ontologi  $I\Sigma$  adalah aljabar deskripsi  $I\Sigma$  dengan peran yang ditentukan  $R: X \rightarrow \wp I\Sigma$  untuk pada tanda tangan  $I\Sigma$ .  
*Catatan:*  $X \subseteq I\Sigma$ , sehingga untuk suatu himpunan monad, terdapat penugasan untuk semua pohon  $I\Sigma$  yang terbentuk dengan baik.
- **Teorema 7.2:** Misalkan  $A$  dan  $B$  adalah aljabar deskripsi  $I\Sigma$  dengan tanda tangan  $I\Sigma$ . Maka, homomorfisme agen yang didefinisikan dari  $A$  hingga  $B$  mempertahankan ontologi  $I\Sigma$  jika didefinisikan oleh homomorfisme aljabar- $D$  dengan ekstensi aljabar pada pohon tanda tangan bebas  $\wp T_{I\Sigma}$  sehingga peran dipertahankan pada  $T_{I\Sigma}$ .  
*Bukti:* Teorema di atas dan Proposisi 7.4.  
Demikian pula, pemetaan DKB adalah ATL spesifik di mana operasi aljabar ontologi sama pada sumber dan target. Berdasarkan uraian di atas, kita dapat membuktikan bahwa pemetaan DKB konsisten dengan pelestarian DKB.

### Penyaringan Data Untuk Manajemen Pengetahuan (Km)

Penyaringan data mengacu pada strategi atau teknik untuk menyaring kumpulan data sesuai kebutuhan pengguna (atau sekelompok pengguna), tanpa memasukkan data lain yang mungkin berulang, tidak relevan, atau bahkan sensitif. Teknik untuk mencapai hal tersebut di atas tentu saja penting dalam aplikasi big data. Penyaringan data model kompetitif adalah teknik yang telah dikembangkan penelitian kami selama beberapa tahun terakhir untuk menerapkan diagram model nondeterministik yang menggambarkan pengetahuan yang dapat diminimalkan oleh kelompok pengguna tertentu berdasarkan kepuasan tujuan IJCAI Stockholm.

Nilai big data hanya dapat dikalikan dengan tata kelola data yang baik. Big data memiliki nilai yang besar, juga membutuhkan upaya besar bagi organisasi untuk mengelolanya dengan baik, dan disiplin tata kelola yang efektif dapat memenuhi tujuannya. Teknik-teknik tersebut sebagian merupakan pembelajaran analogis yang ditingkatkan.

Konsumen telah lama menyatakan kecintaan mereka pada visualisasi data, dan penambangan data dengan penemuan multimedia adalah area yang sedang dieksplorasi. Data besar adalah istilah populer yang digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan eksponensial dan ketersediaan data, baik terstruktur maupun tidak terstruktur. Analisis yang lebih akurat dapat menghasilkan pengambilan keputusan yang lebih meyakinkan.

Keputusan yang lebih baik dapat menghasilkan efisiensi operasional yang lebih besar, pengurangan biaya, dan pengurangan risiko. Teknik-teknik baru kami menerapkan filter diagram model data nondeterministik ke ruang data besar yang jarang. Area aplikasi layanan

kesehatan dibahas dalam diskusi awal kami yang belum dipublikasikan, misalnya, pada area aplikasi berikut.

Misalnya, anggaplah beberapa situs web berbeda berisi informasi medis atau menyediakan layanan e-commerce medis. Jika situs web ini berbagi dan menerbitkan ontologi dasar yang sama dari istilah yang mereka gunakan, maka agen komputer dapat mengekstrak dan mengagregasi informasi dari situs-situs berbeda ini. Agen dapat menggunakan informasi agregat ini untuk menjawab pertanyaan pengguna atau sebagai data masukan untuk aplikasi lain.

Perlakuan aljabar untuk ontologi memberikan dasar matematika yang presisi untuk proses pemodelan ontologi dasar seperti penataan kelas, slot, dan rentang domain pada fungsi slot. Untuk pemodelan ontologi, kita harus mendefinisikan aspek-aspek slot. Slot dapat memiliki aspek berbeda yang menggambarkan jenis nilai, nilai yang diizinkan, jumlah nilai (kardinalitas), dan fitur lain dari nilai yang dapat diambil oleh slot tersebut. Misalnya, nilai slot nama (seperti dalam "nama anggur") adalah satu string.

