

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

MENINGKATKAN KEAMANAN DATA
pada
ATTENDANCE SYSTEM BERBASIS
FACE RECOGNITION



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

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



MENINGKATKAN KEAMANAN DATA
pada
ATTENDANCE SYSTEM BERBASIS
FACE RECOGNITION



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 978-623-8642-12-0 (PDF)



9 786238 642120

Meningkatkan Keamanan Data Pada Attendance System Berbasis Face Recognition

Penulis :

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

ISBN : 978-623-8642-12-0

Editor :

Muhammad Sholikan, M.Kom

Penyunting :

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

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yuniyanto, 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

Distributor Tunggal :

Universitas STEKOM

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : 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

Dengan penuh rasa syukur, buku ini disusun sebagai upaya untuk menjelajahi dan menggali lebih dalam tentang implementasi teknologi pengenalan wajah dalam manajemen absensi karyawan. Dalam era di mana teknologi semakin memainkan peran kunci dalam efisiensi operasional dan keamanan informasi, pemahaman yang mendalam tentang sistem absensi berbasis pengenalan wajah menjadi semakin penting. Buku ini tidak hanya bertujuan untuk mengidentifikasi peran teknologi *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pengembangan sistem absensi, tetapi juga untuk menyoroti tantangan, manajemen risiko, dan dampak integrasi teknologi ini dalam manajemen sumber daya manusia. Dengan demikian, diharapkan buku ini dapat memberikan wawasan yang berharga bagi praktisi, akademisi, dan pemangku kepentingan lainnya dalam memahami kompleksitas dan potensi sistem absensi berbasis pengenalan wajah.

Buku ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji model integrasi teknologi canggih pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah di sekolah menengah kejuruan (SMK) guna meningkatkan keamanan dan efisiensi sistem. Metode buku yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, yang melibatkan desain eksperimen sistematis untuk menguji model dengan berbagai parameter, dan teknik evaluasi. Untuk memenuhi tujuan buku, dilakukan prediksi dan deteksi pola anomali pada data absensi dengan mengacu pada teori *face recognition*, manajemen sumber daya dan sistem reward dan punishment bersama dengan integrasi berbagai model teknologi. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan model *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), *Artificial Intelligence* (AI), yang cerdas untuk memprediksi pola absensi guru berdasarkan faktor-faktor yang relevan, yang memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem absensi secara menyeluruh. Selain itu, integrasi teknologi canggih pada manajemen proyek absensi memberikan kontribusi baru pada literatur IT manajemen proyek khususnya dalam lingkup absensi dilingkungan pendidikan.

Integrasi teknologi yang digunakan dalam buku ini adalah ML, DL, AI, *Liveness detection* dan enkripsi data menggunakan algoritma AES dengan fokus pada keamanan, akurasi dan efisiensi sistem absensi. Sampel penelitian yang digunakan berbentuk dataset yang didapatkan melalui sistem absensi berbasis face recognition guru SMK dengan jumlah 998 sampel. Buku ini dilakukan pada lingkungan virtual notebook Google Colab dengan bahasa pemrograman Python dan scikit-learn sebagai librari pendukung. Berbagai teknik seperti K-means clustering, ensemble voting, klasifikasi dan regresi digunakan dalam pelatihan dan pengujian model untuk menemukan pola absensi, mendeteksi pola anomali serta melakukan tugas prediksi.

Hasil studi menunjukkan bahwa model ML dan DL yang dikembangkan mampu memberikan prediksi pola absensi guru dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Selain itu, penggunaan algoritma AES untuk enkripsi data yang dikombinasikan dengan ensemble AI terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi deteksi anomali dan mampu meningkatkan keamanan dari potensi pencurian data pada sistem absensi. Untuk integrasi teknologi *liveness detection* dengan DL, sistem absensi mampu meningkatkan akurasi dan keamanan pencatatan kehadiran kecurangan (objek palsu) dengan tingkat akurasi mencapai 87%. Terakhir, penerapan model *Reward* dan *Punishment* pada sistem absensi berbasis *face recognition* mampu meningkatkan tingkat kehadiran guru, dengan persentase naik sekitar 5% setelah metode tersebut diterapkan. Penelitian pada buku ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah turut serta dalam mendukung dan mendorong kelancaran buku ini. Diharapkan buku ini dapat memberikan kontribusi yang

signifikan dalam pengembangan teknologi absensi karyawan yang lebih canggih, efektif, dan andal. Semoga hasil buku ini dapat memberikan inspirasi dan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan praktik manajemen di masa depan dan memberikan kontribusi yang berarti dalam pengembangan teknologi absensi karyawan yang lebih efisien, aman, dan terpercaya. Terima kasih.

Semarang, Juni 2024
Penulis

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

DAFTAR ISI

| | |
|---|------------|
| Halaman Judul | i |
| Kata Pengantar | ii |
| Daftar Isi | iv |
| BAB 1 KEAMANAN DATA | 1 |
| 1.1. Pentingnya Keamanan Data | 1 |
| 1.2. Sistem Kehadiran (<i>Attendance System</i>) | 4 |
| BAB 2 IMPLEMENTASI SISTEM | 11 |
| 2.1. Konsep Sistem Absensi Berbasis <i>Face Detector</i> | 11 |
| 2.2. <i>Machine Learning</i> (ML) | 13 |
| 2.3. <i>Deep Learning</i> (DL) | 16 |
| 2.4. <i>Artificial Intelligence</i> (AI) | 18 |
| 2.5. <i>Liveness Detection</i> | 20 |
| 2.6. Manajemen Proyek Teknologi Informasi (ITPM) | 25 |
| BAB 3 TEORI PENGEMBANGAN SISTEM | 30 |
| 3.1. Teori Pengenalan Pola | 30 |
| 3.2. Teori Keamanan Informasi | 31 |
| 3.3. Teori Manajemen Sumber Daya Manusia | 33 |
| 3.4. Teori <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i> | 34 |
| BAB 4 PENGEMBANGAN PERMODELAN | 37 |
| 4.1. Model Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah..... | 37 |
| 4.2. Pengembangan Sistem Menggunakan ML, DL, Dan AI..... | 41 |
| 4.3. Enkripsi Data | 44 |
| 4.4. Model <i>Reward</i> Dan <i>Punishment</i> Untuk Pengelolaan Karyawan | 47 |
| BAB 5 DESAIN DAN PROSEDUR SISTEM ABSENSI | 55 |
| 5.1. Sampel Data | 56 |
| 5.2. Variabel dan Indikator | 57 |
| 5.3. Data Test Training | 58 |
| BAB 6 ANALISIS DATA SISTEM ABSENSI | 83 |
| 6.1. Pra-Pemrosesan Data | 83 |
| 6.2. Pembersihan Data (<i>Data Cleaning</i>) | 83 |
| 6.3. Transformasi Data | 84 |
| 6.4. Ekstraksi Fitur (<i>Feature Extraction</i>) | 85 |
| BAB 7 MODEL MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING, DAN AI YANG DIGUNAKAN | 98 |
| 7.1. Model <i>Machine Learning</i> | 98 |
| 7.2. Model <i>Artificial Intelligence</i> (<i>Ensemble Voting</i>) | 100 |
| 7.3. Metrik Evaluasi | 102 |
| 7.4. Lingkup Pengembangan Sistem | 104 |
| BAB 8 MODEL SISTEM ABSENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH | 107 |
| 8.1. Teknik Penerapan Model <i>Liveness Detection</i> Dengan <i>Deep Learning</i> | 107 |
| 8.2. Deteksi Anomali Dan Enkripsi Data | 108 |
| 8.3. <i>Reward</i> Dan <i>Punishment</i> | 113 |
| BAB 9 INTEGRASI SISTEM ABSENSI | 117 |
| 9.1. Integrasi <i>Liveness Selection</i> Dan <i>Deep Learning</i> | 117 |
| 9.2. Mengintegrasikan Teori Dengan Sistem Pendukung Keputusan | 121 |
| 9.3. Integrasi Pola Dan Tren Kehadiran Dengan <i>Machine Learning</i> | 127 |
| 9.4. Evaluasi Efektivitas <i>Reward</i> Dan <i>Punishment</i> | 133 |

| | |
|---|------------|
| 9.5. Sistem Pendukung Keputusan Terintegrasi Dengan ML Dan DL | 135 |
| 9.6. Ensemble AI Untuk Deteksi Anomali Dan Enkripsi Data | 142 |
| BAB 10 EFISIENSI SISTEM ABSENSI | 146 |
| 10.1. Dampak Penerapan Sistem Absensi | 146 |
| 10.2. Kontribusi Sistem Absensi dalam Manajerial | 148 |
| 10.3. Manajemen Karyawan Berbasis Sistem Absensi | 151 |
| 10.4. Keterbatasan Dan Agenda Mendatang | 152 |
| Daftar Pustaka | 156 |
| Glosarium | 186 |

BAB 1

KEAMANAN DATA

1.1 PENTINGNYA KEAMANAN DATA

Dalam konteks organisasi modern, manajemen absensi karyawan merupakan aspek yang sangat penting untuk dipertimbangkan. Terlebih lagi di era globalisasi dengan persaingan yang semakin ketat saat ini, produktivitas dan efisiensi menjadi kunci utama untuk mencapai kesuksesan. Manajemen absensi yang efektif tidak hanya memastikan kehadiran karyawan secara tepat waktu, menurut (Santhose & Anisha, 2023), manajemen absensi juga berdampak langsung pada produktivitas dan kinerja keseluruhan organisasi. Selain itu, (Kamil et al., 2023; Severin et al., 2022) menyatakan bahwa, tingkat kehadiran yang rendah akan berdampak langsung pada kinerja keseluruhan organisasi yang juga akan berakibat pada penurunan produktivitas dan biaya tambahan yang tidak terduga. Namun, dengan perkembangan teknologi yang pesat, terutama dalam hal sistem informasi, kebutuhan akan solusi yang lebih canggih dan aman dalam manajemen absensi semakin mendesak. Menurut (Anthony, 2017; Steers & Rhodes, 1978), manajemen absensi karyawan bukan hanya sekadar pencatatan kehadiran, tetapi juga mencakup pengelolaan kedisiplinan, perencanaan sumber daya manusia, dan analisis produktivitas. Dalam sebuah organisasi, kehadiran karyawan memiliki dampak langsung pada berbagai aspek, seperti tingkat output, kualitas produk atau layanan, serta budaya kerja secara keseluruhan (Dwyer & Ganster, 1991; Oo et al., 2018; Ries, 2020; Tyagi, 2021). Karena budaya bekerja dan motivasi antar individu dalam organisasi bisa menurun maka dibutuhkan pemahaman yang mendalam mengenai pentingnya manajemen absensi dalam konteks bisnis modern untuk memastikan kesuksesan jangka panjang organisasi. Oleh karena itu, manajemen absensi yang efektif sangat penting untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan dalam operasi sehari-hari organisasi.

Meskipun manajemen absensi telah menjadi bagian integral dari pengelolaan sumber daya manusia (SDM), masih terdapat beberapa tantangan yang dihadapi oleh organisasi dalam menerapkannya secara tradisional. Salah satu tantangan utama adalah ketepatan waktu dan keakuratan dalam pencatatan kehadiran karyawan. Dalam sistem absensi manual atau tradisional, sering kali terjadi kesalahan dalam pencatatan yang dapat berdampak negatif pada keputusan manajemen dan evaluasi kinerja karyawan, selain itu, sistem absensi manual cenderung rentan terhadap manipulasi data, yang dapat berakibat pada keputusan yang tidak

tepat dan mempengaruhi produktivitas keseluruhan perusahaan. Dengan kemajuan teknologi, terutama dalam bidang *Artificial Intelligence* (AI) dan pemrosesan citra, telah muncul solusi-solusi yang lebih canggih dalam manajemen absensi. Dalam hal ini, manajemen absensi mulai berkembang dengan berbagai integrasi teknologi, misalnya sistem absensi berbasis sidik jari, *smart card*, *RFID*, dan *QR Code*. (Anyalewechi & Ezeagwu, 2023; Ardebili et al., 2023) menyatakan bahwa, perusahaan dapat menghindari kesalahan yang umum terjadi dalam proses manual, mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk pengecekan atau pelacakan nama karyawan, dan merekam kehadiran karyawan secara akurat melalui penerapan teknologi pada sistem absensi. Beberapa teknologi menawarkan potensi yang cukup besar dalam mengubah lanskap manajemen absensi dan menjanjikan keakuratan yang lebih tinggi, cukup efisien dalam hal operasional, dan memiliki level keamanan data yang cukup baik.

Selain beberapa teknologi yang diterapkan pada sistem absensi saat ini, salah satu solusi yang menarik perhatian adalah sistem absensi berbasis pengenalan wajah (*face recognition*). Teknologi ini menawarkan sejumlah manfaat yang signifikan bagi organisasi dan memungkinkan organisasi untuk mencatat kehadiran karyawan secara otomatis hanya dengan menggunakan pemindaian wajah, tanpa memerlukan interaksi fisik dengan perangkat absensi. Sebagaimana yang diungkapkan oleh (Anthony, 2017; Dang, 2023; A. Kumar et al., 2023; Rastogi et al., 2023), sistem ini menjanjikan efisiensi yang lebih tinggi dan tingkat akurasi yang lebih baik dalam pencatatan kehadiran. Selain itu, sistem absensi berbasis *face recognition* juga memungkinkan pencatatan kehadiran yang lebih akurat dan *real-time* sehingga dapat mengidentifikasi karyawan dengan tingkat akurasi yang tinggi, mengurangi risiko kesalahan manusia dalam pencatatan. Disisi lain, sistem ini juga lebih mudah dalam penggunaannya, karena tidak memerlukan perangkat tambahan seperti kartu absensi atau sidik jari.

Penggunaan teknologi *face recognition* juga menjadi alternatif yang cukup populer dan semakin menjadi tren dalam memantau kehadiran individu. Meskipun awalnya diperkenalkan sebagai solusi untuk pencatatan kehadiran karyawan, sistem absensi berbasis pengenalan wajah memiliki potensi untuk digunakan dalam berbagai aplikasi lain dalam konteks organisasi modern karena sistem ini dapat digunakan untuk mengakses area terbatas atau melakukan verifikasi identitas dalam proses administrasi lainnya. Ini ditunjukkan dengan munculnya beberapa penelitian yang mulai fokus menggunakan *face recognition* ini diberbagai bidang dengan berbagai fungsi. Misalnya, Srivastava et al (Srivastava & Bag, 2024) menggunakan *face recognition* sebagai alat marketing modern, Joo et al (Joo et al., 2024) mengembangkan *face recognition* untuk konfirmasi metode pembayaran, Khaparde (P.K et al., 2024)

menggunakan *face recognition* untuk deteksi fraud dibidang perbankan, dan (Barhate et al., 2024; Misra et al., 2023; Nagagopiraju et al., 2024; C. Zhang et al., 2023) memanfaatkan teknologi *face recognition* sebagai media absensi diberbagai instansi.

Dengan demikian, pengembangan lebih lanjut dalam teknologi face recognition dapat membawa manfaat yang lebih besar bagi organisasi dalam jangka panjang. Namun, teknologi seperti ini tidak lepas dari berbagai tantangan keamanan data dan privasi, seperti, optimisasi teknologi, validitas data, dan keamanan sistem (Boutros et al., 2023; Chamikara et al., 2020; Dang, 2023; Rao & Deebak, 2023). Terlebih dalam konteks keamanan data pada sistem-sistem semacam ini seringkali belum cukup memadai untuk menghadapi ancaman yang ada. Selain itu, resiko pencurian dan manipulasi data akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah data yang disimpan secara digital. Sebagaimana yang diungkapkan oleh (Meden et al., 2021; G. Singh et al., 2021; Wati et al., 2021; X. Zhou, 2020), penggunaan teknologi pengenalan wajah dapat menimbulkan kekhawatiran terkait dengan pengumpulan dan penyimpanan data biometrik individu. Selain itu, resiko pencurian dan manipulasi data akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah data yang disimpan secara digital (Hidayah & Yunus, 2023; H. Jia et al., 2020; Tejaswi & Swathika, 2023). Kehilangan atau penyalahgunaan data pribadi dapat memiliki konsekuensi serius, termasuk kerugian finansial dan reputasi yang buruk bagi individu terkait (Hidayah & Yunus, 2023; H. Jia et al., 2020; Zulu & Dzobo, 2023). Selain itu, masih ada beberapa masalah teknis lain lagi yang perlu diatasi, misalnya tingkat akurasi yang belum sempurna dan kemampuan sistem untuk mengatasi variasi dalam penampilan wajah karyawan. Oleh karena itu, keamanan data menjadi semakin penting karena karena risiko pencurian dan penyalahgunaan data oleh pihak-pihak yang tidak bertanggung jawab akan sangat mungkin terjadi, sehingga perlindungan terhadap data harus menjadi prioritas utama dalam menjaga keamanan informasi.

Dalam konteks ini, berbagai faktor dianalisis dan dimanfaatkan untuk meningkatkan keamanan lebih baik lagi melalui prediksi keamanan, deteksi pola anomali pada data dan sistem absensi, dan integrasi berbagai teknik dengan teknologi yang lebih canggih lagi untuk meningkatkan keamanan dan melindungi data dari pencurian. Buku ini akan berfokus pada pengembangan dan optimalisasi sistem absensi berbasis face recognition yang aman dan andal menggunakan berbagai teknik dan teknologi canggih terbaru yang diantaranya adalah *Artificial Intelligence* (AI), *Machine Learning* (ML), dan *Deep Learning* (DL), sekaligus menganalisis data absensi untuk mendukung penemuan pola dan tren yang dapat dimanfaatkan untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen sekolah melalui penerapan berbagai

teori yang mendukung. Buku ini juga akan mempertimbangkan tantangan yang dihadapi dalam implementasi teknologi ini serta strategi untuk mengatasi tantangan tersebut guna mencapai manfaat maksimal bagi instansi penggunanya yang dalam konteks buku ini adalah SMK.

1.2 SISTEM KEHADIRAN (*ATTENDANCE SYSTEM*)

Berdasarkan masalah dihadapi yang dijelaskan diatas, rumusan masalah dari buku ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana integrasi teknologi *Machine learning*, *Deep Learning*, dan *Artificial Intelligence* pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah dapat meningkatkan keamanan data?
2. Bagaimana teknologi *Artificial Intelligence* dan *Liveness Detection* dapat digunakan untuk mendeteksi anomali dalam pola absensi dan memastikan akurasi pencatatan kehadiran?
3. Bagaimana sistem *reward* dan *punishment* dapat diterapkan dalam pengelolaan karyawan berprestasi menggunakan data yang dihasilkan dari sistem absen berbasis pengenalan wajah?

Pertanyaan-pertanyaan diatas akan menjadi panduan utama dalam buku ini untuk mengembangkan solusi inovatif yang menyatukan berbagai teknologi canggih (*Liveness detection* pada *face recognition*, *Machine Learning*, *deep learning* dan *AI* serta enkripsi data pada sistem absensi berbasis *face recognition*) dan aspek manajemen, yaitu pengelolaan karyawan berprestasi, sehingga mencerminkan kompleksitas dan relevansi topik penelitian.

Sesuai dengan latar belakang permasalahan dan rumusan masalah di atas, tujuan yang akan dicapai dalam buku ini adalah untuk mengembangkan dan menguji model integrasi teknologi *Machine Learning (ML)*, *Deep Learning (DL)*, dan *Artificial Intelligence (AI)* dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah untuk meningkat keamanan sistem. Tujuan ini diuraikan dengan lebih rinci lagi sebagai berikut:

1. Mengintegrasikan teknik *Liveness Detection* dengan teknologi *Deep Learning* pada sistem absensi berbasis *face recognition* di sekolah SMK untuk meningkatkan kinerja dan akurasi *face recognition* pada sistem melalui deteksi *spoofing* (serangan palsu) sehingga keamanan sistem absensi lebih terjaga.
2. Mengintegrasikan *Ensemble AI* pada sistem absensi berbasis *face recognition* untuk mendeteksi pola anomali yang muncul sehingga dapat mencegah akses data yang tidak

sah (mencurigakan) sehingga keamanan sistem terjaga dengan baik dan meningkatkan efisiensi sistem untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat.

3. Mengimplementasikan enkripsi data menggunakan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) untuk mencegah pencurian data, sehingga data yang ditransmisikan dalam sistem terenkripsi dan isi datanya tidak dapat diketahui secara langsung oleh pengakses data khususnya pencuri atau peretas, sehingga keamanan terkait privasi data pribadi guru terjaga dengan baik, dan standar keamanan dalam sistem dapat diterapkan.
4. Mengembangkan sistem *reward* dan *punishment* berbasis data absensi yang akurat untuk optimasi pengelolaan guru yang berprestasi dan yang perlu dibina.

Hasil dari membaca buku ini diharapkan dapat memberikan manfaat pada:

1. Efisiensi waktu dan akurasi absensi untuk para guru SMK menggunakan sistem absensi berbasis *face recognition* yang terintegrasi dengan teknologi *liveness detection*.
2. Jaminan keamanan yang andal pada sistem absensi berbasis *face recognition* melalui integrasi teknologi *machine learning*, *deep learning* dan *Artificial intelligence* untuk deteksi anomali yang dapat diidentifikasi lebih dini, sehingga permasalahan terkait keamanan data yang muncul dapat diatasi lebih dini dan lebih cepat.
3. Perlindungan data yang lebih kuat pada data yang sensitif sehingga ini akan membantu dalam memastikan integritas dan kerahasiaan informasi absensi guru pada sistem absensi berbasis *face recognition* di sekolah. Melalui pendekatan yang lebih aman untuk pengelolaan data absensi, dan penerapan enkripsi menggunakan algoritma yang canggih (*Advanced Encryption Standard*) dapat meningkatkan perlindungan data dan mengurangi risiko pencurian data yang dapat terjadi pada sistem absensi berbasis teknologi.
4. Peningkatan pada pengelolaan karyawan berprestasi melalui penggunaan informasi yang dihasilkan oleh sistem yang terintegrasi dengan teknologi canggih untuk memberikan bentuk *reward* dan *punishment* yang lebih tepat dan efektif, serta menegakkan kebijakan disiplin dengan lebih konsisten.

Meskipun teknologi pengenalan wajah telah digunakan dalam beberapa sistem absensi, penelitian sebelumnya cenderung belum cukup mengeksplorasi potensi integrasi teknologi canggih untuk meningkatkan keamanan sistem, akurasi dan pengelolaan karyawan berprestasi. Untuk pokok permasalahan yang diidentifikasi dalam buku ini adalah (1) terdapat kebutuhan keamanan pada sistem absensi yang diadopsi, (2) terdapat masalah akurasi pada teknologi *face recognition* yang diterapkan pada sistem absensi sehingga sistem menjadi rentan dan tidak

aman, (3) terdapat kebutuhan akan perlindungan privasi pada data individu yang menimbulkan kekhawatiran dan tingkat stress yang akan mengganggu produktivitas, terakhir (4) terdapat kekosongan dalam pemanfaatan data yang disimpan di sistem untuk analisis mendalam, yang dapat menemukan solusi keamanan dan mengembangkan inovasi teknologi terintegrasi. Ini dapat dilihat lebih jelas lagi melalui tabel berikut ini.