Artinya, nama tersebut adalah slot dengan string jenis nilai. Sebuah slot yang menghasilkan (seperti dalam "kilang anggur menghasilkan anggur ini") dapat memiliki beberapa nilai, dan nilai-nilai tersebut merupakan instans dari kelas Anggur. Artinya, menghasilkan adalah slot dengan tipe nilai Instans dengan Wine sebagai kelas yang diizinkan. Anggur yang diproduksi oleh kilang anggur tertentu mengisi slot multi-kardinalitas menghasilkan untuk kelas kilang anggur. Model aljabar bertanda tangan adalah teknik dasar untuk mengkarakterisasi pengisi slot, tipe, dan peta nilai pada hierarki kelas (Gambar 7.3).



**Gambar 7.3** Contoh proses: Pengetahuan dunia model wayfinding.

Di antara area aplikasi penting untuk model ontologi adalah robotika, mulai dari tugas dasar, komputasi agen, agen perangkat lunak, ontologi persepsi visual, biomedis atau kedokteran, hingga RPA: proses bisnis robotika. Transaksi keuangan blockchain dan pertukaran ekonomi merupakan area terbaru. Kerangka kerja pemodelan seperti REA (resource-event action) yang merupakan aljabar proses kejadian mengakomodasi pemodelan ontologi. Teknik kami memungkinkan pembelajaran pemodelan lintas ontologi kelas, dan model proses berbasis morfisme struktural komputasi agen untuk memodelkan proses transfer ontologi. Area aplikasi baru berada di bidang ekonomi analitik prediktif

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adeniran, I. A., Efunniyi, C. P., Osundare, O. S., Abhulimen, A. O., & OneAdvanced, U. K. (2024). Integrating business intelligence and predictive analytics in banking: A framework for optimizing financial decision-making. *Finance & Accounting Research Journal*, 6(8).
- Ahmed, N., Abbasi, M. S., Zuberi, F., Qamar, W., Halim, M. S. B., Maqsood, A., & Alam, M. K. (2021). Artificial intelligence techniques: analysis, application, and outcome in dentistry—a systematic review. *BioMed research international*, 2021(1), 9751564.
- Al Mesmari, S. (2023). Transforming data into actionable insights with cognitive computing and AI. *Journal of Software Engineering and Applications*, 16(6), 211-222.
- Andrade, I. M. D., & Tumelero, C. (2022). Increasing customer service efficiency through artificial intelligence chatbot. *Revista de Gestão*, 29(3), 238-251.
- Bansal, G., Chamola, V., Hussain, A., Guizani, M., & Niyato, D. (2024). Transforming conversations with AI—A comprehensive study of ChatGPT. *Cognitive Computation*, 16(5), 2487-2510.
- Chattu, V. K. (2021). A review of artificial intelligence, big data, and blockchain technology applications in medicine and global health. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(3), 41.
- Chugh, G., Kumar, S., & Singh, N. (2021). Survey on machine learning and deep learning applications in breast cancer diagnosis. *Cognitive Computation*, 13(6), 1451-1470.
- Dritsas, E., & Trigka, M. (2022). Machine learning techniques for chronic kidney disease risk prediction. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(3), 98.
- Dritsas, E., & Trigka, M. (2025). A survey on the applications of cloud computing in the industrial internet of things. *Big data and cognitive computing*, 9(2), 44.
- Garikapati, D., & Shetiya, S. S. (2024). Autonomous vehicles: Evolution of artificial intelligence and the current industry landscape. *Big Data and Cognitive Computing*, 8(4), 42.
- Gharaibeh, M., Alzu'bi, D., Abdullah, M., Hmeidi, I., Al Nasar, M. R., Abualigah, L., & Gandomi, A. H. (2022). Radiology imaging scans for early diagnosis of kidney tumors: a review of data analytics-based machine learning and deep learning approaches. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(1), 29.
- Grupac, M., & Lăzăroiu, G. (2022). Image processing computational algorithms, sensory data mining techniques, and predictive customer analytics in the metaverse economy. *Review of Contemporary Philosophy*, 21, 205-222.
- Hassani, H., Huang, X., & MacFeely, S. (2022). Impactful digital twin in the healthcare revolution. *Big Data and Cognitive Computing*, 6(3), 83.

- Hassani, H., Huang, X., MacFeely, S., & Entezarian, M. R. (2021). Big data and the united nations sustainable development goals (UN SDGs) at a glance. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(3), 28.
- Heidari, A., Navimipour, N. J., Dag, H., Talebi, S., & Unal, M. (2024). A novel blockchain-based deepfake detection method using federated and deep learning models. *Cognitive Computation*, 16(3), 1073-1091.
- Hiremath, S., Shetty, E., Prakash, A. J., Sahoo, S. P., Patro, K. K., Rajesh, K. N., & Pławiak, P. (2023). A new approach to data analysis using machine learning for cybersecurity. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(4), 176.
- Kannan, S. (2022). The Role Of AI And Machine Learning In Financial Services: A Neural Networkbased Framework For Predictive Analytics And Customercentric Innovations. *Migration Letters*, 19(6), 985-1000.
- Katsoulakis, E., Wang, Q., Wu, H., Shahriyari, L., Fletcher, R., Liu, J., ... & Deng, J. (2024). Digital twins for health: a scoping review. *NPJ digital medicine*, 7(1), 77.
- Khowaja, S. A., Khuwaja, P., Dev, K., Wang, W., & Nkenyereye, L. (2024). Chatgpt needs spade (sustainability, privacy, digital divide, and ethics) evaluation: A review. *Cognitive Computation*, 16(5), 2528-2550.
- Kliestik, T., Novak, A., & Lăzăroiu, G. (2022). Live shopping in the metaverse: Visual and spatial analytics, cognitive artificial intelligence techniques and algorithms, and immersive digital simulations. *Linguistic and Philosophical Investigations*, 21, 187-202.
- Kor, M., Yitmen, I., & Alizadehsalehi, S. (2023). An investigation for integration of deep learning and digital twins towards Construction 4.0. *Smart and Sustainable Built Environment*, 12(3), 461-487.
- Lazaroiu, G., Androniceanu, A., Grecu, I., Grecu, G., & Neguriță, O. (2022). Artificial intelligence-based decision-making algorithms, Internet of Things sensing networks, and sustainable cyber-physical management systems in big data-driven cognitive manufacturing. *Oeconomia Copernicana*, 13(4), 1047-1080.
- Lee, I., & Mangalaraj, G. (2022). Big data analytics in supply chain management: A systematic literature review and research directions. *Big data and cognitive computing*, 6(1), 17.
- Liu, M., Li, X., Li, J., Liu, Y., Zhou, B., & Bao, J. (2022). A knowledge graph-based data representation approach for IIoT-enabled cognitive manufacturing. *Advanced Engineering Informatics*, 51, 101515.
- Mariani, M., & Wirtz, J. (2023). A critical reflection on analytics and artificial intelligence based analytics in hospitality and tourism management research. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 35(8), 2929-2943.
- Mathew, D., Brintha, N. C., & Jappes, J. W. (2023). Artificial intelligence powered automation for industry 4.0. In *New horizons for Industry 4.0 in modern business* (pp. 1-28). Cham: Springer International Publishing.

- Mora-Cantallops, M., Sánchez-Alonso, S., García-Barriocanal, E., & Sicilia, M. A. (2021). Traceability for trustworthy AI: a review of models and tools. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(2), 20.
- Nica, E., Popescu, G. H., Poliak, M., Kliestik, T., & Sabie, O. M. (2023). Digital twin simulation tools, spatial cognition algorithms, and multi-sensor fusion technology in sustainable urban governance networks. *Mathematics*, 11(9), 1981.
- Nourani, C. F. (2021). AI Predictive Digital Analytics: A Model Computing Basis. In *Artificial Intelligence and Computing Logic* (pp. 149-204). Apple Academic Press.
- Nourani, C. F. (2022). *Artificial Intelligence and Computing Logic: Cognitive Technology for AI Business Analytics*. Apple Academic Press.
- Ouyang, F., Wu, M., Zheng, L., Zhang, L., & Jiao, P. (2023). Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 4.
- Prabowo, O. M., Mulyana, E., Nugraha, I. G. B. B., & Supangkat, S. H. (2023). Cognitive city platform as digital public infrastructure for developing a smart, sustainable and resilient city in Indonesia. *IEEE Access*, 11, 120157-120178.
- Rehan, H. (2024). AI-driven cloud security: The future of safeguarding sensitive data in the digital age. *Journal of Artificial Intelligence General science (JAIGS) ISSN: 3006-4023*, 1(1), 132-151
- Reier Forradellas, R. F., & Garay Gallastegui, L. M. (2021). Digital transformation and artificial intelligence applied to business: Legal regulations, economic impact and perspective. *Laws*, 10(3), 70.
- Rousopoulou, V., Vafeiadis, T., Nizamis, A., Iakovidis, I., Samaras, L., Kirtsoglou, A., ... & Tzovaras, D. (2022). Cognitive analytics platform with AI solutions for anomaly detection. *Computers in Industry*, 134, 103555.
- Sajja, R., Sermet, Y., Cwiertny, D., & Demir, I. (2025). Integrating AI and learning analytics for data-driven pedagogical decisions and personalized interventions in education. *Technology, Knowledge and Learning*, 1-31.
- Sechin Matoori, S., & Nourafza, N. (2021). Big data analytics and cognitive computing: A review study. *Journal of Business Data Science Research*, 1(1), 23-32.
- Siemens, G., Marmolejo-Ramos, F., Gabriel, F., Medeiros, K., Marrone, R., Joksimovic, S., & de Laat, M. (2022). Human and artificial cognition. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100107.
- Sitaraman, S. R. (2025). AI-driven healthcare systems enhanced by advanced data analytics and mobile computing.