Tabel 1.1. Analisis GAP

| GAP | Peneliti | Hasil Penelitian |
|--|---|---|
| Terdapat kebutuhan keamanan pada sistem absensi berbasis <i>face resognition</i> yang diadopsi | (Boutros et al., 2023; Golasangi et al., 2024; Hidayah & Yunus, 2023; Hosen et al., 2023; Hussein et al., 2023; J. Jia et al., 2021; Kavoliūnaitė-Ragauskienė, 2024; Ma, 2023; Meden et al., 2021; Pattnaik & Mohanty, 2020; Radiya-Dixit & Neff, 2023; Raji et al., 2020; Shukla et al., 2024; G. Singh et al., 2021; Sonawane et al., 2024; Tejaswi & Swathika, 2023; Waelen, 2023; Wati et al., 2021; Woubie et al., 2024; M. Zhou et al., 2024) | Munculnya kekhawatiran akan keamanan teknologi. Adanya kekhawatiran terkait privasi pada data yang tersimpan melalui sistem <i>face recognition</i> . Munculnya kekhawatiran dan tingkat stress yang mengganggu produktivitas dan kinerja individu. Munculnya kekhawatiran terhadap bocornya data pada sistem absensi. |
| Terdapat masalah akurasi deteksi pada teknologi <i>face recognition</i> yang diterapkan pada sistem absensi sehingga sistem tidak mudah menangkap wajah individu yang sedang absen sehingga memakan waktu. | (Alhanaee et al., 2021; Ali et al., 2024; Anwarul & Dahiya, 2020; Bae et al., 2023; Basurah et al., 2023; Bergman et al., 2024; Cavazos et al., 2021; Chaudhari et al., 2023; Gode et al., 2023; Hangaragi et al., 2023; Krishnapriya et al., 2020; P. Kumar et al., 2023; Liu et al., 2015; Painuly et al., 2024; Pattnaik & Mohanty, 2020; Rastogi et al., 2023; Saleem et al., 2023; Sawarkar & | <i>Face recognition</i> mengalami lag dan membutuhkan waktu lebih lama dalam melakukan identifikasi wajah individu. Deteksi pada sistem kurang canggih karena tidak dapat membedakan foto/wajah dalam video dengan wajah asli individu. Akurasi dalam deteksi face recognition rendah sehingga tidak dapat mencocokkan wajah individu dengan data yang ada pada sistem |

| | | |
|---|--|---|
| | Alane, 2024; Sharma et al., 2020; Sharmila et al., 2023; Sonawane et al., 2024; Surantha & Sugijakko, 2024; Terhörst et al., 2023; Ukamaka Betrand et al., 2023; Wu et al., 2023; Y. M. Zhang et al., 2024) | |
| Belum ada penelitian terkait pemanfaatan data yang tersimpan pada sistem absensi untuk <i>data analytics</i> . Sehingga penggunaan data absensi pada <i>data analytic</i> untuk analisis mendalam, prediksi, pemanfaatan untuk menemukan solusi keamanan dan mengembangkan inovasi teknologi integrasi. | (Ab Wahab et al., 2022; Abraham et al., 2020; Aware et al., 2021; Chamikara et al., 2020; Dechen et al., 2024; Gode et al., 2023; Golasangi et al., 2024; Momin et al., 2024; Nguyen-Tat et al., 2024; Oei et al., 2023; Pradyumna et al., n.d.; Raji et al., 2020; Seen Long et al., 2023; A. Singh et al., n.d.; Suriya et al., 2023; Surve et al., 2020; Syamala, 2020; Viswanathan et al., 2024; Y. M. Zhang et al., 2024) | Penelitian fokus pada pembuatan dan pengembangan sistem tanpa menyentuh data yang tersimpan dalam sistem digital. Hasil survei menunjukkan bahwa belum ada penggunaan atau pemanfaatan data absensi yang tersimpan pada sistem. |

Buku ini fokus pada integrasi teknik dan teknologi canggih (*machine learning, deep learning, AI, dan liveness detection*) untuk meningkatkan keamanan menggunakan batasan sebagai berikut:

1. Konteks penelitian hanya pada Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)
2. Data (dataset): Penelitian menggunakan data absensi guru (bukan termasuk data staff atau petugas lain) sebagai dataset penelitian yang diperoleh melalui *attendance system* berbasis *face recognition* yang terpasang di beberapa sekolah SMK.
3. Lingkungan eksperimen penelitian, termasuk pelatihan dan pengujian model, dan prediksi anomali dilakukan pada *notebook Google Colab*.
4. Pengujian keamanan data pada sistem dilakukan untuk menangani percobaan pencurian data dan peretasan data menggunakan prediksi dan deteksi anomali melalui sistem absensi dan analisis data pada sistem absen berbasis *face recognition*.

5. Peningkatan sistem keamanan data dalam database absensi menggunakan enkripsi algoritma AES dan akurasi teknologi *face recognition* untuk menghindari absensi dengan mengimplementasikan teknik *Liveness Detection*.
6. Penggunaan teknik dan model *machine learning*, *Deep learning*, dan *AI*. Model yang digunakan adalah *Decision Tree*, *Naïve Bayes*, *SVM*, *Sgboost*, *SVM*, *Random Forest*, *Neural Network*, *K-Nearest Neighbor*, *Convolution Neural Network*, *One-Class SVM* dan *Isolation Forest* sebagai Ensemble AI.

Unsur kebaruan dari buku ini terletak pada integrasi teknologi machine learning dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah dengan fokus pada peningkatan keamanan sistem absensi dan pengelolaan karyawan berprestasi. Buku ini menjadi salah satu dari sedikit upaya yang menggabungkan teknologi machine learning dengan sistem absensi untuk tujuan tersebut, sehingga memperluas pemahaman dan aplikasi potensial teknologi tersebut dalam konteks manajemen sumber daya manusia.

Tabel 1. 2. Unsur Kebaruan Penelitian

| Topik | GAP | Unsur kebaruan dalam buku ini | Keterangan |
|---|---|---|--|
| Penerapan teknologi face recognition untuk absensi | Teknologi face recognition belum banyak diintegrasikan dengan manajemen proyek. | Integrasi <i>Face Recognition</i> dengan Manajemen Proyek Teknologi Informasi (ITPM). | Pendekatan ini memberikan pandangan baru tentang bagaimana teknologi absensi dapat digunakan secara lebih luas dalam konteks manajemen proyek. Menggabungkan teknologi <i>face recognition</i> dalam sistem absensi dengan <i>Information Technology Project Management</i> (ITPM) memungkinkan evaluasi tidak hanya dari segi kehadiran tetapi juga integrasi dalam manajemen proyek untuk meningkatkan keamanan dan efisiensi. |
| Pengembangan Model Prediktif Pola Absensi untuk keamanan sistem | Dalam penelitian sebelumnya, literatur lebih banyak membahas pengembangan model prediktif menggunakan machine learning untuk prediksi penjualan, prediksi | Pengembangan Model Prediktif Pola Absensi dengan <i>Machine Learning</i> dan <i>Deep Learning</i> untuk meningkatkan keamanan sistem. | Pengembangan model prediksi dalam buku ini lebih kompleks dan lebih akurat dalam memprediksi pola anomali pada sistem absensi menggunakan kombinasi <i>machine learning</i> dan <i>deep learning</i> untuk mencegah dan menemukan indikasi kecurangan dan tanda-tanda yang tidak aaman yang muncul pada |

| | | | |
|--|---|---|---|
| | pola dan tren diluar peningkatan keamanan. | | sistem absensi berbasis <i>face recognition</i> sehingga dapat dicegah lebih dini dan keamanan sistem dapat lebih ditingkatkan. |
| Implementasi Teori DSS | Pada penelitian sebelumnya teori DSS hanya digunakan dan terbatas pada implementasi dalam membangun sebuah sistem bukan untuk melakukan prediksi, ini juga tidak dilakukan pada sistem absensi berbasis <i>face recognition</i> . | Integrasi antara teori <i>Decision Support System</i> (DSS) dan machine learning untuk mendukung prediksi kinerja guru berdasarkan data absensi berbasis <i>face recognition</i> . | Pendekatan ini baru karena menggabungkan teori DSS dengan machine learning untuk memberikan dukungan keputusan yang lebih kuat dalam manajemen kinerja belum pernah dilakukan pada penelitian sebelumnya. |
| Pendekatan Holistik Enkripsi Data dengan AI | Belum ada penelitian yang menggabungkan Enkripsi data menggunakan algoritma AES dengan teknologi AI. Kebanyakan penelitian mengkombinasikan enkripsi data dengan teknik lain untuk keamanan data. | Pendekatan Holistik Enkripsi Data menggunakan algoritma AES dan AI Ensemble untuk menciptakan solusi holistik dalam menjaga keamanan data yang tersimpan pada sistem absensi berbasis <i>face recognition</i> | Buku ini menghadirkan pendekatan baru dalam meningkatkan keamanan sistem absensi yang tidak hanya bergantung pada teknologi pengenalan wajah tetapi juga mengintegrasikan metode enkripsi dan deteksi anomali untuk keamanan data individu yang tersimpan dalam databse sistem absensi |
| Kombinasi teknik <i>liveness detection</i> dengan <i>Deep learning</i> untuk keamanan sistem | Implementasi Teknologi <i>Liveness Detection</i> pada penelitian sebelumnya terbatas pada penentuan akurasi wajah untuk menghindari kepalsuan, dan penelitian yang ada hanya menggunakan satu teknik tanpa menggabungkan dengan teknologi maupun teknik lainnya. Selain itu, teknik ini belum | Mengintegrasikan teknologi <i>liveness detection</i> dengan <i>deep learning</i> untuk meningkatkan keamanan sistem <i>face recognition</i> dalam absensi | Teknologi <i>liveness detection</i> membantu dalam mencegah serangan palsu (<i>spoofing</i>) seperti penggunaan foto, yang merupakan tantangan utama dalam sistem pengenalan wajah konvensional dengan penambahan akurasi deteksi sistem menggunakan <i>deep learning</i> sehingga akurasi <i>face recognition</i> akan lebih tinggi dan akurat, selain itu sistem juga dapat bekerja lebih aman. |

| | | | |
|---|--|---|---|
| | diterapkan dalam keamanan sistem. | | |
| Optimalisasi penggunaan data absensi melalui <i>Data analytic</i> | Pada penelitian sebelumnya, data kehadiran hanya digunakan untuk monitoring absensi tanpa menggali potensi prediktif yang ada. | Optimalisasi pengelolaan dan penggunaan data absensi melalui <i>Data analytic</i> untuk prediksi kinerja dan prestasi guru menggunakan teknik <i>Machine Learning</i> . | Ini merupakan pendekatan baru karena sebelumnya data kehadiran hanya digunakan untuk monitoring absensi tanpa menggali potensi prediktif untuk kinerja guru, selain itu sistem absensi belum memanfaatkan <i>data analytics</i> secara penuh untuk mengoptimalkan proses dan hasilnya. Dengan pendekatan <i>data analytics</i> yang lebih canggih dalam data absensi yang tersimpan pada sistem untuk mengembangkan model prediksi kinerja dan prestasi guru SMK menggunakan teknik machine learning akan mengoptimalkan pengelolaan absensi. |

Dalam bab 1 ini, telah terungkap bahwa manajemen absensi dalam sebuah instansi memiliki peran yang sangat vital dalam meningkatkan produktivitas dan kinerja organisasi. Integrasi teknologi canggih seperti *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan *Artificial Intelligence* dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah dapat memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan akurasi pencatatan kehadiran, dan efisiensi pengelolaan karyawan berprestasi. Namun terdapat beberapa hal yang perlu diatasi, dan dalam buku ini mengidentifikasi gap dalam penelitian sebelumnya terkait kebutuhan akan keamanan sistem absensi, akurasi teknologi *face recognition*, dan pengelolaan karyawan berprestasi. Dengan fokus pada pengembangan sistem absensi yang aman dan andal, serta penerapan teknologi terbaru seperti AI, ML, dan DL, buku ini memberikan kontribusi dalam mengatasi tantangan implementasi teknologi tersebut. Dengan pendekatan yang terintegrasi dan inovatif, buku ini memberikan kontribusi dalam mengatasi tantangan yang dihadapi dalam manajemen absensi modern, khususnya di lingkungan sekolah menengah kejuruan (SMK). Implementasi teknologi ini diharapkan dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan efisiensi waktu dan akurasi absensi bagi para guru SMK melalui sistem absensi berbasis *face recognition* yang digunakan, memberikan landasan yang kokoh untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam manajemen sekolah dan memeberikan solusi sistem absensi yang aman.

BAB 2

IMPLEMENTASI SISTEM

Pada bab ini penulis membahas tinjauan pustaka, dimana beragam aspek penting dalam implementasi sistem absensi berbasis pengenalan wajah akan diulas lebih dalam. Bab ini akan memaparkan secara rinci beberapa topik kunci yang berkaitan dengan teknologi ini. Pertama, penulis akan membahas tentang sistem absensi berbasis pengenalan wajah, yang merupakan fondasi utama dari buku ini. Selanjutnya, penulis akan menyelidiki peran teknologi *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI) dalam pengembangan sistem dibagian Kemudian, penulis akan mengulas tentang pentingnya deteksi *liveness* dalam menjaga keamanan dan keandalan sistem. Topik berikutnya yang akan dijelajahi adalah keamanan data dan penggunaan enkripsi untuk melindungi informasi sensitif pengguna. Penulis juga akan mengeksplorasi konsep sistem *reward* dan *punishment* dalam konteks manajemen karyawan. Selanjutnya, penulis akan membahas manajemen proyek teknologi informasi (IT *project Management*) yang terkait dengan implementasi teknologi pengenalan wajah (*face recognition*) serta tantangan dan manajemen risiko yang terkait dengan hal tersebut. Terakhir, penulis akan membahas integrasi teknologi ini dalam manajemen sumber daya manusia, dan menyoroti dampaknya pada pengelolaan tenaga kerja di era digital saat ini. Dengan menggali setiap aspek ini, penulis berharap dapat memberikan wawasan mendalam tentang kompleksitas dan potensi sistem absensi berbasis pengenalan wajah dalam konteks manajemen organisasi modern.

2.1 KONSEP SISTEM ABSENSI BERBASIS *FACE DETECTOR*

Sistem absensi modern telah berkembang dari metode manual menjadi sistem yang lebih otomatis dan terintegrasi. Salah satu inovasi terbaru dalam manajemen absensi adalah sistem absensi berbasis pengenalan wajah (*face recognition*). Teknologi ini menggunakan algoritma kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*) untuk memverifikasi identitas karyawan melalui fitur wajah individu, memberikan cara yang lebih aman dan efisien untuk mencatat kehadiran (AbdELminaam et al., 2020; P. T. Kim & Bodie, 2020). Sistem ini menawarkan banyak keunggulan dibandingkan metode tradisional (Abraham et al., 2020; Bah & Ming, 2020; Pattnaik & Mohanty, 2020; Trivedi et al., 2022). Keuntungan utama penggunaan sistem *face recognition* dalam manajemen absensi adalah peningkatan akurasi dan keamanan.

Dalam hal ini penggunaan *face recognition* akan sulit untuk dipalsukan orang lain, terlebih dalam hal identitas. Menurut (Anwarul & Dahiya, 2020; Cavazos et al., 2021; Gode et al., 2023), keakuratan sistem *face recognition* mencapai tingkat yang sangat tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang tidak ideal atau perubahan dalam penampilan fisik seseorang, namun ini membutuhkan integrasi teknologi canggih lainnya. Menurut (Babu Jha et al., 2023; Dang, 2023), sistem absensi berbasis *face recognition* memungkinkan pengenalan wajah secara otomatis, mengurangi interaksi fisik dan mengganti kartu absensi atau kunci yang biasanya cukup memakan waktu, sehingga ini akan mempermudah dan mempercepat proses absensi.

Survei yang dilakukan oleh (Golasangi et al., 2024) menunjukkan bahwa teknologi *face recognition* cukup andal dan efisien dalam merekam kehadiran karyawan. Selain itu, (Gacutan Bangayan et al., 2023; Rohini et al., 2022) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ini dapat menghasilkan penghematan biaya yang signifikan bagi perusahaan, ini dapat dilihat dari kebutuhan akan infrastruktur fisik seperti mesin absensi atau kartu identitas dapat menghemat biaya yang cukup signifikan. Teknologi ini juga dapat meningkatkan pengalaman pengguna melalui kecepatan proses absensi dan pengurangan kebutuhan waktu oleh karyawan untuk melakukan prosedur administratif. Ini didukung dengan penelitian (Achmad et al., 2022; Raji et al., 2020; Rastogi et al., 2023; Viswanathan et al., 2024) yang menegaskan bahwa, teknologi *face recognition* cukup berguna dalam mengurangi antrian pada waktu absensi sehingga lebih menghemat waktu dan karyawan dapat melakukan absensi secara tepat waktu. Dengan demikian, potensi manfaatnya dalam manajemen absensi membuatnya menjadi solusi yang menarik bagi banyak organisasi. Walaupun memiliki berbagai kelebihan, penggunaan sistem *face recognition* pada absensi juga dihadapkan pada tantangan tertentu. Salah satunya adalah masalah privasi dan keamanan data. Penelitian oleh (Dang, 2023; Gode et al., 2023; Shukla et al., 2023) menyoroti masalah terkait pengumpulan dan penggunaan data biometrik yang sensitif pada data wajah karyawan. Hal ini menimbulkan pertanyaan etis tentang bagaimana data tersebut disimpan, diakses, dan dilindungi dari penyalahgunaan atau pelanggaran keamanan. Selain tantangan tersebut, juga terdapat tantangan teknis, misalnya, kesulitan dalam mengatasi variasi dalam penampilan wajah manusia yang berubah bentuknya (berkumis, berubah penampilan karena berat badan bertambah atau berkurang dengan drastis dan lain sebagainya).

Menurut (Dang, 2023), teknologi *face recognition* memiliki beberapa batasan karena harus di kombinasikan dengan teknologi lainnya untuk dapat digunakan secara *real-time*. Selain itu, sensitivitas teknologi *face recognition* terhadap variasi pencahayaan, pose, dan ekspresi wajah cukup lemah sehingga mengakibatkan kesalahan dalam pengenalan individu (Bartakke

et al., 2024; Sawarkar et al., 2024; Viswanathan et al., 2024), sehingga perlu ditemukan solusi agar fungsi teknologi *face recognition* ini semakin efisien. (Babu Jha et al., 2023; Gaikwad et al., 2024; Gupta et al., 2024) menunjukkan bahwa sistem ini rentan terhadap kesalahan identifikasi ketika menghadapi variasi dalam pencahayaan, ekspresi wajah, atau perubahan fisik yang alami. Disisi lain, penelitian (Raji et al., 2020; Sochima et al., 2021) menyoroti risiko penggunaan teknologi *face recognition* dalam konteks privasi data, terutama terkait dengan penggunaan data biometrik yang dapat diakses oleh pihak-pihak yang tidak berwenang. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi yang lebih canggih dan adaptif diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan meningkatkan kinerja sistem pada *face recognition* yang diterapkan pada sistem absensi, yang dalam buku ini diantaranya adalah *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan *Artificial Intelligence*.

2.2 MACHINE LEARNING (ML)

Machine learning (ML) merupakan bagian dari *Artificial Intelligence* (AI) yang memungkinkan sistem untuk belajar dari data, mengidentifikasi pola, dan membuat keputusan dengan sedikit atau tanpa intervensi manusia. Algoritma *machine learning* dapat dikategorikan menjadi tiga tipe utama: *supervised learning*, *unsupervised learning*, dan *reinforcement learning*. *Supervised learning* menggunakan data berlabel untuk melatih model pada input-output pairs, misalnya regresi linear dan klasifikasi dengan *Support Vector Machine* (SVM). *Unsupervised learning* menangani data tanpa label untuk menemukan struktur atau pola tersembunyi dalam data. *Machine learning* telah merevolusi berbagai sektor dengan memungkinkan prediksi yang akurat dan analisis data yang mendalam. Dalam konteks prediksi, beberapa model *machine learning* digunakan untuk meramalkan tren diberbagai bidang. Misalnya, pada bidang retail, *machine learning* dimanfaatkan untuk personalisasi rekomendasi produk, manajemen inventaris, dan optimisasi rantai pasokan. Dibiidang keuangan, algoritma ML membantu dalam deteksi fraud, analisis kredit, dan prediksi pasar saham. (Khan et al., 2022; Nikou et al., 2019), berhasil melakukan prediksi harga pada pasar menggunakan beberapa *classifier machine learnig* berbeda. (Sarkar et al., 2023; X. Zhang et al., 2023) melakukan optimisasi keuntungan menggunakan *deep learning* yang di kombinasikan dengan *machine learning* pada *e-commerce*. (Rohaani et al., 2022; C. Sun et al., 2021) melakukan prediksi jual beli online, (Rausch et al., 2022) juga berhasil mengimplementasikan model ML untuk prediksi *shopping cart*. Penggunaan Lebih lanjut lagi, *machine learning* dimanfaatkan untuk melakukan analisis, misalnya, (Nguyen et al., 2023) memanfaatkan *machine learning* untuk menganalisis

proposal penjualan, hasilnya menunjukkan bahwa *machine learning* mampu melakukan analisis dan membuat keputusan untuk menerima atau menolak proposal penjualan yang diajukan.

Machine learning juga diterapkan untuk memecahkan masalah kompleks yang sulit dipecahkan dengan pendekatan tradisional. Di bidang kesehatan, ML digunakan untuk diagnosa penyakit, personalisasi perawatan pasien, dan analisis citra medis. Dalam hal ini, (Kasula, 2021) dan (Krishna Suryadevara, 2023) memanfaatkan ML untuk melakukan prediksi penyakit diabetes, (Zhu et al., 2020) juga menggunakan ML untuk memprediksi kanker, (B. Zhao et al., 2023) menggunakan ML untuk memprediksi resiko pada pangan, dan (Bali & Mansotra, 2024) memanfaatkan ML untuk prediksi penyakit mata. Selain penggunaannya pada prediksi penyakit, ML juga digunakan untuk mendeteksi pola. (Husnain et al., 2024) menyatakan bahwa AI dan ML dapat melakukan deteksi pola, identify biomarkers, and prediksi penyakit dengan akurasi yang tak terduga. (Nanda et al., 2017) juga memanfaatkan *machine learning* untuk memprediksi pola serangan jaringan, (Lei et al., 2021; Olu-Ajayi et al., 2022; Somu et al., 2021) memanfaatkan *machine learning* sebagai model prediksi konsumsi energi. Dalam industri manufaktur, *machine learning* juga dimanfaatkan untuk memprediksi kinerja karyawan perusahaan. Misalnya, (Cheng et al., 2024; Lather et al., 2019; Pathak et al., 2023) memanfaatkan *machine learning* sebagai model prediksi.

Teknik *Machine Learning* telah menjadi pendekatan yang populer dalam menangani masalah dan mengidentifikasi pola-pola yang tersembunyi. Melalui algoritma ML perusahaan dapat menganalisis data absensi karyawan secara holistik dan mendeteksi anomali serta pola yang signifikan. (Mallikarjunaradhya et al., 2023) menunjukkan bahwa menggunakan teknik *machine learning* seperti klustering, dapat meningkatkan akurasi dalam prediksi beberapa pola yang memungkinkan pengambilan keputusan secara proaktif. Walaupun bukan bidang industri, namun, (Mallikarjunaradhya et al., 2023) menggunakan model clustering dari ML untuk melakukan prediksi sebuah kerusakan dan cancer dalam bidang kesehatan. Sedangkan (Ozcan & Peker, 2023) menggabungkan model klasifikasi dan regresi dari teknik *machine learning* untuk membuat model dan prediksi pada penyakit jantung. Pentingnya penggunaan teknik ML juga dijelaskan oleh (Adeoye, 2024; Y. Zhao et al., 2020) yang menyoroti penggunaan teknik *machine learning* dalam menganalisis dan memprediksi kinerja karyawan dalam sebuah perusahaan. Sementara itu, (Rastogi et al., 2023; Tian et al., 2023) mengeksplorasi integrasi teknik *machine learning* pada optimasi kinerja, *recruitment system* dan sistem absensi karyawan. Penerapan model *machine learning* untuk model prediksi telah membawa manfaat

yang signifikan dalam berbagai konteks, termasuk prediksi kinerja karyawan, prediksi penjualan, analisis risiko, dan lainnya. (Z. Y. Chen et al., 2022; Kothapalli et al., 2023; Lahmiri et al., 2023) memanfaatkan *machine learning* sebagai model prediksi untuk penjualan dan pembelian barang, disisi lain Chaubey (Chaubey et al., 2023) memanfaatkan *machine learning* sebagai alat prediksi kebiasaan pembelian pelanggan. (Ishibashi, 2024; Shinohara et al., 2024; Suryadevara, 2023; B. Zhao et al., 2023) menggunakan *machine learning* untuk memprediksi dan menganalisis resiko.

Dalam konteks pengembangan model prediksi, model-*machine learning* dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja karyawan, memprediksi kinerja masa depan, dan memberikan rekomendasi untuk langkah-langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan kinerja. Misalnya, (Bharadiya & Bharadiya, 2023) menunjukkan bahwa ML diintegrasikan dengan AI pada *business intelligence* untuk menemukan pola dan tren yang ada. (Al Ka'bi, 2023; Asselman et al., 2023; Elbasi et al., 2023) memanfaatkan ML sebagai model prediksi di berbagai bidang. Dalam pengembangan model prediksi pada buku ini, model ML akan mempelajari data kehadiran dan kinerja guru yang ada untuk membuat prediksi terkait guru yang berprestasi dan yang perlu dibina di masa mendatang. Dalam konteks ini, setiap model memiliki kelebihan dan kelemahan yang berbeda, sehingga pemilihan model yang sesuai menjadi hal yang sangat penting untuk mendapatkan hasil prediksi yang akurat dan dapat diandalkan.

Beberapa penelitian terbaru dalam pengembangan model prediktif untuk sistem kehadiran juga mulai menggabungkan teknologi *machine learning* dengan pendekatan yang lebih maju seperti *deep learning*. Misalnya, studi oleh (Ali, Diwan, et al., 2024; Barhate et al., 2024) menggunakan *machine learning* dan *deep learning* untuk mendeteksi dan mengenali wajah dalam gambar absensi secara akurat. Penelitian serupa oleh (Budiman et al., 2022; Nagagopiraju et al., 2024; Sawarkar & Alane, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan teknik *deep learning* dan *machine learning* dalam sistem kehadiran dapat meningkatkan tingkat akurasi identifikasi individu secara signifikan dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Selain itu, terdapat penelitian yang fokus pada pengembangan model prediktif yang lebih kompleks untuk memprediksi kehadiran individu dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti faktor cuaca, jadwal karyawan, dan faktor-faktor eksternal lainnya. Misalnya, penelitian oleh (Arboretti et al., 2024; Nasiri Khiavi, 2024) menggabungkan berbagai data dengan data cuaca menggunakan teknik *ensemble learning* untuk memprediksi kehadiran, dan pembelian dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi. Temuan-temuan dari penelitian-buku ini menunjukkan

potensi besar dari pendekatan machine learning yang lebih maju dalam meningkatkan efektivitas dan ketepatan sistem kehadiran, serta menawarkan pandangan yang lebih komprehensif tentang bagaimana faktor-faktor eksternal dapat memengaruhi kehadiran.

Buku ini akan menerapkan penggunaan algoritma regresi dan pengolahan data lanjutan, dan menghasilkan model prediktif yang mampu mengidentifikasi pola-pola yang muncul khususnya pola absensi yang memiliki keterkaitan dengan berbagai variabel eksternal yang berdampak pada perusahaan dalam merencanakan strategi pengelolaan sumber daya manusia yang lebih efektif. Dengan menggabungkan teknik ML, model prediktif dapat secara akurat dihasilkan untuk memprediksi pola yang muncul dalam penelitian berdasarkan lingkungan kerja fisik. Dalam hal ini, beberapa model *machine learning* akan digunakan untuk memprediksi pola absensi pada sistem basensi berbasis *face recognition* untuk melihat tren dan pola-pola yang terbentuk berdasarkan kategori karyawan, sehingga dimasa depan, hasil prediksi dapat digunakan sebagai acuan untuk pengambilan keputusan. Untuk beberapa model ML yang diterapkan dalam buku ini termasuk dan tidak terbatas pada *Support Vector Machine (SVM)*, *Decision Tree (DT)*, *Random Forest (RF)*, *Naïve Bayes*, dan *XGboost*. Ini menunjukkan bahwa, pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk secara efektif mengidentifikasi pola-pola yang tidak terduga dan mengambil tindakan korektif yang sesuai sehingga mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional secara keseluruhan.

2.3 DEEP LEARNING (DL)

Seiring dengan perkembangan teknologi, *deep learning* muncul sebagai sub-bidang dari *machine learning* yang fokus pada penggunaan *neural networks* dengan banyak lapisan (*deep neural networks*) untuk menangani data yang sangat kompleks dan berukuran besar. *Deep learning* menunjukkan keunggulannya dalam berbagai aplikasi seperti pengenalan citra, *Natural Language Processing (NLP)*, dan analisis video. *Neural Network (NN)* dalam *deep learning* juga mampu mempelajari representasi fitur yang lebih kompleks dibandingkan algoritma *machine learning* tradisional. Pengembangan model *deep learning* seringkali memerlukan data dalam jumlah besar dan komputasi yang lebih intensif dibandingkan dengan model *machine learning* tradisional seperti *Random Forest* atau *XGBoost*. Namun, kemampuan *deep learning* untuk mengekstrak fitur dari data mentah dan menangani data yang tidak terstruktur menjadikannya sangat *powerful* dalam prediksi dan penerapan di berbagai bidang. Dengan kemajuan dalam hardware dan algoritma optimasi, *deep learning* terus memperluas

batas kemampuan *machine learning*, menjadikannya alat yang tak tergantikan dalam analisis data modern dan AI.

Dalam memprediksi tren kehadiran pada sistem berbasis pengenalan wajah, model *deep learning*, terutama *Convolutional Neural Networks* (CNN) dan *Recurrent Neural Networks* (RNN), memainkan peran kritis. CNN sangat mahir dalam pemrosesan gambar dan dapat meningkatkan akurasi pengenalan wajah, memastikan pelacakan kehadiran yang andal. Dengan mengekstrak dan mempelajari fitur-fitur kompleks dalam gambar wajah, CNN meningkatkan proses identifikasi dan verifikasi yang merupakan dasar dari sistem absensi. RNN dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) networks, di sisi lain, unggul dalam prediksi urutan, menjadikannya ideal untuk meramalkan tren kehadiran. Model-model ini dapat menangkap ketergantungan temporal dan pola dalam data kehadiran dari waktu ke waktu, belajar dari perilaku masa lalu untuk memprediksi kejadian di masa depan. Dengan memanfaatkan catatan kehadiran historis, RNN dapat menghasilkan prakiraan yang mempertimbangkan fluktuasi temporal dan tren musiman. Pendekatan *deep learning* ini menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk memahami dan memprediksi pola kehadiran, memastikan institusi dapat lebih siap menghadapi variasi tingkat kehadiran dan mengoptimalkan efisiensi operasional. Namun dalam buku ini, *deep learning* tidak di fokuskan pada identifikasi wajah pada sistem absensi berbasis *face recognition*, teknologi ini akan digunakan untuk menambah tingkat akurasi pada prediksi pola kehadiran karyawan melalui sistem absensi perusahaan yang nantinya akan memberikan pemahaman yang komprehensif terkait hasil prediksi dengan akurasi yang tinggi yang dapat diimplementasikan dalam sebuah sistem yang terintegrasi secara real time.

Berkaitan dengan teknologi *face recognition* pada sistem absensi, arsitektur *Deep Neural Network* (DNN), seperti *Convolutional Neural Networks* (CNN), dimanfaatkan untuk mempelajari fitur-fitur wajah secara otomatis dan dengan akurasi yang tinggi dari sejumlah besar data (Karatay et al., 2024; Lee & Yoo, 2023). Keunggulan metode ini terletak pada kemampuannya untuk mengidentifikasi nuansa kompleks dalam data visual yang tidak dapat ditangkap dengan teknik pemrosesan gambar tradisional. Dalam konteks sistem manajemen absensi, integrasi teknologi pengenalan wajah berbasis *deep learning* menawarkan solusi yang lebih efisien dan akurat dibandingkan metode konvensional. Sistem absensi yang memanfaatkan pengenalan wajah tidak hanya meminimalkan kebutuhan akan interaksi fisik tetapi juga mengurangi potensi kesalahan atau kecurangan yang mungkin terjadi dengan sistem manual (Babu Jha et al., 2023; Ukamaka Bertrand et al., 2023). Menurut (Achmad et al., 2022; Z. Chen et al., 2023; Ikromovich & Mamatkulovich, 2023; Mohammed Sahan et al., 2023;

Rahim et al., 2023) teknologi CNN ini dapat diintegrasikan dan dilatih untuk mengidentifikasi wajah dengan akurasi yang tinggi, bahkan dalam kondisi yang berbeda seperti pencahayaan yang buruk atau variasi pose. Penggunaan teknologi ini dalam sistem absensi memungkinkan perekaman kehadiran karyawan secara *real-time*, memberikan keamanan data yang lebih baik dan memudahkan administrasi (Painuly et al., 2024; RajaSekhar et al., 2023). Dengan demikian, adopsi *deep learning* dalam sistem pengenalan wajah untuk absensi tidak hanya meningkatkan keakuratan sistem tetapi juga membantu dalam menjaga integritas data dan mempercepat proses administratif secara keseluruhan. Penggunaan *deep learning* dalam pengenalan wajah telah membuka peluang baru untuk meningkatkan kinerja sistem *face recognition* dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem manajemen absensi.

Integrasi *Deep Learning* dalam sistem pengenalan wajah merepresentasikan kemajuan teknologi yang signifikan untuk meningkatkan keamanan dan efektivitas. *Deep Learning* memberikan kemampuan untuk menginterpretasi dan memproses gambar wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi, melalui pembelajaran dari jumlah data yang besar untuk mengidentifikasi fitur-fitur wajah secara detail (Abd El-Rahiem et al., 2023; Bisogni et al., 2023; Karnati et al., 2023; Mamieva et al., 2023; Meena et al., 2024; Sarvakar et al., 2023). Dalam buku ini, *deep learning* akan diintegrasikan bersama dengan teknologi *liveness detection* untuk sistem absensi berbasis *face recognition*. Dimana, *Liveness Detection* akan menambahkan lapisan keamanan tambahan dengan memastikan bahwa objek yang dianalisis adalah subjek hidup, bukan foto atau video (Lavens et al., 2023; Y. Zhang, Zheng, et al., 2023). Ini dilakukan melalui teknik seperti analisis gerakan, deteksi kedipan mata, atau pengukuran respons termal, yang sulit untuk dipalsukan. Kombinasi kedua teknologi ini sangat berharga dalam aplikasi keamanan dimana keaslian dan verifikasi identitas pengguna adalah hal yang kritis, seperti sistem kontrol akses atau verifikasi transaksi online.

2.4 ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI)

AI merupakan simulasi kecerdasan manusia dalam mesin yang diprogram untuk berpikir dan belajar. Implementasi AI dalam buku ini mencakup penggunaan algoritma *machine learning* dan *deep learning* untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem absensi, serta mengembangkan model yang adaptif terhadap perubahan pola kehadiran dan potensi serangan. Dalam kaitannya dengan keamanan dan buku ini, AI akan digunakan untuk melakukan deteksi anomali pada sistem absen dan data absensi. Deteksi anomali merupakan salah satu pendekatan utama dalam keamanan siber untuk mengidentifikasi perilaku yang tidak biasa atau

mencurigakan dalam sistem informasi. Melalui analisis pola-pola aktivitas yang tidak normal, deteksi anomali mampu memberikan informasi terkait tanda penyerangan dari pihak yang tidak dikenal sekaligus melindungi sistem dari pelanggaran keamanan. Menurut (Moustafa et al., 2023; Yaseen, 2023), deteksi anomali memainkan peran kunci dalam pertahanan siber modern, memungkinkan organisasi untuk menanggapi ancaman dengan cepat dan efektif.

Teknik-teknik deteksi anomali yang menggunakan algoritma *machine learning*, pengolahan sinyal, dan analisis statistik telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi anomali dalam data lalu lintas jaringan, log keamanan, dan perilaku pengguna. Salah satu pendekatan yang umum digunakan dalam deteksi anomali adalah analisis perilaku. Menurut (Shreeshha et al., 2023), analisis perilaku melibatkan pemodelan pola perilaku normal dan mencari deviasi yang signifikan dari pola tersebut, yang dapat mengindikasikan adanya serangan atau pelanggaran keamanan. Metode seperti deteksi *outlier*, *clustering*, dan *machine learning* digunakan untuk mengidentifikasi anomali dalam data. Selain itu, deteksi anomali juga dapat dilakukan dengan menggunakan teknik deteksi tanda tangan. Menurut (Alonso et al., 2022; Nawaal et al., 2024; Praseed & Thilagam, 2022), deteksi tanda tangan melibatkan pencocokan pola data dengan tanda tangan yang diketahui dari serangan yang diketahui sebelumnya. Dengan membandingkan data yang diamati dengan tanda tangan yang diketahui, sistem dapat mengidentifikasi serangan yang sudah dikenal dan mengambil tindakan yang sesuai.

Penerapan AI dalam deteksi anomali telah menjadi fokus utama dalam melindungi sistem informasi dari serangan dan pelanggaran data. Deteksi anomali menggunakan teknik-teknik AI untuk mengidentifikasi pola-pola yang tidak biasa mampu membantu organisasi dalam mengamankan sistem. Menurut (Yaseen, 2023) dan (Wurzenberger et al., 2024), deteksi anomali merupakan bagian penting dari keamanan informasi modern, yang memungkinkan identifikasi perilaku yang tidak wajar atau mencurigakan dalam data. Metode deteksi anomali yang menggunakan teknik-teknik AI, seperti algoritma *machine learning*, *neural-networks*, dan *clustering*, telah terbukti efektif dalam mengenali pola-pola yang tidak biasa dalam data kehadiran. Salah satu model AI yang sering digunakan dalam deteksi anomali adalah metode *machine learning* berbasis pengawasan (*supervised learning*). Menurut (Abdelli et al., 2022; Abusitta et al., 2023; Akcay et al., 2022; Ibrahim et al., 2022; Landauer et al., 2023; Thapa & Arjunan, 2024; H. Xu et al., 2023; Yu et al., 2023), model *machine learning* seperti *Support Vector Machines* (SVM) dan *Decision Trees* telah berhasil diimplementasikan dalam deteksi anomali, dengan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengenali pola-pola yang tidak biasa. Selain itu, menurut (Molan et al., 2023; Perini et al., 2023; Surianarayanan et al., 2024) dan (Bilakanti

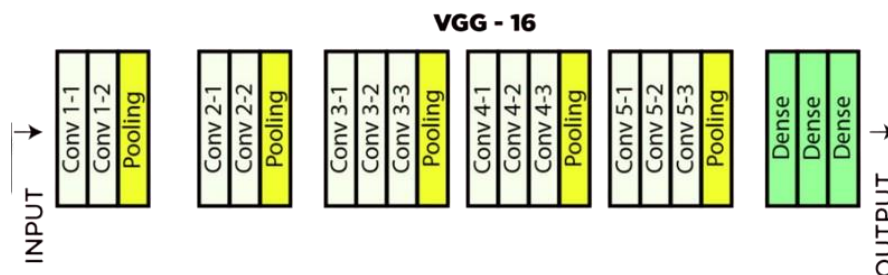
et al., 2024), metode *machine learning* tanpa pengawasan (*unsupervised learning*) juga sering digunakan dalam deteksi anomali. Menurut Ali et al. (Ali, Scandurra, et al., 2024), teknik-teknik *clustering* seperti *K-means* dan DBSCAN (*Density-Based Spatial Clustering Algorithm with Noise*) telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi kelompok-kelompok yang tidak biasa atau mencurigakan dalam data, yang dapat mengindikasikan adanya anomali. Dengan mengintegrasikan teknik *AI* dalam sistem kehadiran, organisasi akan dapat meningkatkan keamanan data mereka dengan mendeteksi dan mencegah potensi pencurian data. Melalui pemantauan yang cermat dan analisis pola-pola yang tidak biasa, sistem dapat menjadi lebih tangguh terhadap ancaman dan serangan yang mengancam kerahasiaan dan integritas data.

2.5 LIVENESS DETECTION

Teknologi *Liveness Detection* muncul sebagai komponen penting dalam sistem keamanan biometrik, terutama dalam aplikasi pengenalan wajah. Teknologi ini bertujuan untuk membedakan antara wajah manusia yang hidup (wajah manusia secara *real-time*) dan foto/gambar. Seiring dengan *Artificial Intelligence* dan *machine learning* yang terus berkembang, algoritma *Liveness Detection* ini juga menjadi semakin canggih, mampu mendeteksi tanda-tanda kehidupan yang halus seperti gerakan wajah, kedipan mata, dan perubahan tekstur kulit (Khairnar et al., 2023; Yao et al., 2023). Penerapan *Liveness detection* tidak terbatas pada konteks keamanan tradisional tetapi meluas ke berbagai domain, termasuk sistem manajemen absensi. Mengintegrasikan teknologi *Liveness detection* ke dalam sistem absensi akan meningkatkan akurasi dan keandalan catatan kehadiran karyawan, ini mampu menghilangkan risiko pelanggaran data, selain itu, data yang terkumpul juga dapat disimpan dan dilindungi dengan metode verifikasi yang lebih ketat dan canggih (Basurah et al., 2023; Kuznetsov et al., 2024; Surantha & Sugijakko, 2024; Y. Zhang, Zheng, et al., 2023).

Dalam konteks ini, selain menyederhanakan proses administratif, adopsi teknologi juga mampu memperkuat akuntabilitas dan transparansi praktik manajemen tenaga kerja, sehingga membentuk lingkungan kerja yang lebih efisien dan aman. Ini sejalan dengan (Kuznetsov et al., 2024) yang menyatakan bahwa, penerapan teknologi *Liveness Detection* menawarkan lapisan pertahanan yang vital terhadap kegiatan penipuan, memperkuat keandalan dan kepercayaan sistem otentikasi biometrik di berbagai sektor. Namun, untuk meningkatkan akurasi dan ketepatan deteksi, dibutuhkan kombinasi dengan teknologi canggih lainnya (Lavens et al., 2023). Dalam konteks buku ini, *deep learning* dipilih sebagai salah satu pendekatan umum. *Deep learning* memungkinkan sistem untuk belajar secara mandiri dari data yang kompleks dan

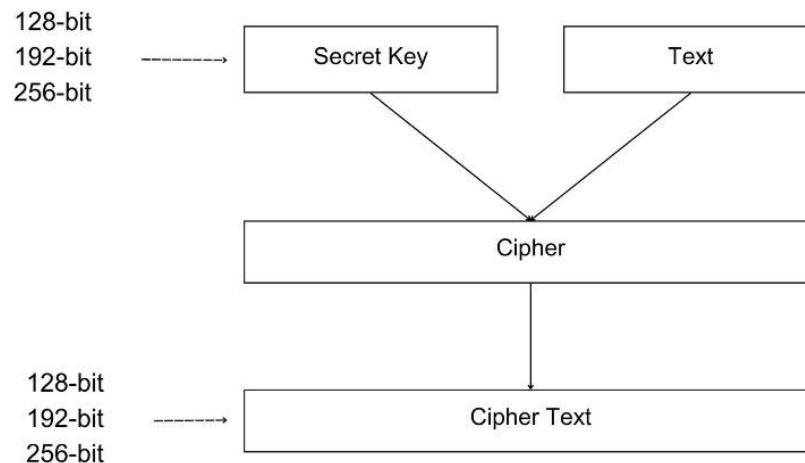
bervariasi, sehingga meningkatkan kemampuan teknologi *Liveness Detection* dalam mengenali tanda-tanda kehidupan yang canggih (Shlezinger et al., 2023). Dengan memanfaatkan kekuatan *Deep Learning*, teknologi *Liveness Detection* dapat terus berkembang dan menghadirkan solusi keamanan biometrik yang lebih canggih dan andal. Dalam buku ini, teknologi *liveness detection* akan digabungkan dengan *deep learning* untuk memastikan bahwa wajah yang terdeteksi adalah asli dan bukan hasil manipulasi. Sistem ini menawarkan beberapa keunggulan, termasuk peningkatan akurasi, efisiensi, dan keamanan dalam pencatatan absensi. Namun, tantangan seperti privasi dan keamanan data perlu diatasi melalui metode enkripsi dan deteksi anomali yang canggih. Dalam hal ini, model arsitektur deep learning yang digunakan adalah VGG-16. VGG16 adalah salah satu arsitektur jaringan saraf konvolusional (CNN) yang populer dalam pengolahan citra. Arsitektur VGG16 terdiri dari 16 lapisan yang terdiri dari lapisan konvolusi, lapisan aktivasi ReLU, dan lapisan pooling maksimum, diikuti oleh beberapa lapisan fully connected (FC) atau *densely connected*, dan terakhir adalah lapisan output. Untuk arsitektur VGG-16 dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Arsitektur VGG-16 yang digunakan dalam penelitian

Keamanan Data Dan Enkripsi

Keamanan data pada sistem absensi berbasis *face recognition* sangat penting karena melibatkan informasi sensitif seperti data biometrik wajah dan waktu kehadiran. Privasi data biometrik harus dijaga dengan baik agar tidak diakses atau disalah-gunakan oleh pihak yang tidak berwenang. Selain itu, integritas data harus dijaga agar catatan kehadiran tetap akurat dan tidak dapat dimodifikasi tanpa otorisasi. Akses ke data absensi harus dibatasi hanya kepada pihak yang berwenang melalui implementasi kontrol akses yang ketat. Keamanan data juga harus dijamin selama penyimpanan dan transmisi untuk mencegah intersepsi dan pencurian oleh pihak ketiga yang tidak berwenang.



Gambar 2.2. Konsep Enkripsi menggunakan algoritma AES

Teori kriptografi dan enkripsi data merupakan komponen dasar dalam memastikan keamanan data dalam sistem informasi modern. Kriptografi, mencakup berbagai teknik dan prinsip yang bertujuan untuk mengamankan komunikasi dan melindungi data dari akses yang tidak sah. Enkripsi data, sebagai aplikasi kunci dari kriptografi, melibatkan transformasi data teks biasa (*text*) menjadi teks terenkripsi (*ciphertext*) menggunakan algoritma kriptografi dan kunci, sehingga membuatnya tidak dapat dimengerti oleh siapapun tanpa kunci dekripsi yang sesuai. Menurut (Tsantikidou & Sklavos, 2024), kriptografi merupakan landasan dari keamanan *cyber modern*, menyediakan mekanisme untuk kerahasiaan, integritas, otentikasi, dan tidak bisa disangkal dalam proses pertukaran data. Enkripsi, sebagai alat fundamental dalam kriptografi, memainkan peran penting dalam melindungi informasi sensitif dari penyadap dan lawan.