- Stasevych, M., & Zvarych, V. (2023). Innovative robotic technologies and artificial intelligence in pharmacy and medicine: paving the way for the future of health care—a review. *Big data and cognitive computing*, 7(3), 147.
- Svetlana, N., Anna, N., Svetlana, M., Tatiana, G., & Olga, M. (2022). Artificial intelligence as a driver of business process transformation. *Procedia Computer Science*, 213, 276-284.
- Thayyib, P. V., Mamilla, R., Khan, M., Fatima, H., Asim, M., Anwar, I., ... & Khan, M. A. (2023). State-of-the-art of artificial intelligence and big data analytics reviews in five different domains: a bibliometric summary. *Sustainability*, 15(5), 4026.
- Usman, T. M., Saheed, Y. K., Ignace, D., & Nsang, A. (2023). Diabetic retinopathy detection using principal component analysis multi-label feature extraction and classification. *International Journal of Cognitive Computing in Engineering*, 4, 78-88.
- Valaskova, K., Machova, V., & Lewis, E. (2022). Virtual marketplace dynamics data, spatial analytics, and customer engagement tools in a real-time interoperable decentralized metaverse. *Linguistic and Philosophical Investigations*, 21, 105-120.
- Viswan, V., Shaffi, N., Mahmud, M., Subramanian, K., & Hajamohideen, F. (2024). Explainable artificial intelligence in Alzheimer's disease classification: A systematic review. *Cognitive Computation*, 16(1), 1-44. *International Journal of Information Technology & Computer Engineering*.
- Yitmen, I., Alizadehsalehi, S., Akiner, İ., & Akiner, M. E. (2021). An adapted model of cognitive digital twins for building lifecycle management. *Applied Sciences*, 11(9), 4276.
- Zhao, G., Li, Y., & Xu, Q. (2022). From emotion AI to cognitive AI. *International Journal of Network Dynamics and Intelligence*, 65-72.
- Zong, Z., & Guan, Y. (2025). AI-driven intelligent data analytics and predictive analysis in Industry 4.0: Transforming knowledge, innovation, and efficiency. *Journal of the Knowledge Economy*, 16(1), 864-903.
- Zvarikova, K., Cug, J., & Hamilton, S. (2022). Virtual human resource management in the metaverse: Immersive work environments, data visualization tools and algorithms, and behavioral analytics. *Psychosociological Issues in Human Resource Management*, 10(1), 7-20.

# Cognitive Computing dan Prediksi AI dalam Analisis Digital

Dr. Ir. Agus Wibowo, M.Kom, M.Si, MM

## BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen dan ilmu sosiologi. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik).

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM ) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Sejak tahun 2023 penulis tercatat sebagai Dosen luar biasa di Fakultas Ekonomi & Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro Semarang. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

### PENERBIT :

YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK  
Jl. Majapahit No. 605 Semarang  
Telp. (024) 6723456. Fax. 024-6710144  
Email : penerbit\_ypat@stekom.ac.id

ISBN 978-634-7227-35-5 (PDF)



9

786347

227355