Enkripsi melibatkan algoritma enkripsi, yang merupakan metode matematika untuk mengubah *plaintext* menjadi *ciphertext* dan sebaliknya, serta kunci enkripsi, yang merupakan nilai yang digunakan dalam proses enkripsi dan dekripsi. Misalnya dalam buku ini adalah algoritma AES, konsep enkripsi algoritma AES dapat dilihat melalui Gambar 2.2. Keamanan data sangat bergantung pada kerahasiaan dan kompleksitas kunci yang digunakan. *Advanced Encryption Standard (AES)* merupakan salah satu algoritma enkripsi yang terkenal dan banyak digunakan dalam keamanan data, bahkan banyak para peneliti yang mulai mengembangkan algoritma ini. AES mengenkripsi data dalam blok berukuran 128-bit dan mendukung panjang kunci 128, 192, dan 256-bit, dengan tingkat keamanan yang meningkat seiring panjangnya kunci. Proses enkripsi AES melibatkan serangkaian transformasi matematis yang kompleks, termasuk substitusi, permutasi, dan operasi lain. Dalam implementasi enkripsi AES pada sistem absensi berbasis *face recognition*, data biometrik wajah yang dikumpulkan dari kamera diubah

menjadi format digital dan dienkripsi menggunakan AES sebelum disimpan dalam basis data. Data yang ditransmisikan antara perangkat pengenalan wajah dan server juga dienkripsi menggunakan AES untuk melindunginya dari intersepsi. Pengelolaan kunci enkripsi harus dilakukan dengan aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang, menggunakan sistem manajemen kunci yang terpusat dan aman. Dengan menerapkan enkripsi AES, sistem absensi berbasis face recognition dapat melindungi data biometrik dan informasi kehadiran dari ancaman keamanan, memastikan bahwa data tetap rahasia dan aman selama penyimpanan dan transmisi.

Seperti yang diuraikan oleh (Assa-Agyei et al., 2023; Priyanka Brahmaiah et al., 2023; S. Jenifa Sabeena, 2023), AES merupakan sebuah *cipher* blok kunci simetris yang sangat baik dan cukup efisien dalam mengamankan data. Dalam sebuah survei yang dilakukan pada tahun 2019, Patel (Patel, 2019) menyatakan bahwa algoritma AES memiliki performa yang baik ketika digunakan pada berbagai ukuran file. AES beroperasi pada blok data berukuran tetap, mengenkripsi *plaintext* menjadi *ciphertext* menggunakan kunci simetris, yang harus dijaga kerahasiaannya untuk memastikan komunikasi yang aman. (Seth et al., 2022; Susmitha et al., 2023), menegaskan bahwa enkripsi merupakan langkah kontrol kritis dalam melindungi data pada saat diam, transit, dan penggunaan, sehingga menjaga informasi sensitif dari ancaman luar dan ancaman dari dalam. Selain itu, integrasi algoritma enkripsi dalam kerangka kerja keamanan data meningkatkan ketahanan organisasi terhadap ancaman siber yang berkembang dan kebutuhan kepatuhan regulasi.

Menurut (Obert et al., 2019; Susanto et al., 2021), enkripsi tidak hanya menjaga kerahasiaan data tetapi juga memfasilitasi berbagi data yang aman dan kolaborasi antara pemangku kepentingan, memupuk kepercayaan dan integritas dalam ekosistem digital. Penelitian oleh (Adeniyi et al., 2023; Gudimetla, 2024; H. Liu, 2024; Mohammed et al., 2024; Pratomo et al., 2023) menunjukkan bahwa implementasi enkripsi AES dalam sistem informasi dapat meningkatkan keamanan data yang cukup tinggi, dan ini menjadikannya pilihan yang tepat untuk diterapkan pada sistem absensi. Dalam kaitannya dengan data buku ini, enkripsi akan dilakukan menggunakan algoritma AES pada data yang tersimpan dalam sistem absensi yang digunakan. Sehingga kerahasiaan data, termasuk data identitas dan kehadiran guru dalam sistem absensi berbasis *face recognition* dapat terlindungi dengan baik dari pencurian.

Sistem Reward dan Punishment dalam Manajemen Absensi Karyawan

Sistem *reward* dan *punishment* merupakan konsep penting dalam psikologi dan manajemen yang digunakan untuk memotivasi perilaku tertentu dalam lingkungan organisasi

(B. F. Skinner, 1965). *Reward*, atau penghargaan, digunakan untuk memperkuat perilaku positif dengan memberikan insentif atau penghargaan ketika karyawan menunjukkan kinerja yang baik atau mencapai tujuan tertentu. Sebaliknya, *punishment*, atau hukuman, digunakan untuk mengurangi atau menghilangkan perilaku negatif dengan memberikan konsekuensi yang tidak menyenangkan ketika perilaku yang tidak diinginkan terjadi (Pangandaheng & Sutanto, 2021; Ressler, 2004; Sigmund et al., 2001; Wu et al., 2022). Konsep ini didasarkan pada prinsip pengkondisian operan yang dikembangkan oleh B.F. Skinner, yang menyatakan bahwa perilaku dapat diubah melalui pemberian konsekuensi yang sesuai (B. F. Skinner, 1965). Implementasi yang efektif dari *reward* dan *punishment* dapat meningkatkan motivasi, produktivitas, dan kepatuhan karyawan terhadap kebijakan perusahaan.

Banyak praktek yang mengimplementasikan *reward* dan *punishment* dalam sistem absensi disekolah untuk memberikan reward dan punishment kepada siswa yang dididik. Implementasi *reward* dan *punishment* yang dilakukan di sekolah mampu meningkatkan motivasi belajar dan kedisiplinan siswa siswi disekolah. Dalam konteks yang berbeda, implementasi kedua teori ini juga memberikan dampak yang berbeda dalam lingkungan kerja, misalnya, (Brewer & Walker, 2013) menyatakan bahwa implementasi *reward* dan *punishment* dalam perusahaan memberikan dampak yang cukup variatif pada kinerja perusahaan. Selain itu implementasi dua sistem dari teori psikologi manajemen ini juga diterapkan di beberapa bidang lainnya, misalnya dalam game, penyakit dan lain-lain (Bakar et al., 2022; Fang & Chen, 2021; Gueguen et al., 2021; L. Liu et al., 2022; J. Sun et al., 2023; Yuniasri et al., 2021; F. Zhao & Wang, 2022).

Integrasi teknologi dalam penerapan teori *reward* dan *punishment* juga memberikan efisiensi tambahan. Dalam penggunaan sistem absensi berbasis pengenalan wajah memungkinkan perusahaan untuk memantau kehadiran karyawan secara real-time. Data ini kemudian dapat digunakan untuk memberikan reward kepada karyawan yang memiliki catatan kehadiran yang baik, atau memberikan punishment kepada mereka yang sering terlambat atau absen. Dengan demikian, teknologi tidak hanya membantu dalam pencatatan yang akurat tetapi juga mendukung penerapan sistem *reward* dan *punishment* secara lebih efektif dan efisien (Cai et al., 2022; Pangandaheng & Sutanto, 2021; Wu et al., 2022). Dalam kaitannya dengan integrasi teknologi dalam sistem absensi memungkinkan penerapan *reward* dan *punishment* dengan lebih efisien dan akurat.

Melalui penggunaan sistem absensi berbasis pengenalan wajah, misalnya, data kehadiran karyawan dapat dicatat dan dianalisis secara real-time. Sistem ini dapat diatur untuk

memberikan reward seperti bonus atau pengakuan kepada karyawan yang memiliki catatan kehadiran sempurna atau tingkat keterlambatan yang rendah. Sebaliknya, sistem ini juga dapat mengidentifikasi karyawan yang sering absen atau terlambat, dan secara otomatis memberikan peringatan atau konsekuensi sesuai kebijakan perusahaan (Cai et al., 2022; Wu et al., 2022). Dengan demikian, integrasi teknologi dalam sistem absensi tidak hanya meningkatkan akurasi dan efisiensi pencatatan, tetapi juga mendukung implementasi sistem *reward* dan *punishment* secara lebih efektif.

2.6 MANAJEMEN PROYEK TEKNOLOGI INFORMASI (ITPM)

Manajemen Proyek Teknologi Informasi (ITPM) adalah pendekatan sistematis untuk merencanakan, mengorganisir, dan mengelola sumber daya untuk mencapai tujuan teknologi informasi dalam suatu organisasi (Schwalbe, 2016). Ini memainkan peran penting dalam memastikan keberhasilan implementasi teknologi pengenalan wajah dalam sistem absensi. ITPM mencakup berbagai metodologi dan pendekatan untuk memastikan proyek IT dapat diselesaikan tepat waktu, sesuai anggaran, dan memenuhi kualitas yang diharapkan. Salah satu metodologi yang sering digunakan dalam ITPM adalah Metodologi *Agile*, yang menekankan iterasi, kolaborasi tim, dan respons cepat terhadap perubahan (Gaborov et al., 2021; Järvinen & Soini, 2023; Paz & López, 2023). Selain itu, ada juga metodologi *Waterfall* yang lebih linear dan terstruktur, serta *PRINCE2* yang fokus pada manajemen proyek berbasis proses (Islam & Evans, 2020)

Proses ITPM terdiri dari beberapa fase utama: inisiasi, perencanaan, pelaksanaan, pengawasan, dan penutupan (Orazulike, 2011). Pada tahap inisiasi, penting untuk mengidentifikasi tujuan dan manfaat dari sistem absensi berbasis pengenalan wajah serta menilai kelayakan proyek. Perencanaan yang efektif mencakup pemilihan perangkat keras dan perangkat lunak yang sesuai, pengelolaan anggaran, dan penjadwalan yang rinci. Pelaksanaan proyek melibatkan instalasi dan konfigurasi sistem, pelatihan pengguna, dan pengujian awal untuk memastikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi. Pengawasan dan kontrol diperlukan untuk memantau kinerja sistem dan mengatasi masalah yang muncul, sedangkan tahap penutupan memastikan bahwa proyek diselesaikan dengan baik dan semua dokumentasi proyek disimpan untuk referensi di masa depan.

Keberhasilan ITPM sangat bergantung pada keterampilan manajemen dan komunikasi yang efektif (Pons & Haefele, 1 C.E.; Rusan & Voitenko, 2021). Menurut penelitian dari *Project Management Institute* (PMI), sekitar 70% proyek IT yang gagal disebabkan oleh kurangnya

dukungan manajemen atau komunikasi yang buruk (PMI, 2017). Oleh karena itu, penting bagi manajer proyek untuk memiliki keterampilan interpersonal yang baik dan mampu beradaptasi dengan dinamika tim serta perubahan yang mungkin terjadi selama proyek berlangsung. Dengan demikian, teori ITPM tidak hanya berfokus pada aspek teknis tetapi juga pada pengelolaan sumber daya manusia dan komunikasi dalam tim proyek. Dalam konteks buku ini, ITPM akan digunakan untuk mengelola proyek implementasi sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang mencakup berbagai teknologi canggih seperti, *machine learning*, *deep learning*, *artificial intelligence*, dan enkripsi data menggunakan algoritma canggih. Dalam mengelola proyek yang terkait dengan sistem absensi, ITPM menyediakan pendekatan terstruktur untuk mengintegrasikan teknologi baru. Melalui manajemen proyek yang efektif, teknologi-teknologi canggih dapat diterapkan untuk mencapai tujuan yang diinginkan dengan efisien, misalnya mengoptimalkan pemantauan absensi dan meningkatkan keamanan data. Selain itu, beberapa teknologi yang akan diintegrasikan pada manajemen absensi, memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang hati-hati untuk memastikan keandalan dan akurasi sistem. Selain itu, dalam tugas prediksi menggunakan teknologi dan algoritma yang canggih pada data juga memerlukan perencanaan yang tepat untuk memastikan hasil akurasi dapat diandalkan. Prinsip-prinsip ITPM dapat memandu proses ini dengan menangani aspek-aspek penting seperti manajemen lingkup, manajemen risiko, dan komunikasi dengan pemangku kepentingan, memastikan bahwa proyek tersebut sesuai dengan tujuan strategis keseluruhan lembaga.

Dalam konteks mengintegrasikan deteksi liveness dan deep learning untuk mengoptimalkan sistem absensi, ITPM akan bertugas memastikan bahwa semua aspek, mulai dari manajemen lingkup dan risiko hingga komunikasi dengan pemangku kepentingan, dikelola dengan cermat. Pendekatan ini membantu mengatasi tantangan potensial dan memastikan kelancaran implementasi teknologi-teknologi ini, sehingga meningkatkan keandalan dan akurasi sistem absensi. Beberapa prinsip ITPM yang seringkali digunakan adalah *scope management*, *time management*, *cost management*, *quality management* dan *risk management* (Miller et al., 2023). *Scope management* menetapkan ruang lingkup proyek yang jelas untuk pengembangan sistem absensi, memastikan bahwa semua fitur yang diinginkan, seperti liveness detection dan DSS, diimplementasikan sesuai kebutuhan. Sedangkan untuk *time management* dapat dimanfaatkan untuk membuat jadwal proyek yang realistis dan memastikan bahwa setiap tahap pengembangan sistem selesai tepat waktu. *Cost management* digunakan untuk mengelola anggaran proyek dengan efisien, memastikan bahwa pengeluaran untuk teknologi dan sumber daya manusia berada dalam batas yang telah ditetapkan. Sedangkan untuk *quality management*

berfungsi untuk menjamin bahwa sistem absensi yang dikembangkan memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan, termasuk akurasi pengenalan wajah dan keamanan data. Terakhir, *risk management*, berfungsi sebagai alat untuk identifikasi dan mengelola risiko yang mungkin terjadi selama pengembangan dan implementasi sistem, seperti risiko teknis, operasional, dan keamanan

Risiko dan Manajemen Risiko dalam Proyek Implementasi Pengenalan Wajah

Implementasi teknologi pengenalan wajah dalam sistem absensi tidak lepas dari berbagai risiko yang harus dikelola dengan baik melalui manajemen proyek TI yang efektif. Risiko teknis, seperti kesalahan pengenalan wajah atau kegagalan sistem, memerlukan rencana mitigasi seperti uji coba ekstensif dan *backup* sistem sehingga dalam buku ini dilakukan integrasi menggunakan teknik liveness detection yang dikolaborasikan dengan deep learning sehingga akurasi deteksi menjadi lebih baik dan tidak memakan waktu. Risiko keamanan, termasuk kemungkinan pelanggaran data, dapat dikurangi melalui penggunaan teknologi enkripsi data seperti AES dan penerapan protokol keamanan yang ketat. Selain itu, integrasi beberapa teknologi canggih seperti ML, DL, dan AI digunakan untuk memprediksi dan mendeteksi tanda-tanda yang aneh dan menjadi langkah pencegahan pencurian dan keamanan dalam sistem sehingga keamanan bisa lebih meningkat. Selain itu, risiko penerimaan pengguna perlu dikelola melalui pelatihan dan sosialisasi yang baik untuk memastikan bahwa karyawan memahami dan menerima penggunaan teknologi baru ini. Proses manajemen risiko yang menyeluruh dan terstruktur akan membantu dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengurangi risiko yang mungkin terjadi selama implementasi proyek.

Integrasi Teknologi dalam Manajemen Sumber Daya Manusia

Integrasi teknologi canggih seperti *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI) dalam manajemen sumber daya manusia (SDM) telah menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengelolaan karyawan. Studi-studi terbaru mengindikasikan bahwa penerapan teknologi ini dapat membawa perubahan signifikan dalam cara organisasi mengelola karyawan mereka. Penelitian oleh (Kambur & Yildirim, 2023; Park et al., 2021; Rathi, 2018; Zehir et al., 2020), menunjukkan bahwa penggunaan teknologi ML dan AI dalam manajemen SDM dapat mengurangi beban administratif hingga 30%, memungkinkan manajer untuk fokus pada pengambilan keputusan strategis yang lebih penting. Dengan mengotomatiskan tugas-tugas rutin seperti pencatatan absensi, pengolahan data karyawan, dan pemantauan kinerja, teknologi ini dapat membebaskan waktu dan sumber daya yang sebelumnya terikat pada proses manual. Selain itu, teknologi DL dan AI dapat digunakan

untuk menganalisis data karyawan secara lebih mendalam, dimana ini akan memberikan wawasan yang lebih baik tentang perilaku dan kinerja karyawan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Aviral Rai et al., 2024; Barnes et al., 2023; Jahir Pasha et al., 2023; Sharma, 2023; Wong et al., 2023), analisis data karyawan menggunakan DL dapat mengidentifikasi pola-pola yang tidak terlihat sebelumnya, seperti kecenderungan absensi yang tinggi atau penurunan produktivitas sebelum terjadinya. Informasi ini memungkinkan manajer untuk mengambil tindakan proaktif guna mengatasi masalah sebelum mereka menjadi serius. Dengan demikian, integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga membantu dalam mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah lebih awal.

Selain itu, teknologi AI dapat meningkatkan proses rekrutmen dan seleksi karyawan. Sebagai contoh, studi oleh Johnson dan Brown (2018) menemukan bahwa algoritma AI yang diterapkan dalam proses rekrutmen dapat memfilter dan mengevaluasi pelamar kerja dengan lebih akurat dan cepat dibandingkan dengan metode tradisional. Algoritma ini dapat menganalisis resume, profil media sosial, dan data lainnya untuk menilai kesesuaian kandidat dengan posisi yang ditawarkan. Hal ini tidak hanya mempercepat proses rekrutmen tetapi juga meningkatkan kualitas pemilihan karyawan, memastikan bahwa organisasi mendapatkan talenta terbaik. Penelitian oleh (L. Chen et al., 2020; Z. Chen, 2023; George & Wooden, 2023; Jia et al., 2018; Murtaza et al., 2022), menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam program pelatihan dapat mempersonalisasi materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan individu karyawan. AI dapat menganalisis data kinerja dan umpan balik pelatihan untuk menyesuaikan konten pelatihan, sehingga setiap karyawan menerima pelatihan yang paling relevan dan efektif bagi mereka. Hal ini tidak hanya meningkatkan hasil pelatihan tetapi juga memotivasi karyawan untuk terus belajar dan berkembang.

Selain efisiensi dan efektivitas, teknologi ini juga membantu meningkatkan keterlibatan dan kepuasan karyawan. Sebuah studi oleh (Dutta et al., 2023; Krishnan et al., 2022), menemukan bahwa penggunaan chatbot AI dalam komunikasi internal dapat meningkatkan keterlibatan karyawan dengan menyediakan saluran komunikasi yang selalu tersedia dan responsif. *Chatbot* ini dapat menjawab pertanyaan karyawan secara real-time, memberikan informasi penting, dan bahkan membantu dalam penyelesaian masalah sehari-hari. Hal ini menciptakan lingkungan kerja yang lebih suportif dan responsif, yang pada gilirannya meningkatkan kepuasan dan retensi karyawan. Integrasi teknologi canggih dalam manajemen SDM juga berkontribusi pada pengambilan keputusan yang lebih baik. Menurut penelitian oleh

(Arora et al., 2021; Cioca et al., 2024; Loi, 2020; Nyathani, 2023; Rodgers et al., 2023; Stankevičiūtė, 2024), penggunaan AI dan ML dalam analisis data SDM dapat menyediakan wawasan yang lebih mendalam dan akurat, membantu manajer dalam membuat keputusan yang lebih baik dan berbasis data. Dengan data yang dianalisis secara real-time, manajer dapat merespons perubahan dengan cepat dan membuat keputusan yang lebih tepat. Ini menunjukkan bahwa teknologi canggih tidak hanya mempermudah tugas sehari-hari tetapi juga meningkatkan kualitas keputusan strategis dalam organisasi.

BAB 3

TEORI PENGEMBANGAN SISTEM

Pada bagian ini penulis akan membahas dasar teori yang digunakan dalam penelitian. Dasar teori yang dibahas pada bagian ini mencakup beberapa area penting untuk memahami prinsip dasar dari materi yang dibahas. Pada bagian pertama, penulis akan mempelajari Teori Pengenalan Pola yang menjadi dasar bagi banyak aplikasi dalam berbagai bidang. Selanjutnya, penulis akan menjelajahi Teori Keamanan Informasi yang sangat penting dalam menjaga keamanan data sensitif dan memastikan privasi serta integritas dalam lanskap digital saat ini. Selain itu, penulis juga akan membahas Teori Manajemen Sumber Daya Manusia, yang penting untuk memahami dinamika perilaku organisasi dan strategi manajemen personalia. Terakhir, penulis akan mulai memasuki pada Teori *Machine Learning* dan *Deep Learning*, yang sangat penting dalam mengembangkan sistem *artificial intelligence* dan memungkinkannya untuk belajar secara otonom dari data. Dengan menjelaskan dasar-dasar teori ini, bab ini bertujuan untuk memberikan dasar pemahaman yang komprehensif tentang kompleksitas dan aplikasi dari materi yang dibahas.

3.1 TEORI PENGENALAN POLA

Teori pengenalan pola merupakan dasar dari teknologi pengenalan wajah, di mana algoritma digunakan untuk mengidentifikasi pola dan fitur unik dalam data wajah (Beyerer et al., 2024). Teori ini memungkinkan sistem untuk mempelajari dan mengenali wajah individu berdasarkan data pelatihan yang diberikan. Dalam konteks absensi, teori ini membantu memastikan bahwa sistem dapat mengenali karyawan dengan akurasi tinggi, mengurangi kesalahan pencatatan kehadiran. Menurut teori ini, pengenalan wajah dilakukan melalui dua tahap utama: ekstraksi fitur dan perbandingan. Tahap pertama melibatkan pengambilan fitur wajah yang unik, seperti bentuk mata, hidung, dan mulut, yang kemudian digunakan untuk membuat vektor fitur wajah yang mewakili identitas individu. Tahap kedua melibatkan perbandingan vektor fitur wajah yang diambil dengan vektor fitur yang sudah disimpan dalam basis data, untuk menentukan kemiripan dan mengidentifikasi individu yang sesuai.

Dalam pengenalan pola, terdapat berbagai teori dan metode yang digunakan untuk mengembangkan algoritma pengenalan wajah yang efektif. Salah satu metode yang umum digunakan adalah metode *Principal Component Analysis* (PCA). Menurut (Kaur & Himanshi, 2015; Mousavi et al., 2023, metode PCA digunakan untuk mengurangi dimensi data wajah

sehingga dapat lebih efisien diproses oleh algoritma pengenalan. Metode ini bekerja dengan mereduksi dimensi vektor fitur wajah menjadi dimensi yang lebih kecil, tetapi masih mempertahankan informasi yang paling penting untuk pengenalan. Dengan demikian, metode PCA membantu meningkatkan kecepatan dan akurasi pengenalan wajah dalam sistem absensi.

Selain metode PCA, terdapat metode lain seperti *Linear Discriminant Analysis* (LDA) dan *Independent Component Analysis* (ICA) yang digunakan dalam pengenalan pola wajah. Menurut (Ran & Nie, 2024), metode LDA bertujuan untuk menemukan transformasi linear yang memaksimalkan jarak antara kelas wajah yang berbeda dan meminimalkan variasi dalam kelas yang sama. Metode ini digunakan untuk meningkatkan pemisahan antara kelas wajah yang berbeda, sehingga memperkuat kemampuan sistem dalam mengenali individu dengan akurasi yang lebih tinggi. Sedangkan metode ICA, seperti yang dijelaskan (R. Li et al., 2022), bertujuan untuk memisahkan sinyal campuran menjadi sinyal-sinyal asli yang mendasarinya.

Dalam konteks pengenalan wajah, metode ICA digunakan untuk menemukan komponen wajah yang independen, yang kemudian dapat digunakan untuk mengidentifikasi individu dengan lebih baik. Dalam pengembangan teknologi pengenalan wajah, teori-teori pengenalan pola ini menjadi landasan untuk merancang algoritma yang efektif dan akurat. Dengan memahami prinsip-prinsip dasar ini, selanjutnya teknologi pengenalan wajah yang lebih canggih dan dapat diandalkan dapat dibangun. Melalui kombinasi antara teori pengenalan pola dan teknologi *machine learning*, sistem pengenalan wajah dapat terus ditingkatkan dalam hal akurasi, kecepatan, dan keamanan, sehingga menjadi solusi yang lebih efektif dalam manajemen absensi dan keamanan di berbagai bidang termasuk pendidikan dan industri.

3.2 TEORI KEAMANAN INFORMASI

Dasar teori tentang keamanan informasi dan teknik enkripsi data membentuk fondasi penting dalam upaya melindungi data sensitif dari akses yang tidak sah. Menurut (Chitadze, 1 C.E.) dan (Arogundade, 2023), teori keamanan informasi mencakup prinsip-prinsip dan praktik yang digunakan untuk mengamankan data dari berbagai ancaman, termasuk peretasan dan akses tidak sah. Salah satu teknik yang paling umum digunakan dalam konteks ini adalah enkripsi data, yang bertujuan untuk mengubah data menjadi format yang tidak dapat dibaca tanpa memiliki kunci dekripsi yang sesuai.

Enkripsi data memiliki peran penting dalam menjaga keamanan informasi, terutama dalam konteks sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Seperti yang diungkapkan oleh (Gawande et al., 2022; Păvăloaia & Husac, 2023 dan (Zennayi et al., 2023), penggunaan

teknologi pengenalan wajah dalam sistem absensi membutuhkan perlindungan data yang kuat untuk mencegah akses yang tidak sah atau manipulasi data. Dengan menerapkan teknik enkripsi data, seperti algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES), data absensi karyawan dapat diamankan dari peretasan dan penggunaan yang tidak sah. Hal ini penting untuk menjaga integritas dan kerahasiaan data karyawan, serta memastikan kepercayaan dalam sistem absensi.

Penerapan enkripsi data dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang teori dan prinsip keamanan informasi. Sebagaimana dijelaskan oleh (Pitale et al., 2023; G. Singh, 2013) dan (Neelakandan et al., 2024), algoritma AES adalah salah satu algoritma enkripsi yang paling sering digunakan dalam praktik karena kecepatannya dan keamanannya yang tinggi. Dengan menggunakan AES, data wajah karyawan yang disimpan dalam sistem absensi dapat dienkripsi menggunakan kunci yang kompleks, sehingga hanya pihak yang berwenang yang dapat membaca dan mengaksesnya. Teknologi enkripsi seperti AES membentuk lapisan pertahanan yang kuat dalam melindungi integritas data karyawan dan mencegah akses yang tidak sah.

Selain itu, teknik enkripsi data juga memainkan peran penting dalam memenuhi persyaratan kepatuhan dan regulasi privasi data. Menurut (Fakhriddinovich & Al Khorezmi, 2024), di era yang semakin terhubung ini, perlindungan data pribadi karyawan menjadi semakin penting. Dengan menerapkan teknik enkripsi data, organisasi dapat memastikan bahwa mereka mematuhi peraturan privasi data seperti GDPR (*General Data Protection Regulation*) di Uni Eropa atau CCPA (*California Consumer Privacy Act*) di Amerika Serikat. Ini merupakan langkah penting dalam menjaga kepercayaan dan reputasi organisasi di mata karyawan dan pemangku kepentingan lainnya.

Disisi lain, enkripsi data juga melibatkan manajemen kunci yang cermat untuk memastikan keamanan maksimal. Menurut (Manthiramoorthy et al., 2024; Potter & Frank, 2024), dan (Tang et al., 2024), manajemen kunci adalah bagian integral dari proses enkripsi data yang efektif. Dalam konteks sistem absensi berbasis pengenalan wajah, manajemen kunci yang baik memastikan bahwa kunci enkripsi disimpan secara aman dan hanya dapat diakses oleh pihak yang berwenang. Dengan demikian, bahkan jika data disusupi atau diretas, akses terhadap data yang terenkripsi tetap tidak dapat dilakukan tanpa memiliki kunci dekripsi yang sesuai.

3.3 TEORI MANAJEMEN SUMBER DAYA MANUSIA

Teori dan konsep manajemen karyawan, termasuk sistem reward dan punishment, merupakan inti dari praktik pengelolaan sumber daya manusia (SDM). Menurut (Ghafoor et al., 2015; Jackson & Schuler, 1995) dan (Taslim Ahammad, 2017), manajemen SDM mencakup berbagai aspek, termasuk perekrutan, pelatihan, pengembangan, dan pengelolaan kinerja karyawan. Dalam konteks ini, sistem reward dan punishment memainkan peran penting dalam memotivasi karyawan dan memperbaiki kinerja mereka. Sistem reward memberikan insentif kepada karyawan yang mencapai target atau kinerja yang baik, sementara sistem punishment memberikan konsekuensi atas perilaku yang tidak diinginkan atau kinerja yang buruk. Menurut (Amstrong & Taylor, 2014; Marlina et al., 2021; Samatha Anku et al., 2018), sistem *reward* dan *punishment* juga merupakan alat yang efektif untuk mencapai tujuan organisasi. Dengan memberikan penghargaan kepada karyawan yang berprestasi, organisasi dapat memotivasi mereka untuk terus meningkatkan kinerja mereka dan mencapai target yang ditetapkan (Cai et al., 2022; Frimayasa et al., 2021; Marlina et al., 2021; Ressler, 2004; Samatha Anku et al., 2018). Di sisi lain, penerapan sanksi atau punishment dapat membantu mengoreksi perilaku yang tidak diinginkan dan mendorong karyawan untuk mematuhi aturan dan prosedur organisasi.

Teori-teori yang relevan dengan pengelolaan karyawan berprestasi menekankan pentingnya pengenalan dan penghargaan atas kontribusi karyawan yang berprestasi. Menurut (Fayomi & Akanazu, 2024) dan (H. Ahmed, 2024), teori tentang *goal-setting* menekankan pentingnya menetapkan tujuan yang spesifik, terukur, dapat dicapai, relevan, dan terbatas waktu (SMART) bagi karyawan. Dengan menetapkan tujuan yang jelas dan terukur, karyawan lebih mungkin termotivasi untuk mencapainya dan meraih reward yang sesuai. Selain itu, teori *expectancy* dalam manajemen kinerja menyoroti pentingnya keyakinan karyawan bahwa usaha mereka akan menghasilkan hasil yang diinginkan. Menurut (Miner, 2015) dan (Malik et al., 2015), *expectancy* adalah keyakinan bahwa usaha yang diberikan akan menghasilkan kinerja yang baik, yang pada gilirannya akan menghasilkan reward yang diinginkan. Dengan memastikan bahwa karyawan percaya bahwa usaha mereka akan diakui dan dihargai, manajemen dapat meningkatkan motivasi dan kinerja mereka.

Disisi lain, terdapat teori *reinforcement* yang juga memainkan peran penting dalam pengelolaan karyawan berprestasi. Menurut (Skinner, 1958) dan Kaplan & Anderson, (1973), *reinforcement* adalah proses yang digunakan untuk memperkuat atau menguatkan perilaku yang diinginkan. Dalam konteks manajemen, *reinforcement* positif berupa pemberian *reward* kepada

karyawan yang menunjukkan perilaku yang diinginkan, sementara *reinforcement* negatif berupa pengurangan atau penghindaran punishment terhadap perilaku yang tidak diinginkan. Penelitian oleh (R. Singh, 2017), dan (Ndudi et al., 2023) menyoroti pentingnya faktor intrinsik dan ekstrinsik dalam motivasi karyawan. Faktor intrinsik mencakup kepuasan yang didapat dari melakukan pekerjaan itu sendiri, sedangkan faktor ekstrinsik melibatkan penghargaan atau punishment yang diberikan oleh pihak eksternal. Dengan memahami dan memenuhi kebutuhan intrinsik dan ekstrinsik karyawan, manajemen dapat meningkatkan motivasi dan kinerja mereka secara keseluruhan.

Disisi lain, terdapat teori *equity* dalam manajemen SDM yang menekankan pentingnya adil dan seimbangnya distribusi *reward* dan *punishment* (Miner, 2015). Menurut (COOK & PARCEL, 1977) dan (Al-zawahreh & Nayef Al-Madi, 2012), karyawan cenderung membandingkan upah dan penghargaan yang mereka terima dengan rekan-rekan mereka dalam upaya untuk mengevaluasi keadilan dalam organisasi. Jika karyawan merasa bahwa distribusi *reward* dan *punishment* tidak adil, hal ini dapat menyebabkan ketidakpuasan dan menurunkan motivasi dan kinerja mereka. Penelitian oleh (Cavalcante, 2023; Verbeeten & Speklé, 2015; Wholey, 1982) dan (Ajike, 2023), menyoroti pentingnya pengelolaan kinerja yang berorientasi pada hasil. Dalam pendekatan ini, pengelolaan kinerja lebih fokus pada pencapaian target dan pencapaian hasil daripada proses atau perilaku. Dengan menetapkan target yang jelas dan memberikan reward dan punishment berdasarkan pencapaian hasil, organisasi dapat meningkatkan kinerja dan produktivitas karyawan.

3.4 TEORI MACHINE LEARNING DAN DEEP LEARNING

Teori *machine learning* (ML) dan jaringan saraf tiruan pada *deep learning* (DL) telah menjadi pusat perhatian dalam pengembangan sistem prediksi dan analisis data di berbagai bidang. Menurut (Janiesch et al., 2021; Sarker, 2021; W. Zhang et al., 2022) dan (Sarker, 2022), ML dan DL mencakup algoritma dan metode yang memungkinkan sistem untuk mempelajari pola yang kompleks dari data yang diberikan dan membuat prediksi atau keputusan berdasarkan pembelajaran dari pola-pola tersebut. Dalam konteks analisis data absensi, ML dan DL memungkinkan untuk mendeteksi pola-pola karyawan yang berprestasi dan memahami pola kehadiran mereka.

Penerapan teori ML dan DL dalam prediksi dan analisis data absensi menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam manajemen karyawan. Menurut beberapa peneliti (Adnan et al., 2024; S. F. Ahmed et al., 2023; Alkhowaiter et al.,

2023; Bhatti et al., 2023; Latrach et al., 2024; Lu, 2023; Lubbad et al., 2024; Mohtasham Moein et al., 2023; Mughaid et al., 2023; Rana & Bhushan, 2023; Salcedo-Sanz et al., 2024; Sharifani & Amini, 2023; Taye, 2023; Van den Eynde et al., 2023), dan (Kufel et al., 2023), ML dan DL telah berhasil digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari pengenalan wajah hingga prediksi perilaku konsumen. Dalam konteks absensi karyawan, ML dan DL dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola-pola kehadiran yang berkaitan dengan karyawan yang berprestasi dan menghasilkan wawasan yang berharga bagi manajemen.

Salah satu aplikasi utama dari teori ML dan DL dalam analisis data absensi adalah pengembangan model prediksi yang dapat mengidentifikasi karyawan yang cenderung absen atau hadir tidak tepat waktu. Menurut (Cao et al., 2019; Chaubey et al., 2023; Elbasi et al., 2023; Emmert-Streib et al., 2020; Gondia et al., 2019; Lather et al., 2019; Minovski et al., 2023; Pathak et al., 2023; Zhu et al., 2020), model prediksi yang dikembangkan dengan menggunakan ML dan DL dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat daripada metode tradisional. Dengan menganalisis pola kehadiran historis karyawan dan faktor-faktor lain yang relevan, model ini dapat memberikan peringatan dini tentang kemungkinan ketidak hadiran atau ketidak tepatan waktu karyawan di masa depan.

Selain itu, ML dan DL juga digunakan untuk meningkatkan keamanan sistem absensi melalui deteksi anomali (Akçay et al., 2022; Bilakanti et al., 2024; Elmrabit et al., 2020; Mishra & Yadav, 2020; Molan et al., 2023; Weinger et al., 2022; S. Xu et al., 2019) dan penerapan deteksi *liveness* (Basurah et al., 2023; Kuznetsov et al., 2024; Sujanthi et al., 2023). Menurut (Bilakanti et al., 2024; Mishra & Yadav, 2020; Molan et al., 2023), metode ini memungkinkan sistem untuk secara otomatis mendeteksi perilaku yang tidak biasa atau mencurigakan dalam data absensi, seperti pola kehadiran yang tidak konsisten atau aktivitas yang tidak wajar. Dengan memanfaatkan algoritma ML dan DL, sistem dapat mengidentifikasi potensi ancaman keamanan dan mengambil tindakan yang sesuai untuk mengatasinya.

Dalam konteks pengelolaan karyawan berprestasi, penerapan teori ML dan DL dapat membantu organisasi untuk mengidentifikasi dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja karyawan. Menurut (Lather et al., 2019; Pathak et al., 2023; Rastogi et al., 2023; Sarker, 2021; Sawadogo et al., 2021; Tian et al., 2023), ML dan DL dapat digunakan untuk menganalisis data kinerja karyawan, termasuk evaluasi kinerja, umpan balik pelatihan, dan informasi lainnya, untuk mengidentifikasi pola yang berkaitan dengan karyawan yang mencapai hasil yang baik. Dengan memahami faktor-faktor ini, manajemen dapat mengambil

langkah-langkah yang tepat untuk mendorong dan memotivasi karyawan yang berprestasi, serta memberikan bimbingan atau pelatihan tambahan bagi karyawan yang memerlukannya.

BAB 4

PENGEMBANGAN PERMODELAN

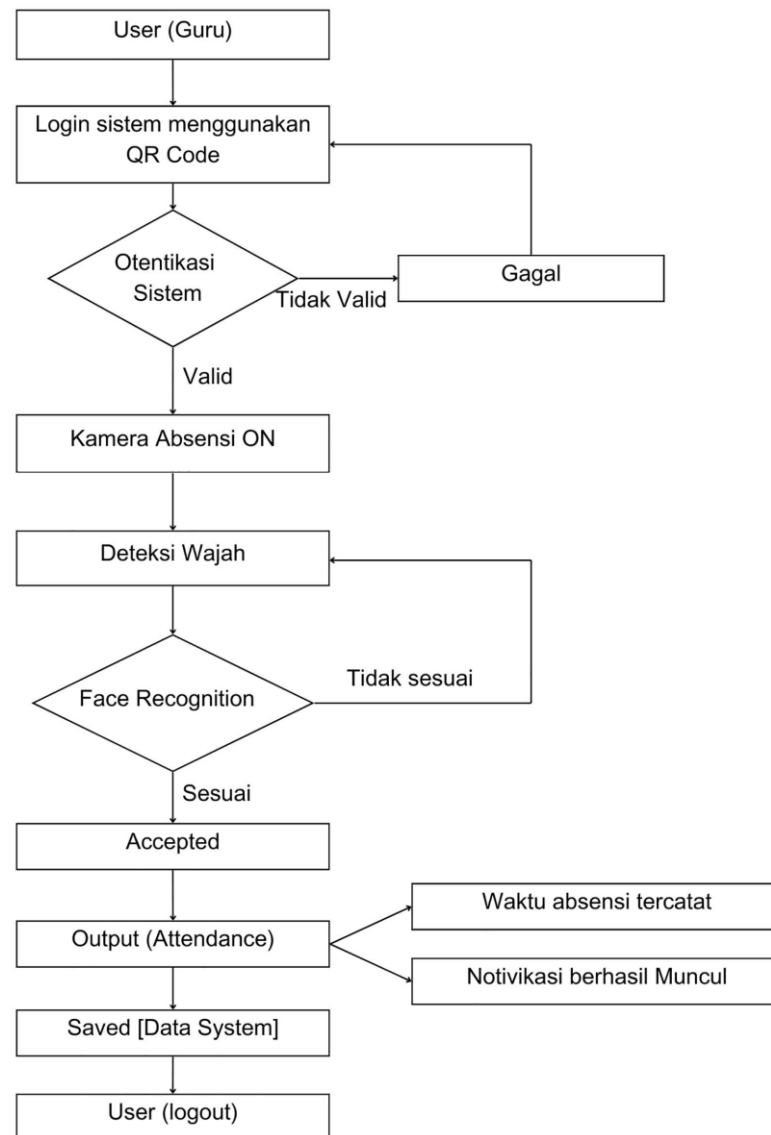
Dalam bab ini, penulis akan membahas berbagai dasar teori yang mendasari buku ini. Pertama-tama, penulis akan membahas mengenai pengembangan Model Sistem Absensi Berbasis Pengenalan Wajah, yang merupakan fondasi dari teknologi yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi absensi karyawan. Selanjutnya, penulis akan mengulas mengenai Model *Machine Learning* untuk Prediksi Pola dan Deteksi Anomali, yang berperan penting dalam mengidentifikasi perilaku yang tidak biasa dan memperkirakan tren masa depan. Selanjutnya, akan dijelaskan lebih lanjut lagi mengenai konsep Enkripsi Data, yang krusial untuk melindungi informasi sensitif dari ancaman keamanan. Terakhir, penulis akan merancang dan mengembangkan model *Reward* dan *Punishment* untuk Pengelolaan Karyawan Berprestasi, yang dapat meningkatkan motivasi dan kinerja karyawan melalui sistem insentif yang adil dan efektif. Bab ini akan ditutup dengan hipotesis penelitian yang dirumuskan berdasarkan teori-teori yang telah dibahas, memberikan arah dan fokus bagi penelitian yang akan dilakukan. Dengan menguraikan dasar-dasar teori ini, penulis berharap dapat memberikan landasan yang kuat untuk memahami dan mengembangkan sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang lebih canggih dan efektif.

4.1 MODEL SISTEM ABSENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH

Untuk arsitektur dari model sistem absensi dasar yang akan dikembangkan pada penelitian dapat dilihat melalui gambar 4.1. Dimana, model tersebut merupakan model dasar yang sangat umum digunakan diberbagai industri dengan berbagai fungsi yang berbeda-beda. Sistem absensi berbasis face recognition tersebut sudah diimplementasikan selama 2 tahun terakhir disekolah SMK yang diteliti. Untuk model sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang dikembangkan dalam buku ini memanfaatkan teknologi *liveness detection* dan *deep learning* untuk mengidentifikasi wajah karyawan secara akurat dan aman. Ini memanfaatkan konsep integrasi model *liveness detection* dari penelitian (Basurah et al., 2023; Kuznetsov et al., 2024; Lavens et al., 2023; Mandol et al., 2021; Matthew & Canning, 2020; Sujanthi et al., 2023; Surantha & Sugijakko, 2024; Tolendiyev et al., 2021; Y. Zhang, Xie, et al., 2023).

Namun, buku ini memiliki model integrasi yang berbeda dari beberapa penelitian sebelumnya, ini dapat dilihat melalui gambar 4.1, dimana, implementasi teknik *liveness detection* ditempatkan tepat pada langkah deteksi wajah (*face detection*) dan digabungkan

secara bersamaan menggunakan teknologi *deep learning* yaitu CNN, dimana menurut (Chavan & Sherekar, 2023; Ikromovich & Mamatkulovich, 2023; Lee & Yoo, 2023; Mohammed Sahan et al., 2023; Shukla et al., 2024), CNN ini mampu menambahkan akurasi dengan tingkat yang lebih tinggi.



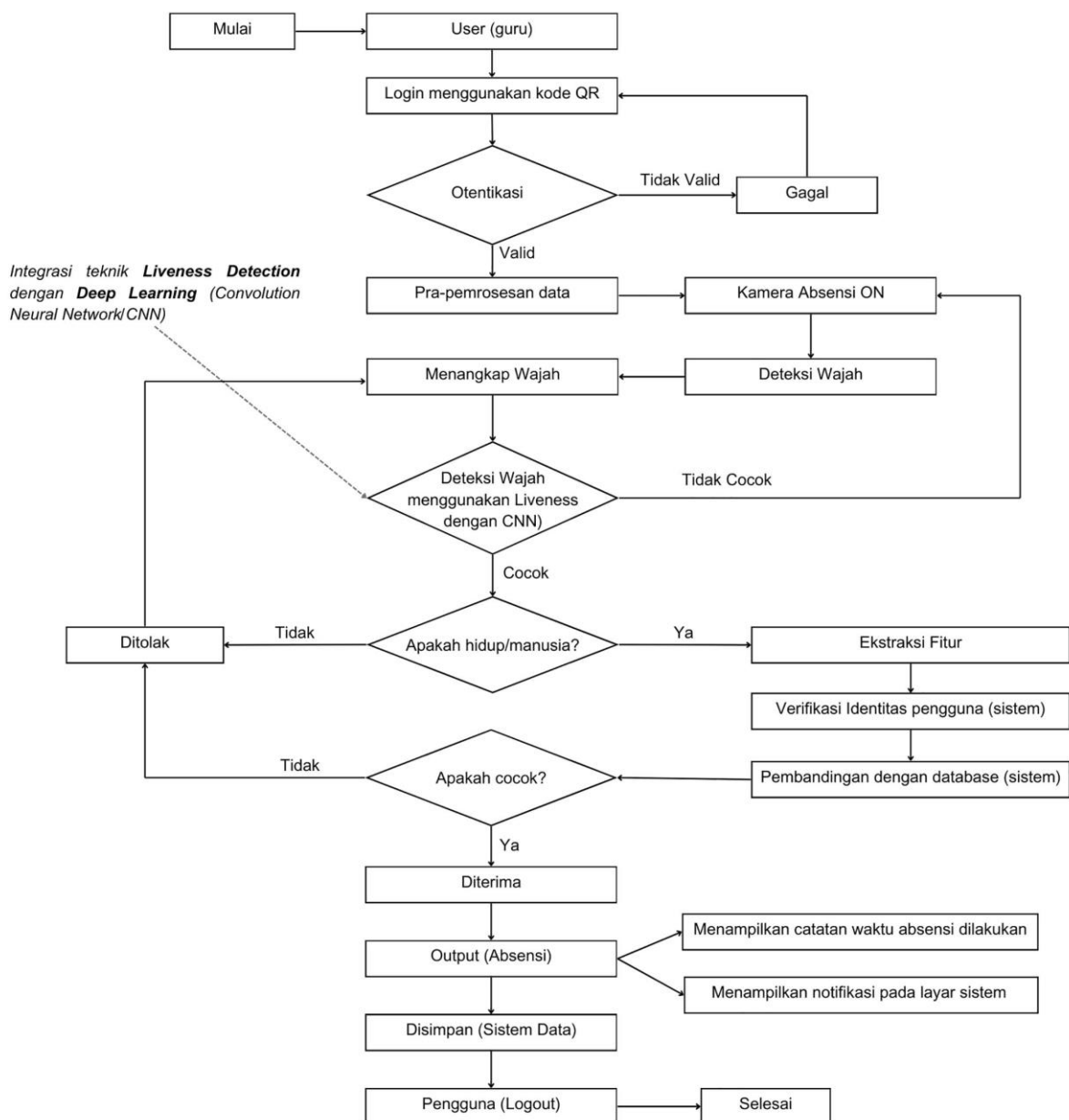
Gambar 4.1. Model sistem absensi berbasis face recognition yang di implementasikan di sekolah SMK sebelum diintegrasikan menggunakan berbagai teknologi canggih lainnya dan keamanan belum ditingkatkan

Ketika *liveness detection* mulai melakukan deteksi pada wajah individu terkait keaslian wajah (manusia) selanjutnya CNN akan berperan meningkatkan akurasi pencocokan wajah yang masuk pada deteksi kamera dengan wajah yang terdaftar pada sistem sehingga data tidak tertukar. Walaupun bentuk muka atau bentuk tubuh individu berubah, namun CNN akan mencocokkan pola wajah pada sistem dengan wajah yang berubah atau tetap yang masuk pada

deteksi kamera saat ini. Sehingga, deteksi wajah akan menjadi akurat. Selain itu, dalam teknik *liveness detection*, ketika wajah individu sudah terdeteksi, CNN akan membantu mengkonfirmasi apakah itu adalah individu dengan identitas bersangkutan atau bukan. Sehingga, selain meminimalisir kesalahan dalam deteksi *face recognition*, teknik *liveness detection* dan *deep learning* (CNN) diharapkan mampu meningkatkan keamanan yang lebih lagi dan mencegah hal-hal yang mencurigakan.

Gambar 4.1 merupakan visualisasi sistem absensi berbasis *face recognition* yang digunakan pada SMK dalam 2 tahun terakhir. Dalam hal ini, semua guru yang ada disekolah SMK harus mendaftarkan data diri pribadi dengan lengkap dan menyertakan foto untuk kebutuhan deteksi *face recognition* pada sistem absensi di sekolah. Untuk alur absensi yang dilakukan, individu (guru) yang akan melakukan absen melalui *login* ke sistem dengan kode QR yang dimiliki. Selanjutnya sistem akan melanjutkan otentikasi data kode QR dan mencocokkan dengan identitas guru yang ada pada sistem, jika otentikasi berhasil maka kamera untuk absensi akan terbuka, namun, jika otentikasi gagal maka harus melakukan scan kode QR kembali. Saat guru mulai menghadap ke kamera berbasis *face recognition* untuk absensi, jika wajah sesuai dengan foto yang didaftarkan maka absensi akan diterima oleh sistem, namun jika wajah tidak sesuai dengan foto yang didaftarkan maka kamera akan kembali melakukan proses deteksi wajah guru. Selanjutnya jika data berhasil diterima oleh sistem, maka layar sistem akan menampilkan catatan kehadiran guru tersebut dalam format (jam:menit:detik) dan menunjukkan data identitas diri dan gambar foto jepretan kamera absensi pada layar sistem. Selanjutnya data akan tersimpan dan setelah guru meninggalkan tempat absensi maka sistem akan otomatis melakukan logout secara otomatis.

Gambar 4.2 menunjukkan arsitektur model sistem absensi berbasis *face recognition* dikembangkan menggunakan integrasi teknik *liveness detection* dengan *deep learning* (CNN). Dalam hal ini, terdapat beberapa langkah yang cukup berbeda dari sistem *face recognition* yang digunakan pada model absensi dasar. Dalam tahap otentikasi terdapat langkah pra-pemrosesan data untuk menghubungkan koneksi kamera dengan CNN dan *liveness detection* sehingga kamera akan terbuka dan mulai mendeteksi wajah. Ketika figure wajah sudah tertangkap oleh kamera maka *liveness detection* dan CNN akan otomatis memproses hasil tangkapan tersebut dan menentukan apakah hasil tangkapan gambar tersebut adalah manusia atau bukan, jika bukan maka kamera akan melakukan penangkapan wajah kembali dan melakukan verifikasi ulang pada langkah analisis menggunakan teknik *liveness detection*.



Gambar 4.2. Pengembangan model sistem absensi berbasis face recognition menggunakan integrasi teknologi liveness detection dengan deep learning (CNN) untuk akurasi dan keamanan sistem absensi

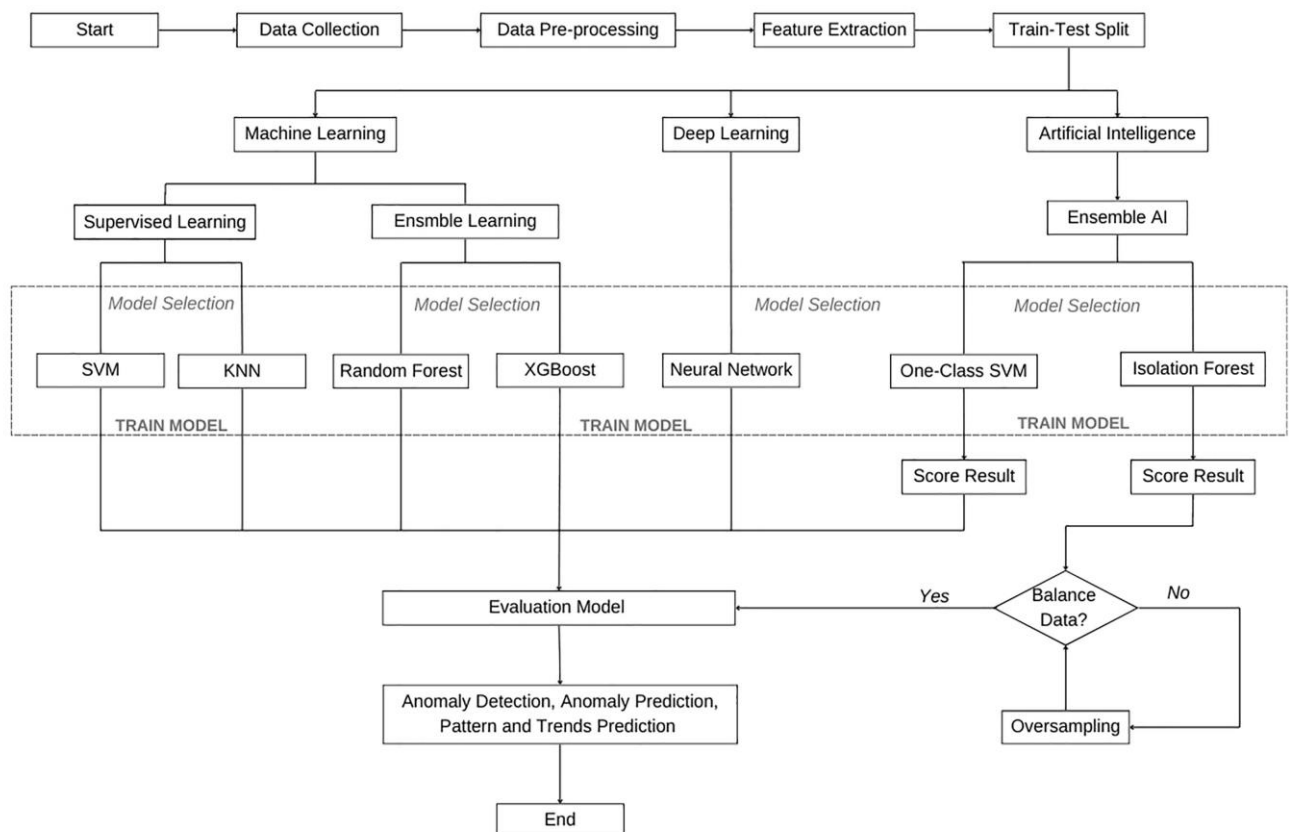
Selanjutnya jika tangkapan figur wajah terdeteksi bahwa itu adalah manusia hidup, dilanjutkan dengan pencocokan data identitas pengguna (guru yang bersangkutan) dan sistem, jika data tersebut cocok maka absensi akan diterima, namun jika data tersebut tidak cocok maka akan ditolak dan kamera akan mengulangi prose penangkapan figur wajah melalui kamera absensi lagi. Pada langkah selanjutnya setelah data diterima maka *output* absensi akan muncul berupa tampilan catatan waktu seperti yang ada pada model absensi berbasis face recognition pada sistem dasar. Pada bagian selanjutnya model masih akan dikembangkan lagi dan

diintegrasikan dengan berbagai teknologi canggih lainnya untuk meningkatkan keamanan dan pemanfaatan data untuk kebutuhan prediksi dan penjagaan keamanan lebih dini melalui deteksi anomali dan prediksi pola absensi.

4.2 PENGEMBANGAN SISTEM MENGGUNAKAN ML, DL, DAN AI

Machine Learning (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI) merupakan teknologi yang digunakan untuk menganalisis data absensi, membuat prediksi, mendeteksi pola yang mencurigakan yang selanjutnya dapat menambah keamanan dan membantu dalam pengambilan keputusan berdasarkan data. Dalam konteks sistem absensi berbasis pengenalan wajah pada buku ini, ketiga teknologi ini diintegrasikan secara bersamaan guna meningkatkan akurasi, keamanan, dan efisiensi sistem absensi. Disisi lain, integrasi *liveness detection* dan enkripsi data yang diimplementasikan akan membantu sistem untuk mencegah pemalsuan kehadiran dan melindungi data karyawan dari akses tidak sah. Dalam penelitian yang ada sebelumnya (Abdelli et al., 2022; Asselman et al., 2023; Bilakanti et al., 2024; Cui et al., 2019; Elbasi et al., 2023; Elmrabit et al., 2020; H.-G. Kim et al., 2019; Lather et al., 2019; Lohrasbinasab et al., 2022; Najafi Moghaddam Gilani et al., 2021; Sawadogo et al., 2021; Sharmila et al., 2023; Shibly et al., 2022), menggunakan *machine learning* untuk melakukan prediksi pola diberbagai bidang menggunakan algoritma yang sama seperti yang ada pada (Sarker, 2021; Taye, 2023). Begitu juga dengan (Abusitta et al., 2023; Ragedhaksha et al., 2023; Rostami et al., 2024; Shreesha et al., 2023; C. Sun et al., 2021; Zhu et al., 2020), yang memanfaatkan *deep learning* untuk melakukan prediksi diberbagai bidang.

Dalam konteks teknologi serupa lainnya (Ghillani, 2022; Hamouri et al., 2023; J. hua Li, 2018; Mishra & Yadav, 2020; Stahl et al., 2022; Tomer & Sharma, 2022), memanfaatkan AI untuk melakukan prediksi dalam hal pola dan tren diberbagai bidang termasuk keamanan. Pada penelitian sebelumnya juga beberapa peneliti menggabungkan teknologi *deep learning* dengan *machine learning*, namun dalam buku ini cukup berbeda (Fei et al., 2021; Nikou et al., 2019; Rana & Bhushan, 2023; Xin et al., 2018). Dimana, penelitian ini mencoba mengintegrasikan ketiga teknologi canggih tersebut secara bersamaan untuk melakukan berbagai prediksi dengan tujuan meningkatkan keamanan sistem absensi berbasis *face recognition* yang sudah dikembangkan menggunakan teknologi *liveness detection* dan *deep learning*. Selain itu, ditambahkan juga penerapan enkripsi pada data yang tersimpan dalam sistem absensi menggunakan algoritma AES sehingga data yang tersimpan bisa menjadi lebih aman dan tidak mudah dicuri. Pengembangan ketiga teknologi ini ditunjukkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Model integrasi ML, DL, dan AI pada sistem absensi berbasis face recognition untuk melakukan prediksi pola anomali, prediksi tren absensi dan peningkatan keamanan sistem absensi

Sebelum diimplementasikan pada sistem, model akan dilatih dan diuji pada lingkungan yang berbeda diluar sistem asli yaitu pada lingkungan *notebook google collab* untuk menjaga keamanan sistem. Selanjutnya jika evaluasi model menunjukkan hasil yang sangat baik maka model ini akan diintegrasikan secara lnsung pada sistem absensi berbasis *face recognition* di sekolah SMK. Pada gambar 4.3 ditunjukkan bagaimana ketiga teknologi canggih dalam buku ini dilatih dan dan diuji untuk melakukan berbagai prediksi melalui berbagai langkah. Langkah pertama yang dilakukan dalam integrasi teknologi ML, DL dan AI ini diawali dengan koleksi data yang didapat melalui sistem absensi berbasis *face recognition*. Selanjutnya, data akan melewati pra-pemrosesan dan ekstraksi fitur untuk menentukan data tersebut layak untuk digunakan sebagai sampel dan memastikan bahwa distribusi tersebar secara merata sehingga tidak akan muncul masalah pada pelatihan dan pengujian model. Selanjutnya data akan dibagi menggunakan *train_test_split* menggunakan prinsip Pareto (Sanders, 1987). Pada langkah selanjutnya maka model akan diinisialisasi dan diseleksi untuk digunakan. Dalam hal ini, tidak semua model digunakan karena masing-masing model memeiki karakteristik yang berbeda,

dengan pola yang berbeda pula, sehingga pemilihan model ini terbatas pada tujuan yang akan dicapai.

Dalam buku ini, penulis memilih beberapa model pada masing-masing teknologi yang diintegrasikan. Pada model *machine learning*, pendekatan yang digunakan adalah *supervised learning* dan *ensemble learning*. Kedua pendekatan ini dipilih karena buku ini akan melakukan deteksi dan prediksi pola anomali dan tren absensi yang ada pada sistem absensi. Model yang digunakan dalam pendekatan *supervised learning* pada *machine learning* adalah *Support Vector Machine* (SVM) dan *K-Nearest Neighbor* (KNN). Dua model ini dipilih karena, masing-masing model memiliki karakter yang sama yaitu mampu melakukan klasifikasi. Dimana, SVM merupakan algoritma klasifikasi yang bekerja dengan mencari hyperplane terbaik yang memisahkan kelas-kelas data dengan level yang cukup efektif pada dalam ruang dimensi tinggi dan dapat bekerja dengan baik pada data yang tidak terstruktur. Sedangkan untuk KNN algoritma non-parametrik yang mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatan dengan tetangga terdekat dalam ruang fitur, dimana model ini cukup simpel dan intuitif sehingga cukup baik untuk digunakan pada data kecil hingga menengah.

Pada metode *Ensemble learning*, model *machine learning* yang digunakan adalah *random forest* dan *XGBoost (Extreme Gradient Boosting)*, dimana *random forest* menggunakan sejumlah pohon keputusan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Setiap pohon memberikan prediksi dan mayoritas voting digunakan untuk keputusan akhir dan memiliki ketahanan yang baik terhadap *overfitting* dan dapat menangani data yang kompleks dengan baik. Sedangkan untuk *XGBoost* merupakan algoritma *boosting* yang mengoptimalkan fungsi *loss* melalui *gradien*, dan kinerjanya model ini cukup efisien dan cepat. Model ini juga memiliki keefektifan dalam data besar dan menghasilkan prediksi yang akurat. Pada model *deep learning*, digunakan model *neural network* yang merupakan jaringan saraf tiruan (ANN) yang meniru cara kerja otak manusia dengan menggunakan lapisan neuron untuk memproses data, dimana model ini cukup fleksibel dapat digunakan untuk berbagai jenis data dan tugas prediktif. *Deep learning* dalam hal ini dimanfaatkan sebagai pendukung model *machine learning* yang digunakan.

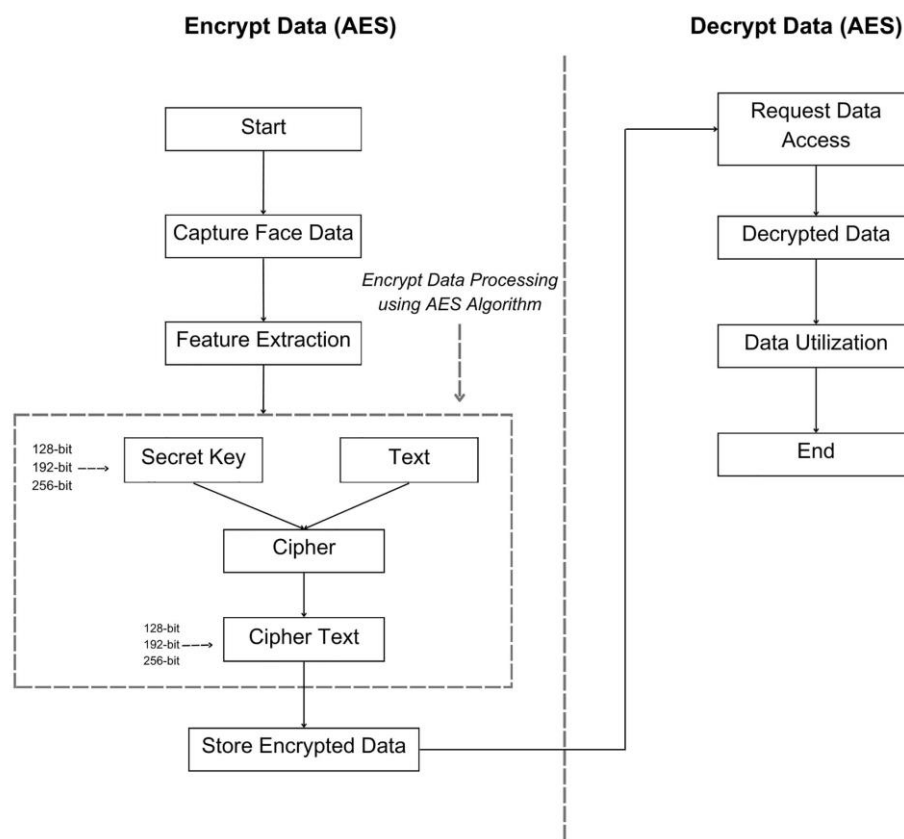
Terakhir, pada model AI yang dikhususkan untuk deteksi dan prediksi pola anomali, penulis menggunakan model *ensemble AI* dimana model ini terdiri dari kombinasi model *One-class SVM* dan *isolation forest*. *One-Class SVM* merupakan varian dari SVM yang dirancang untuk mendeteksi anomali dalam data. Algoritma ini mempelajari karakteristik dari satu kelas normal dan mengidentifikasi data yang berbeda secara signifikan sebagai anomali. Algoritma ini cukup efektif dalam mendeteksi *outliers* pada dataset yang didominasi oleh satu kelas.

Sedangkan untuk *isolation forest* merupakan *ensemble learning* yang mengisolasi *outliers* dengan menggunakan pohon keputusan. Algoritma ini bekerja dengan membuat partisi acak dalam data dan mengidentifikasi data yang memerlukan lebih sedikit partisi sebagai anomali yang mampu mendeteksi secara cepat dan efektif pada dataset besar.

Ketujuh model ini akan dilatih dan diuji menggunakan berbagai dataset yang didapatkan sebelumnya dari sistem absensi sekolah SMK. Dalam hal ini, keenam model yang digunakan memiliki metrik evaluasi yang sama walaupun memiliki perlakuan yang cukup dibedakan dalam pelatihan dan pengujian mengingat karakter dari masing-masing algoritma. Sedangkan, dalam model AI, *isolation forest* memiliki perlakuan yang berbeda dengan metrik evaluasi yang berbeda pula namun tetap bisa digunakan secara bersama untuk deteksi dan prediksi anomali. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga membantu dalam pengelolaan karyawan secara efektif dalam hal manajemen.

4.3 ENKRIPSI DATA

Dalam buku ini, enkripsi data dilakukan pada data yang tersimpan pada sistem absensi berbasis face recognition. Sebelum enkripsi dilakukan pada sistem, percobaan enkripsi juga dilakukan pada lingkungan yang berbeda, sama dengan lingkungan yang digunakan saat integrasi model ML, DL, dan AI pada sistem. Ini dilakukan untuk menjaga keamanan pada data yang tersimpan pada sistem. Untuk model enkripsi yang digunakan adalah model enkripsi menggunakan algoritma AES dengan model seperti yang dijelaskan pada gambar 4.2. Model ini diimplementasikan dan dikembangkan menjadi model enkripsi baru seperti yang terlihat pada gambar 4.4. Pertama, penulis menyiapkan kunci enkripsi yang kuat dan aman dengan panjang antara 128 hingga 256-bit dan kerahasiaannya dijaga dengan baik, sehingga tidak sembarang orang mengetahui kunci enkripsi tersebut. Selanjutnya, enkripsi dilakukan pada data biometrik dimana ini merupakan data pengenalan wajah yang berbentuk titik-titik fitur wajah (model wajah).



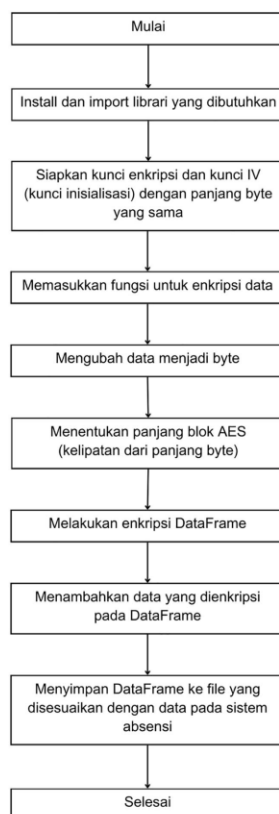
Gambar 4.4. Model implementasi algoritma AES untuk kebutuhan enkripsi pada sistem absensi berbasis face recognition

Untuk proses enkripsi digunakan algoritma AES seperti pada penelitian (Priyanka Brahmaiah et al., 2023; G. Singh, 2013). Enkripsi akan dilakukan pada data biometrik yang tersimpan pada sistem absensi. Algoritma AES yang digunakan akan mengubah data biometrik tersebut menjadi ciphertext yang tidak dapat dibaca tanpa kunci dekripsi. Selanjutnya, data yang sudah dienkripsi akan disimpan dalam bentuk database yang sama dengan jenis data yang disimpan pada sistem untuk menggantikan data asli. Dalam hal ini, kunci dekripsi harus disimpan baik-baik, dan akan digunakan ketika dekripsi data diperlukan. Misalnya, ketika sistem memerlukan akses ke data biometrik untuk verifikasi data identitas maka data yang dibutuhkan tersebut harus didekripsi terlebih dahulu menggunakan kunci dekripsi yang disimpan, dan proses dekripsi dilakukan di lingkungan yang aman untuk mencegah akses yang tidak sesuai.

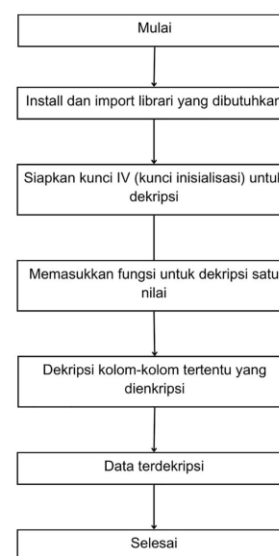
Implementasi enkripsi menggunakan algoritma AES memberikan beberapa manfaat dalam hal keamanan data, kepatuhan regulasi dan kepercayaan pengguna (para guru). Dalam keamanan data pada buku ini, enkripsi data menggunakan algoritma AES memberikan proteksi terhadap akses tidak sah. Bahkan jika data diretas, data tersebut tidak akan dapat dibaca tanpa

kunci dekripsi yang tepat. Selain itu, integritas data dapat dipastikan karena setiap perubahan pada *ciphertext* tanpa kunci yang sesuai akan menghasilkan data yang tidak valid setelah didekripsi. Dalam hal regulasi (standar keamanan), enkripsi menggunakan algoritma AES ini akan memenuhi syarat penggunaan yang layak karena enkripsi mampu melindungi data sensitif. Terakhir, kekhawatiran terhadap kebocoran data oleh para guru akan teratasi melalui enkripsi ini, dimana, guru akan lebih percaya dengan sistem yang menjamin keamanan data pribadi mereka sehingga tingkat stres yang muncul sebelumnya akan teratasi dengan baik. Selain implementasi teknologi canggih yang dikembangkan pada model absensi berbasis *face recognition* dalam buku ini, implementasi enkripsi AES dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah ini akan mampu meningkatkan dan melindungi data sensitif guru dengan lebih baik, selain itu enkripsi ini juga mampu mengurangi risiko kebocoran data dan meningkatkan kepercayaan terhadap sistem yang digunakan.

Proses Enkripsi Data (algoritma AES)



Proses Dekripsi Data (algoritma AES)



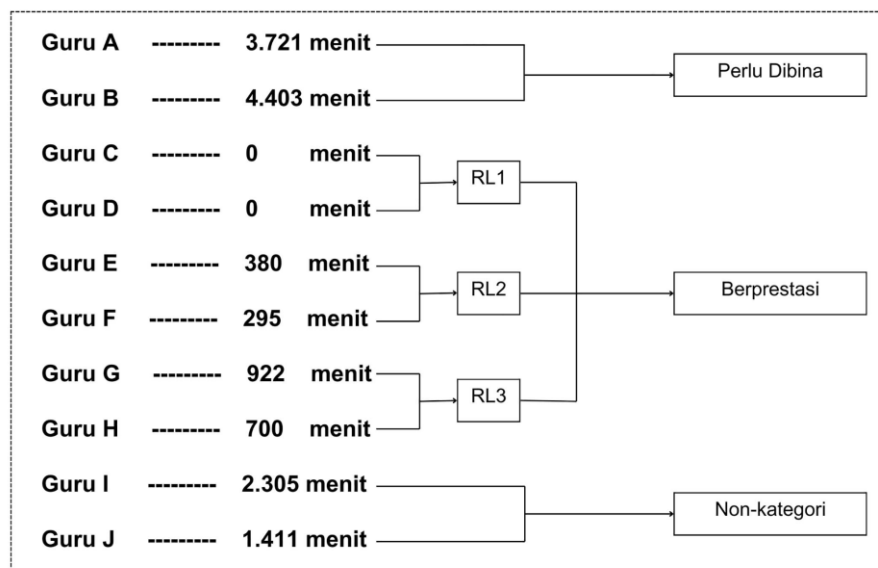
Gambar 4.5. Proses enkripsi yang dilakukan pada data sistem absensi

4.4 MODEL REWARD DAN PUNISHMENT UNTUK PENGELOLAAN KARYAWAN

Sistem reward dan punishment yang akan diimplementasikan dalam model ini bertujuan untuk meningkatkan motivasi, kedisiplinan, dan produktivitas karyawan melalui penggunaan data absensi yang akurat dan teknik machine learning. Sistem ini berupaya memberikan penghargaan kepada karyawan berprestasi dan sanksi kepada karyawan yang tidak memenuhi standar kehadiran dan kinerja. Sistem ini muncul dari teori psikologi dan manajemen yang digunakan untuk memotivasi perilaku tertentu dalam lingkungan organisasi (B. F. Skinner, 1965), yang kemudian dalam buku ini dikembangkan dan diimplementasikan pada model baru menggunakan machine learning untuk pengelolaan karyawan. Berbeda dengan penelitian (Cai et al., 2022; Pangandaheng & Sutanto, 2021; Wu et al., 2022), model reward dan punishment yang diintegrasikan pada sistem absensi akan memungkinkan pengelolaan data karyawan menjadi lebih efisien, dimana semua catatan kehadiran akan otomatis terekam dan tersimpan secara *real-time* dan akurat. Selain itu, sistem yang dilatih menggunakan machine learning akan mampu melakukan pengelompokan sesuai dengan model *reward* dan *punishment* yang diimplementasikan dalam sistem, sehingga pemberian reward dan punishment akan tepat sasaran, selain itu penerapan model ini pada sistem juga akan memberikan dorongan untuk para guru lainnya untuk lebih rajin dalam melakukan absensi.

Untuk *reward* dan *punishment* sendiri dalam buku ini berbentuk bonus akhir tahun, dimana, bonus dibagikan dengan jumlah yang sama rata kepada semua guru jika waktunya sudah tiba. Menurut data yang diperoleh dari wawancara berbagai divisi dan guru di sekolah SMK terkait dengan bonus ini, terdapat beberapa kasus yang muncul. Misalnya, pembagian dengan jumlah nominal yang sama namun diberikan kepada seluruh guru tanpa melihat kinerja yang sudah dilakukan selama satu tahun membuat beberapa guru yang lebih disiplin dan rajin merasa tidak adil ketika guru yang bahkan jarang melakukan absensi atau jarang masuk mendapatkan bonus dengan nominal yang sama. Selain itu, hasil wawancara juga menyebutkan bahwa, bonus akhir tahun yang awalnya diberikan untuk meningkatkan motivasi guru justru tidak memberikan dampak apapun setelah praktek pemberian bonus berjalan selama 2 tahun terakhir. Sehingga, model bonus yang akan diberikan selanjutnya akan berbeda dengan model yang sudah berjalan, dimana, bonus akan berkurang sesuai dengan jumlah menit terlambat jika guru terlambat dalam melakukan absensi atau guru tidak masuk tanpa izin, bonus yang berkurang itu pada nantinya akan di kumpulkan menjadi satu dan dibagikan kepada guru

dengan peringkat paling rajin dalam melakukan absensi. Untuk model *reward* dan *punishment* yang dikembangkan dalam buku ini dapat dilihat melalui gambar 4.6.



Gambar 4.6. Contoh penerapan model reward dan punishment yang diusulkan dalam penelitian

Untuk model *reward* dan *punishment* yang diimplementasikan pada sistem absensi berbasis *face recognition* dalam buku ini adalah sebagai berikut:

Asumsi (nominal bonus hanya sebuah contoh):

- **Bonus akhir tahun** merupakan bonus yang akan diberikan pada setiap guru dengan jumlah IDR. 2.500.000,-.
- **Reward** berupa bonus yang akan didapatkan sebagai tambahan bonus akhir tahun yang didapat dari denda keterlambatan absensi guru. *Reward* dikelompokkan menjadi 3 level, *Reward level 1* (RL1) adalah 50% dari jumlah denda keterlambatan keseluruhan, *Reward level 2* (RL2) adalah 30% dari jumlah denda keterlambatan, dan *Reward level 3* (RL3) adalah 20% dari jumlah denda keterlambatan.
- **Punishment** adalah denda keterlambatan berdasarkan jumlah menit terlambat yang terkumpul selama 1 tahun dengan ketentuan:
 - Dalam setiap 1 menit keterlambatan, bonus akhir tahun akan di potong sebanyak IDR. 250,- dengan maksimal potongan harian adalah IDR. 10.000,-
 - 1 menit dihitung mulai dari 60-90 detik terlambat, 2 menit dihitung mulai dari 91-150 detik terlambat dan seterusnya.
 - *Punishment* akan dilakukan secara otomatis melalui sistem absensi berbasis face recognition disekolah SMK sesuai dengan catatan kehadiran di pagi hari.

- **Guru yang berprestasi** merupakan guru yang tidak pernah terlambat dan tidak pernah tidak masuk tanpa izin dengan maksimal jumlah keterlambatan adalah 1.095 menit, dan akan mendapatkan *reward* yang ditambahkan pada bonus akhir tahun mereka. Guru yang berprestasi akan dibagi menjadi 3 peringkat, yaitu:
 - Kelompok peringkat pertama adalah kelompok guru dengan absensi penuh tanpa keterlambatan sama sekali, kelompok ini akan masuk pada kategori RL1
 - Kelompok peringkat 2 adalah kelompok guru dengan tingkat keterlambatan maksimal 400 menit, kelompok ini akan masuk kategori RL2
 - Kelompok ketiga adalah kelompok guru dengan keterlambatan maksimal 1.095 menit, kelompok ini akan masuk kategori RL3.
- **Guru yang perlu dibina** adalah guru yang memiliki tingkat keterlambatan absensi melebihi 3.285 menit, kelompok guru ini tidak akan mendapatkan *reward*.
- **Guru dengan jumlah keterlambatan** antara 1.096 menit hingga 3.284 menit tidak termasuk dalam 2 kategori diatas dan tidak akan mendapatkan *reward*.

Contoh Skenario

Guru A memiliki jumlah keterlambatan selama 1 tahun adalah 3.721 menit sehingga guru ini akan mendapatkan *punishment* denda bonus tahunan sebesar IDR. 930.250-. Guru B memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 4.403 menit, guru B akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 1.100.750. Selanjutnya Guru C dan D tidak pernah terlambat sama sekali selama 1 tahun. Guru E memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 922 menit, guru E akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 230.500. Guru F memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 700 menit, guru F akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 175.000. Guru G memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 380 menit, guru G akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 95.000. Guru H memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 295 menit, guru H akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 73.750. Guru I memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 2.305 menit, guru I akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 576.250. Guru J memiliki keterlambatan selama 1 tahun adalah 1.411 menit, guru J akan mendapatkan *punishment* berupa potongan denda sebesar IDR. 352.750.

Untuk menghitung Jumlah *reward* dan *punishment* adalah sebagai berikut:

$$\text{Jumlah nominal Reward} = \text{Jumlah nominal Punishment} \quad (\text{Eq. 4.1})$$

$$\text{Punishment} = \text{Jumlah menit telat selama 1 tahun} \times \text{IDR. 250} \quad (\text{Eq. 4.2})$$

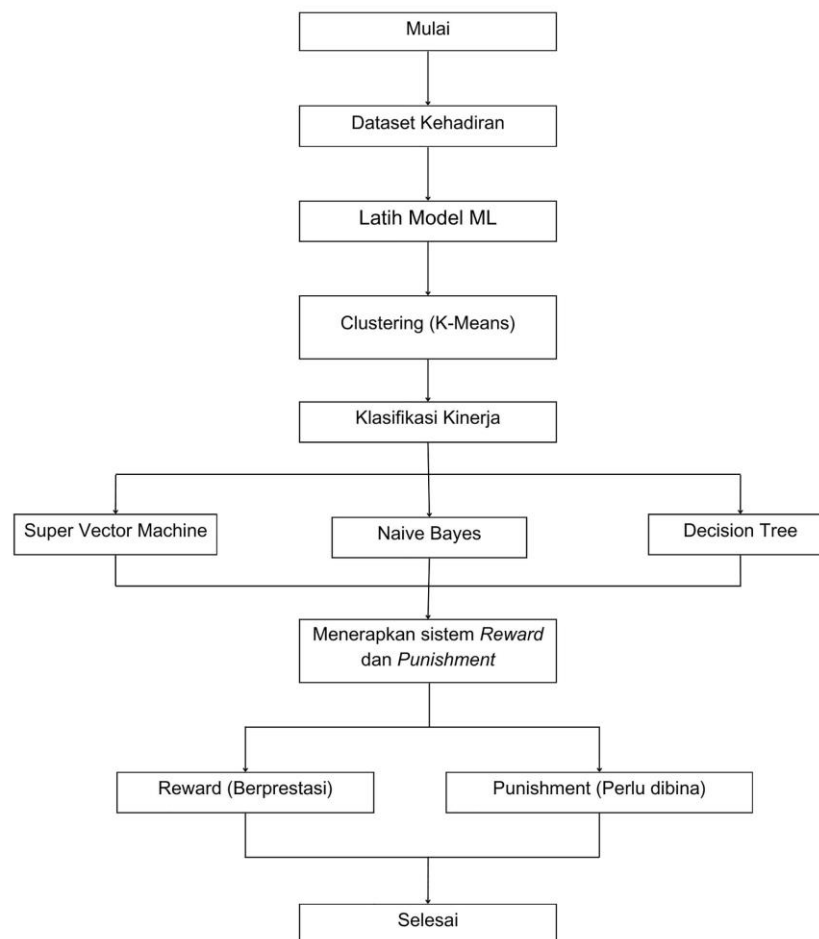
$$\text{Reward guru berprestasi} = \text{RL1, RL2, RL3} \quad (\text{Eq. 4.3})$$

$$\text{RL1} = 50\% \times \text{Jumlah nominal Reward} \quad (\text{Eq. 4.4})$$

$$\text{RL1} = 30\% \times \text{Jumlah nominal Reward} \quad (\text{Eq. 4.5})$$

$$\text{RL1} = 20\% \times \text{Jumlah nominal Reward} \quad (\text{Eq. 4.6})$$

Dalam hal ini, Jumlah nominal reward dari skenario diatas adalah IDR 3.534.250. Dengan pembagian RL1 = IDR 1.767.125, RL2= IDR 1.060.275, dan RL3 = IDR 706.850.

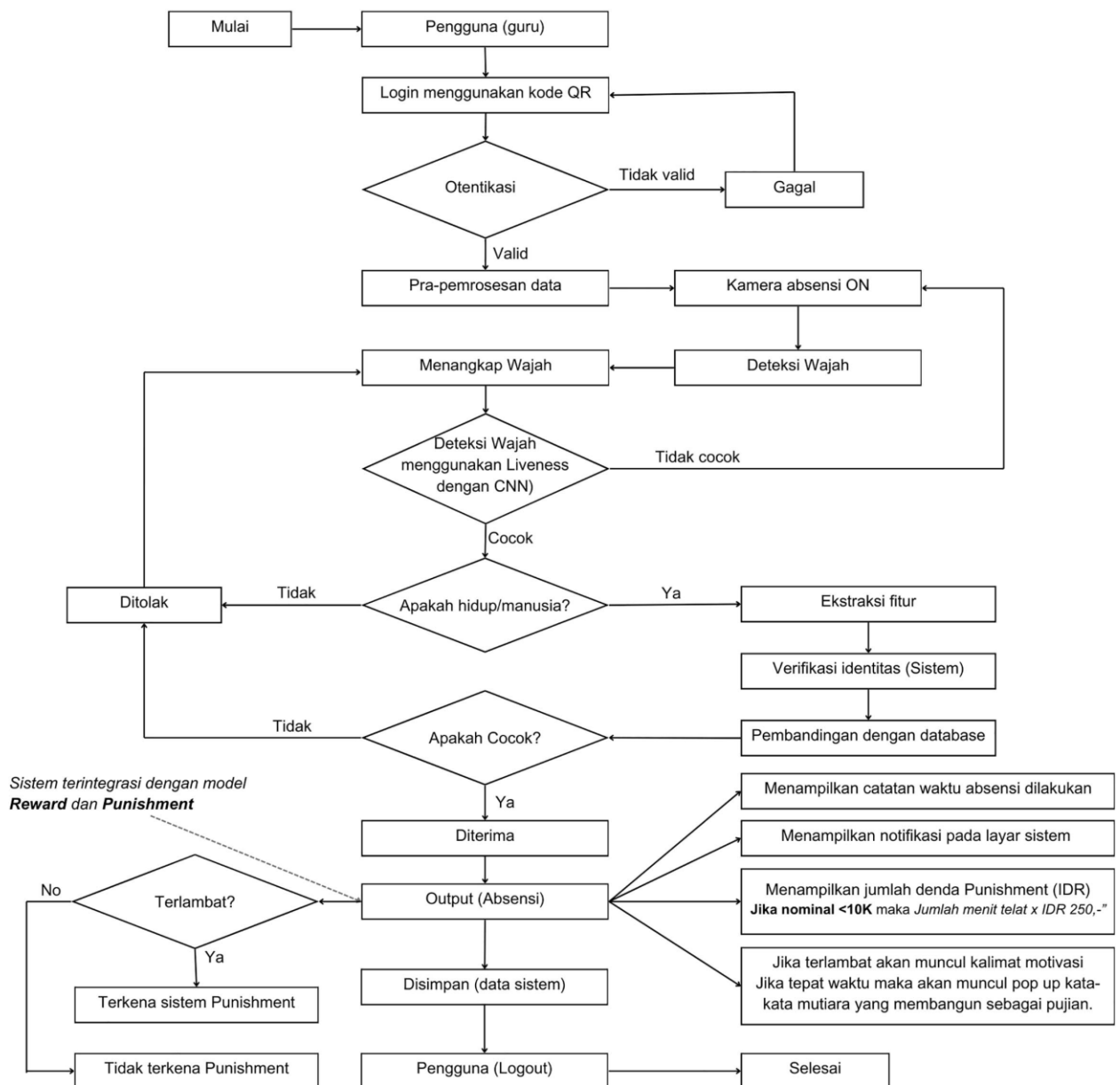


Gambar 4.7. Model Reward dan Punishment untuk pengelolaan guru yang berprestasi dan yang perlu dibina menggunakan metode machine learning dengan teknik K-Means clustering

Untuk model *Reward* dan *Punishment* untuk pengelolaan data absensi guru untuk menentukan guru yang berprestasi dan yang perlu dibina menggunakan teknik *K-means*

clustering dapat dilihat melalui gambar 4.7. Sedangkan untuk model sistem absensi berbasis *face recognition* yang terintegrasi dengan sistem *reward* dan *punishment* dapat dilihat melalui gambar 4.8. Dalam penerapan model *reward* dan *punishment* dalam sistem absen ini menggunakan teknik yang berbeda dengan teknik yang digunakan oleh para penelitian sebelumnya. Berbagai teknik yang digunakan pada penelitian sebelumnya hanyalah implementasi metode manual dan tradisional. Teknik yang digunakan untuk implementasi sistem *reward* dan *punishment* pada penelitian adalah metode *machine learning (K-means clustering)*, dimana beberapa teknik ini belum pernah digunakan oleh peneliti lainnya sehingga akan memberikan hasil yang adil sesuai dengan absensi yang dilakukan oleh guru karena sistem absensi akan mencatat data secara *real-time* sehingga tidak akan terjadi kecurangan dalam pengelompokan guru yang akan mendapatkan *reward* dan guru yang akan mendapatkan *punishment*.

Pada gambar 4.8, disajikan implementasi sistem *reward* dan *punishment* yang diintegrasikan dalam sistem absensi berbasis *face recognition*. Dimana, dari model-model sebelumnya terdapat perbedaan *output* jika dibandingkan dengan model dasar pada sistem absensi berbasis *face recognition* gambar 4.2 dengan model yang sudah dikembangkan menggunakan teknologi *liveness detection* dan *deep learning* pada gambar 4.3. Setelah model *reward* dan *punishment* diimplementasikan secara otomatis pada sistem, maka dibagian *output* akan ada penambahan proses untuk aplikasi *punishment* kepada guru yang terlambat. Dimana, pada *output* absensi jumlah denda akan ditampilkan pada layar sistem, dengan keterangan terlambat. Selain itu terdapat *pop-up* yang muncul berisi beberapa kalimat singkat untuk memotivasi guru yang terlambat agar hari selanjutnya dapat melakukan absensi lebih disiplin. Sedangkan untuk guru yang tidak terlambat, maka *output* yang muncul hanya akan menampilkan waktu absensi, notifikasi ada sistem dan memunculkan *pop-up* kata-kata mutiara yang membangun sebagai pujian. Dalam penerapan model *reward* dan *punishment* pada sistem absensi ini diharapkan mampu memberikan dampak pada peningkatan motivasi, peningkatan kedisiplinan dan prestasi guru dalam mengajar dan beraktivitas di sekolah. Dalam penerapan dan perhitungan bonus semuanya akan dilakukan melalui sistem dimana ini akan mendukung proyek manajemen absensi berbasis teknologi dengan laporan harian dan laporan tahunan yang akan keluar pada saat pemberian bonus akhir tahun kepada guru SMK.



Gambar 4.8. Model Sistem Absensi berbasis face recognition yang terintegrasi dengan sistem reward dan punishment

Kesimpulan

1. Integrasi teknologi *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI) pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah dapat secara signifikan meningkatkan keamanan dan akurasi pencatatan kehadiran di SMK.
2. Integrasi teknik *Liveness Detection* pada sistem absensi berbasis *face recognition* akan mengurangi risiko *spoofing* (serangan palsu) dan meningkatkan akurasi deteksi wajah.
3. Penggunaan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) untuk enkripsi data dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah akan mengurangi risiko pencurian dan manipulasi data, sehingga meningkatkan perlindungan terhadap privasi data individu.

4. Implementasi sistem *reward* dan *punishment* pada sistem absensi yang sudah dikembangkan dapat meningkatkan pengelolaan data, meningkatkan motivasi, dan prestasi guru di SMK.
5. Penerapan *Ensemble AI* pada sistem absensi berbasis *face recognition* dapat mendeteksi pola anomali dalam data absensi, sehingga dapat mencegah akses tidak sah dan meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan.

Dengan hipotesis ini, penelitian selanjutnya akan fokus pada pengujian dan analisis efektivitas integrasi teknologi canggih dalam meningkatkan sistem absensi di SMK, serta mengevaluasi dampaknya terhadap manajemen karyawan dan keamanan data.

Dalam buku ini, telah diusulkan sebuah sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang didukung oleh teknologi *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial Intelligence* (AI). Sistem ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan akurasi pencatatan kehadiran, tetapi juga menawarkan berbagai manfaat tambahan melalui analisis data yang mendalam dan pengambilan keputusan berbasis data. Melalui pemanfaatan algoritma ML seperti *Support Vector Machine* (SVM), *Decision Tree* (DT), dan *Random Forest* (RF), sistem dapat memberikan rekomendasi terkait reward dan punishment secara objektif. Pendekatan ini memungkinkan manajemen untuk mengidentifikasi karyawan berprestasi dan yang memerlukan pembinaan dengan lebih akurat, sejalan dengan studi oleh (Bharadiya & Bharadiya, 2023). Penggunaan ML dan DL memungkinkan identifikasi dan prediksi pola absensi serta anomali, yang berkontribusi pada pengelolaan karyawan yang lebih efektif. Penggunaan teknologi *Liveness Detection* juga menjadi tambahan penting dalam sistem ini untuk memastikan bahwa hanya individu yang benar-benar hadir yang dapat diabsensi, mengurangi kemungkinan penyalahgunaan sistem. Teknologi pengenalan wajah yang diterapkan menggunakan teknik *liveness detection* dan algoritma CNN, dimana, teknik *liveness detection* merupakan komponen penting dalam sistem pengenalan wajah untuk mencegah serangan spoofing. Sedangkan CNN telah terbukti mampu mengidentifikasi individu dengan akurasi tinggi, bahkan dalam kondisi pencahayaan yang buruk atau dengan variasi pose wajah. Teknologi ini memastikan bahwa wajah yang dikenali adalah wajah hidup, bukan gambar atau video, sehingga meningkatkan keamanan sistem.

Pada bagian selanjutnya, buku ini akan menunjukkan bahwa integrasi teknologi ini dengan sistem absensi dapat mengurangi kesalahan dan kecurangan, serta meningkatkan keamanan data melalui enkripsi menggunakan algoritma AES sesuai dengan temuan dari penelitian sebelumnya (AbdELminaam et al., 2020; P. T. Kim & Bodie, 2020) yang menyatakan

bahwa teknologi pengenalan wajah menawarkan solusi yang lebih aman dan efisien dalam manajemen absensi. Penggunaan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) untuk enkripsi data dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah menawarkan perlindungan tambahan terhadap pencurian dan manipulasi data, yang penting untuk menjaga privasi data individu dan mencegah akses tidak sah. Dalam hal keamanan data, penggunaan teknologi enkripsi AES memastikan bahwa data biometrik yang sensitif terlindungi dari akses yang tidak sah. Tantangan terkait privasi dan keamanan data biometrik yang sebelumnya diidentifikasi oleh (Dang, 2023) dan (Gode et al., 2023) dapat diatasi dengan pendekatan ini. Pengembangan lebih lanjut di bidang keamanan data menjadi krusial untuk memastikan integritas dan kepercayaan terhadap sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Data absensi yang akurat juga dapat digunakan sebagai dasar untuk sistem reward dan punishment, yang pada gilirannya dapat meningkatkan motivasi dan kinerja karyawan. Sistem ini memberikan insentif bagi karyawan untuk hadir tepat waktu dan menjalankan tugasnya dengan baik.

Selain itu, Penerapan Ensemble AI dalam sistem absensi memungkinkan deteksi pola anomali dalam data absensi, seperti ketidakhadiran yang tidak biasa atau upaya akses tidak sah. Deteksi anomali ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat, serta meningkatkan keamanan keseluruhan sistem. Selain itu, penerapan Ensemble AI dalam sistem absensi memungkinkan deteksi pola anomali dalam data absensi, seperti ketidakhadiran yang tidak biasa atau upaya akses tidak sah. Deteksi anomali ini membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat, serta meningkatkan keamanan keseluruhan sistem. Terakhir, dalam pengelolaan karyawan melalui data absensi akan diimplementasikan model reward dan punishment. Data absensi yang akurat dapat digunakan sebagai dasar untuk sistem reward dan punishment, yang pada gilirannya dapat meningkatkan motivasi dan kinerja karyawan. Sistem ini memberikan insentif bagi karyawan untuk hadir tepat waktu dan menjalankan tugasnya dengan baik. Dengan dasar teori dan tinjauan pustaka yang kuat, penelitian selanjutnya akan fokus pada pengujian hipotesis mengenai efektivitas integrasi teknologi ML, DL, AI, *Liveness Detection*, dan enkripsi AES dalam meningkatkan keamanan dan akurasi sistem absensi di SMK. Hasil dari buku ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan sistem absensi yang lebih andal dan aman di lingkungan pendidikan.

BAB 5

DESAIN DAN PROSEDUR SISTEM ABSENSI

Buku ini menggunakan desain kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan menguji model integrasi teknologi machine learning pada sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Pendekatan ini dipilih karena melibatkan desain eksperimen yang sistematis dimana penulis merancang eksperimen untuk menguji model dengan berbagai parameter, data set, dan teknik evaluasi untuk memahami kinerja dan keandalan model. Hal ini mencakup pemisahan data menjadi set pelatihan, validasi, dan pengujian untuk mengukur kinerja secara objektif. Dalam konteks ini, buku ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem absensi berbasis *face recognition* yang ditingkatkan dengan teknologi AI, ML, DL, *liveness detection*, dan enkripsi data menggunakan algoritma AES dengan target akhir untuk meningkatkan keamanan sistem absensi berbasis *face recognition* yang digunakan sebagai manajemen absensi di sekolah SMK.

Prosedur buku ini dimulai dengan tahap persiapan yang meliputi pengaturan software untuk sistem absensi berbasis pengenalan wajah dan penyiapan data untuk pelatihan dan pengujian model. Sebelum dapat digunakan untuk kebutuhan analisis dan penelitian, data selanjutnya akan melewati pra-pemrosesan terlebih dahulu, ini akan membantu meningkatkan kinerja model, efisiensi komputasi, dan validitas serta reliabilitas hasil penelitian. Dalam konteks ini, terdapat beberapa alasan mengapa data yang akan digunakan harus melewati pra-perosesan terlebih dahulu. Alasan pertama, pembersihan data dapat membantu menghapus nilai yang hilang dan duplikasi, dimana ini bisa menyebabkan masalah dalam analisis dan pelatihan model *machine learning*, *deep learning* dan AI. Alasan kedua adalah normalisasi dan standarisasi skala fitur, ini digunakan untuk memastikan bahwa semua fitur berada dalam skala yang sama, sehingga algoritma model ML, DL dan AI dapat berfungsi dengan optimal. Selain itu, pembersihan data tidak relevan dapat mengatasi noise sehingga mampu meningkatkan kualitas data dan mengurangi kompleksitas model. Alasannya lainnya adalah transformasi data, misalnya pembuatan fitur baru dan pengkodean kategori sesuai kebutuhan untuk membantu model memahami data dengan lebih baik. Karena dalam buku ini dilakukan deteksi dan prediksi anomali, sehingga pembuatan fitur dan label dalam data merupakan hal yang cukup penting

karena ini akan cukup membantu penanganan anomali dan mencegah model menjadi bias terhadap data yang tidak representatif.

Setelah pra-pemrosesan data selesai, distribusi data akan dicek terlebih dahulu untuk memastikan distribusi dan validitas data. Dalam hal ini, distribusi data harus diperiksa terlebih dahulu sebelum analisis atau pelatihan model karena hal ini membantu memahami karakteristik data, mengidentifikasi outlier, dan memilih metode statistik atau model yang tepat. Distribusi data juga penting untuk normalisasi dan standarisasi, validasi asumsi model, deteksi bias, dan mempersiapkan visualisasi data yang efektif. Mengetahui distribusi data memastikan bahwa model machine learning dan analisis yang dilakukan lebih valid, akurat, dan dapat diandalkan. Jika data sudah terdistribusi secara normal (merata) selanjutnya, data akan dibagi menjadi set pelatihan dan set pengujian untuk memastikan bahwa model dapat digeneralisasi dengan baik ke data yang tidak terlihat, serta validasi silang membantu mencegah overfitting. Selanjutnya model ML, DL, dan AI akan dilatih menggunakan dataset pelatihan yang sudah dibagi sebelumnya. Jika pelatihan model selesai, dilanjutkan untuk pengujian model, dalam hal ini, model-model akan melakukan identifikasi, analisis, deteksi dan prediksi pola. Setelah hasil yang didapatkan, selanjutnya akan diukur menggunakan metrik evaluasi yang sudah ditentukan. Berbagai metrik evaluasi yang digunakan dalam buku ini. Jika hasil evaluasi baik, selanjutnya model ini akan diimplementasi pada sistem nyata untuk melihat apakah terdapat perubahan dalam hal keamanan sistem yang sudah dikembangkan atau tidak. Terakhir hasil akan dibandingkan dan dideskripsikan pada bagian hasil sebagai laporan temuan penelitian.

5.1 SAMPEL DATA

Buku ini menggunakan 2 jenis data yaitu data primer dan sekunder. Untuk data primer didapatkan melalui observasi langsung dan wawancara. Observasi langsung dilakukan pada implementasi sistem absensi berbasis *face recognition* di SMK. Sedangkan untuk wawancara dengan karyawan dan guru untuk mendapatkan pandangan mereka tentang sistem absensi dan sistem *reward* dan *punishment*. Sedangkan untuk data sekunder, didapatkan melalui data absensi karyawan yang dikumpulkan dari sistem absensi berbasis *face recognition* selama periode enam bulan, data literatur dan studi terdahulu yang relevan dengan topik buku ini.

Sedangkan untuk objek buku ini adalah sistem absensi berbasis *face recognition* yang diterapkan di sekolah SMK, dimana objek buku ini akan diintegrasikan dengan berbagai teknologi canggih (*machine learning*, *deep learning*, *artificial intelligence*, dan *liveness detection*). Untuk sampel buku ini adalah data kehadiran guru di beberapa SMK yang diambil dari sistem absensi

berbasis pengenalan wajah secara acak. Data ini dikumpulkan melalui sistem kehadiran disekolah berbentuk database MySQL dan diekspor ke dalam format Excel dan .CSV sebagai dataset untuk keperluan analisis lebih. Jumlah data terdiri dari 998 entri dengan informasi data mencakup gambar wajah dengan berbagai variasi pose dan kondisi pencahayaan, data biometrik wajah guru, ID absensi, kode guru (tanpa nama), tanggal absensi, jam absen masuk di pagi hari dan jam absen pulang sore hari (ini berformat jam:menit:detik), lokasi absensi (ini adalah nama gedung yang digunakan untuk absensi di sekolah), dan informasi kehadiran harian.

Selama proses pengumpulan data, penulis menerapkan langkah-langkah keamanan data yang ketat untuk melindungi privasi guru dan keamanan data sekolah. Ini termasuk penggunaan enkripsi data, akses terbatas hanya kepada pihak yang berwenang, dan kepatuhan terhadap kebijakan privasi yang ditetapkan oleh sekolah. Dan tentunya, langkah-langkah pengumpulan data ini dilakukan dengan izin resmi dari pihak sekolah untuk mengakses dan menganalisis data absensi karyawan. Izin resmi juga dilakukan untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi privasi dan perlindungan data yang berlaku. Data absensi terdiri dari rekaman absensi kehadiran dan absensi pulang karyawan secara berkala selama 10 bulan. Untuk proses pengumpulan data juga dilakukan selama 10 bulan yaitu periode awal tahun, dimana *reward* dan *punishment* akan dilakukan pada akhir tahun, selain itu data akan digunakan untuk menganalisis pola, tren, dan faktor-faktor yang mempengaruhi kehadiran karyawan, serta untuk menganalisis dampak yang muncul pada karyawan setelah *reward* dan *punishmen* diaplikasikan.

5.2 VARIABEL DAN INDIKATOR

Variabel dalam buku ini adalah aspek-aspek yang diukur atau dimanipulasi dalam penelitian. Dalam buku ini, terdapat dua jenis variabel utama: variabel independen dan variabel dependen. Indikator adalah ukuran spesifik yang digunakan untuk menilai setiap variabel. Untuk variabel dan indikator dapat dilihat melalui tabel 5.1 dan tabel 5.2

Tabel 5.1. Variabel Independen

| No | Variabel | Keterangan | Indikator | Keterangan |
|----|--|---|--|--|
| 1 | Teknologi Face Recognition (Abraham et al., 2020; Gode et al., 2023; Singh et al., n.d.) | Sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang digunakan untuk mencatat kehadiran. | Tingkat Akurasi Pengenalan Wajah (Cavazos et al., 2021; Krishnapriya et al., 2020) | Mengukur seberapa akurat teknologi dapat mengenali wajah yang terdaftar pada sistem dengan wajah asli yang terekam kamera. |

Meningkatkan Keamanan Data Pada Attendance System Berbasis Face Recognition:

Integrasi Machine Learning, Deep Learning Dan Ensemble AI Pada Manajemen Proyek Teknologi Informasi

| | | | | |
|---|---|--|--|--|
| | | | Tingkat Keberhasilan dalam Berbagai Kondisi Pencahayaan (Sandhan et al., 2024; Surantha & Sugijakko, 2024) | Mengukur kinerja sistem dalam mendeteksi wajah individu dalam kondisi pencahayaan yang berbeda dan ekspresi yang berbeda. |
| 2 | Integrasi AI, ML, dan DL (Aggarwal et al., 2023; Akcay et al., 2022; Elmrabit et al., 2020) | Model dan algoritma yang digunakan untuk analisis data, deteksi anomali, dan prediksi kinerja guru di sekolah SMK. | Akurasi Prediksi Pola Absensi (C. F. Chen et al., 2004) | Kemampuan model AI/ML/DL dalam memprediksi pola absensi dengan akurat |
| | | | Kemampuan Model dalam Deteksi Anomali (Recall dan Presisi) (Elmrabit et al., 2020) | Efektivitas model dalam mendeteksi anomali dalam data absensi berbasis face recognition |
| 3 | Implementasi Liveness Detection (Matthew & Canning, 2020) | Metode yang digunakan untuk memastikan bahwa input pengenalan wajah berasal dari individu hidup. | Tingkat Deteksi Spoofing (Hosen et al., 2023) | Persentase keberhasilan sistem dalam mendeteksi apakah wajah yang diinput berasal dari individu hidup (kemampuan sistem untuk mendeteksi upaya pemalsuan identitas). |
| | | | Kecepatan Deteksi Kehidupan (Mandol et al., 2021) | Waktu yang diperlukan untuk memverifikasi keaslian wajah |
| 4 | Enkripsi data menggunakan algoritma AES (Priyanka Brahmaiah et al., 2023) | Algoritma yang digunakan untuk melindungi data absensi | Waktu Enkripsi/Denkripsi (Muhammad Abdullah & Muhamad Abdullah, 2017) | Waktu yang dibutuhkan untuk mengenkripsi dan mendekripsi data |

Meningkatkan Keamanan Data Pada Attendance System Berbasis Face Recognition:

Integrasi Machine Learning, Deep Learning Dan Ensemble AI Pada Manajemen Proyek Teknologi Informasi

| | | | | |
|--|--|--|---|---|
| | | | Tingkat Keamanan Data (S. Jenifa Sabeena, 2023) | Mengukur seberapa baik data terlindungi dari akses tidak sah dan tingkat keamanan yang diukur melalui uji penetrasi dan analisis risiko |
|--|--|--|---|---|

Tabel 5.2. Variabel Dependen

| No | Variabel | Keterangan | Indikator | Keterangan |
|----|--|---|---|--|
| 1 | Keamanan data absensi (Balint, 2022) | Tingkat keamanan yang dicapai oleh sistem absensi dalam melindungi data dan mencegah akses tidak sah. | Integritas Data (Doss et al., 2022) | Seberapa baik data terjaga dari modifikasi yang tidak sah. |
| | | | Respons Terhadap Ancaman (Alemami et al., 2023) | Kecepatan dan efektivitas sistem dalam merespon ancaman keamanan |
| 2 | Efektivitas Sistem Reward dan Punishment (Wibowo et al., 2022) | Mekanisme yang diterapkan berdasarkan data absensi dan kinerja untuk memberi penghargaan atau hukuman kepada karyawan | Tingkat Kehadiran (Frimayasa et al., 2021) | Seberapa baik presentase kehadiran karyawan sesuai jadwal setelah implementasi sistem |
| | | | Tingkat disiplin (Wibowo et al., 2022) | Tingkat kepatuhan karyawan terhadap jadwal kehadiran yang ditentukan setelah implementasi sistem |

5.3 DATA TEST TRAINING

Berikut ini adalah data set yang digunakan dalam buku ini:

| Tanggal | Face ID | Kode Nama | Usia | Jam Masuk | Jam Pulang | ML Convert_Jam Masuk | ML Convert_Jam Pulang | Lokasi Absen |
|------------|---------|-----------|------|-----------|------------|----------------------|-----------------------|--------------|
| 08/04/2024 | 1 | AL001 | 21 | 08:01:43 | 16:00:00 | 28903 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 2 | AL002 | 26 | 08:03:19 | 16:00:00 | 28999 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 3 | AL003 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 4 | AL004 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 5 | AL005 | 26 | 08:00:10 | 16:00:00 | 28810 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 6 | AL006 | 22 | 08:00:47 | 16:00:00 | 28847 | 57600 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 7 | AL007 | 27 | 08:00:16 | 16:00:00 | 28816 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 8 | AL008 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 9 | AL009 | 24 | 08:00:01 | 16:00:00 | 28801 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 10 | AL010 | 26 | 08:02:11 | 16:00:00 | 28931 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 11 | AL011 | 26 | 08:03:00 | 16:00:00 | 28980 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 12 | AL012 | 26 | 08:03:03 | 16:00:00 | 28983 | 57600 | 3 |
| 08/04/2024 | 13 | AL013 | 25 | 08:04:00 | 16:00:00 | 29040 | 57600 | 3 |
| 08/04/2024 | 14 | AL014 | 25 | 08:05:18 | 16:00:00 | 29118 | 57600 | 3 |
| 08/04/2024 | 15 | AL015 | 25 | 08:06:20 | 16:00:00 | 29180 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 16 | AL016 | 25 | 08:07:17 | 16:00:00 | 29237 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 17 | AL017 | 24 | 08:08:00 | 16:00:00 | 29280 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 18 | AL018 | 25 | 08:07:27 | 16:02:00 | 29247 | 57720 | 1 |
| 08/04/2024 | 19 | AL019 | 25 | 08:04:01 | 16:00:00 | 29041 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 20 | AL020 | 24 | 08:00:11 | 16:00:00 | 28811 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 21 | AL021 | 24 | 08:00:19 | 16:00:00 | 28819 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 22 | AL022 | 24 | 08:04:50 | 16:00:00 | 29090 | 57600 | 5 |
| 08/04/2024 | 23 | AL023 | 26 | 08:03:02 | 16:00:00 | 28982 | 57600 | 5 |
| 08/04/2024 | 24 | AL024 | 26 | 08:02:22 | 16:00:00 | 28942 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 25 | AL025 | 22 | 08:02:14 | 16:00:05 | 28934 | 57605 | 1 |
| 08/04/2024 | 26 | AL026 | 26 | 08:03:00 | 16:00:00 | 28980 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 27 | AL027 | 26 | 08:01:55 | 16:00:00 | 28915 | 57600 | 5 |
| 08/04/2024 | 28 | AL028 | 26 | 08:04:44 | 16:00:00 | 29084 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 29 | AL029 | 26 | 08:00:03 | 16:03:16 | 28803 | 57796 | 1 |
| 08/04/2024 | 30 | AL030 | 24 | 08:00:07 | 16:00:00 | 28807 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 31 | AL031 | 26 | 08:01:00 | 16:00:00 | 28860 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 32 | AL032 | 24 | 08:01:05 | 16:00:00 | 28865 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 33 | AL033 | 24 | 08:00:09 | 16:00:00 | 28809 | 57600 | 3 |
| 08/04/2024 | 34 | AL034 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 3 |
| 08/04/2024 | 35 | AL035 | 24 | 08:00:49 | 16:00:00 | 28849 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 36 | AL036 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 37 | AL037 | 27 | 08:01:40 | 16:00:00 | 28900 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 38 | AL038 | 27 | 08:00:00 | 16:09:00 | 28800 | 58140 | 3 |
| 08/04/2024 | 39 | AL039 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 40 | AL040 | 24 | 08:00:12 | 16:00:00 | 28812 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 41 | AL041 | 21 | 08:01:38 | 16:00:12 | 28898 | 57612 | 1 |
| 08/04/2024 | 42 | AL042 | 24 | 08:01:49 | 16:00:09 | 28909 | 57609 | 1 |
| 08/04/2024 | 43 | AL043 | 24 | 08:02:30 | 16:00:00 | 28950 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 44 | AL044 | 21 | 08:03:00 | 16:02:00 | 28980 | 57720 | 4 |
| 08/04/2024 | 45 | AL045 | 29 | 08:03:11 | 16:10:00 | 28991 | 58200 | 4 |
| 08/04/2024 | 46 | AL046 | 28 | 08:05:00 | 16:00:00 | 29100 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 47 | AL047 | 22 | 08:04:22 | 16:00:00 | 29062 | 57600 | 4 |
| 08/04/2024 | 48 | AL048 | 21 | 08:01:00 | 16:00:00 | 28860 | 57600 | 5 |
| 08/04/2024 | 49 | AL049 | 24 | 08:00:38 | 16:00:00 | 28838 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 50 | AL050 | 29 | 08:04:05 | 16:04:06 | 29045 | 57846 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 51 | AL051 | 25 | 08:06:09 | 16:12:02 | 29169 | 58322 | 1 |
| 08/04/2024 | 52 | AL052 | 24 | 08:01:00 | 16:04:07 | 28860 | 57847 | 4 |
| 08/04/2024 | 53 | AL053 | 22 | 08:03:12 | 16:00:00 | 28992 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 54 | AL054 | 22 | 08:02:44 | 16:13:37 | 28964 | 58417 | 1 |
| 08/04/2024 | 55 | AL055 | 25 | 08:05:19 | 17:00:01 | 29119 | 61201 | 1 |
| 08/04/2024 | 56 | AL056 | 24 | 08:03:07 | 16:00:00 | 28987 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 57 | AL057 | 22 | 08:02:19 | 17:00:29 | 28939 | 61229 | 1 |
| 08/04/2024 | 58 | AL058 | 22 | 08:04:10 | 17:01:03 | 29050 | 61263 | 1 |
| 08/04/2024 | 59 | AL059 | 24 | 08:02:56 | 16:00:00 | 28976 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 60 | AL060 | 24 | 08:02:10 | 17:01:41 | 28930 | 61301 | 1 |
| 08/04/2024 | 61 | AL061 | 24 | 08:05:55 | 16:00:00 | 29155 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 62 | AL062 | 30 | 08:00:00 | 16:00:05 | 28800 | 57605 | 4 |
| 08/04/2024 | 63 | AL063 | 22 | 08:04:00 | 16:00:00 | 29040 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 64 | AL064 | 22 | 08:04:56 | 16:04:22 | 29096 | 57862 | 1 |
| 08/04/2024 | 65 | AL065 | 22 | 08:05:51 | 17:03:03 | 29151 | 61383 | 1 |
| 08/04/2024 | 66 | AL066 | 22 | 08:00:00 | 17:04:10 | 28800 | 61450 | 4 |
| 08/04/2024 | 67 | AL067 | 21 | 08:00:00 | 17:02:42 | 28800 | 61362 | 1 |
| 08/04/2024 | 68 | AL068 | 28 | 08:00:59 | 17:04:00 | 28859 | 61440 | 1 |
| 08/04/2024 | 69 | AL069 | 25 | 08:00:00 | 16:09:11 | 28800 | 58151 | 5 |
| 08/04/2024 | 70 | AL070 | 25 | 08:03:23 | 17:06:25 | 29003 | 61585 | 1 |
| 08/04/2024 | 71 | AL071 | 28 | 08:01:00 | 17:11:02 | 28860 | 61862 | 1 |
| 08/04/2024 | 72 | AL072 | 27 | 08:00:12 | 16:04:08 | 28812 | 57848 | 5 |
| 08/04/2024 | 73 | AL073 | 21 | 08:01:00 | 17:04:55 | 28860 | 61495 | 5 |
| 08/04/2024 | 74 | AL074 | 27 | 08:00:17 | 17:19:09 | 28817 | 62349 | 4 |
| 08/04/2024 | 75 | AL075 | 25 | 08:00:00 | 17:23:33 | 28800 | 62613 | 4 |
| 08/04/2024 | 76 | AL076 | 24 | 08:00:00 | 16:10:14 | 28800 | 58214 | 1 |
| 08/04/2024 | 77 | AL077 | 27 | 08:00:00 | 17:25:01 | 28800 | 62701 | 4 |
| 08/04/2024 | 78 | AL078 | 21 | 08:00:00 | 17:22:24 | 28800 | 62544 | 1 |
| 08/04/2024 | 79 | AL079 | 21 | 08:00:00 | 17:01:05 | 28800 | 61265 | 2 |
| 08/04/2024 | 80 | AL080 | 26 | 08:00:00 | 16:02:28 | 28800 | 57748 | 2 |
| 08/04/2024 | 81 | AL081 | 26 | 08:00:00 | 16:04:24 | 28800 | 57864 | 2 |
| 08/04/2024 | 82 | AL082 | 26 | 08:00:00 | 17:25:05 | 28800 | 62705 | 1 |
| 08/04/2024 | 83 | AL083 | 27 | 08:00:00 | 15:20:55 | 28800 | 55255 | 1 |
| 08/04/2024 | 84 | AL084 | 21 | 08:00:00 | 17:00:03 | 28800 | 61203 | 1 |
| 08/04/2024 | 85 | AL085 | 21 | 08:00:00 | 17:00:31 | 28800 | 61231 | 1 |
| 08/04/2024 | 86 | AL086 | 28 | 08:00:00 | 17:00:58 | 28800 | 61258 | 1 |
| 08/04/2024 | 87 | AL087 | 29 | 08:00:00 | 16:02:44 | 28800 | 57764 | 1 |
| 08/04/2024 | 88 | AL088 | 21 | 08:00:00 | 16:04:17 | 28800 | 57857 | 1 |
| 08/04/2024 | 89 | AL089 | 27 | 08:00:00 | 17:01:10 | 28800 | 61270 | 1 |
| 08/04/2024 | 90 | AL090 | 22 | 08:00:00 | 16:13:59 | 28800 | 58439 | 1 |
| 08/04/2024 | 91 | AL091 | 23 | 08:00:00 | 16:12:12 | 28800 | 58332 | 1 |
| 08/04/2024 | 92 | AL092 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 93 | AL093 | 27 | 08:00:00 | 17:00:33 | 28800 | 61233 | 1 |
| 08/04/2024 | 94 | AL094 | 22 | 08:00:00 | 17:10:59 | 28800 | 61859 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 95 | AL095 | 27 | 08:00:00 | 17:03:40 | 28800 | 61420 | 1 |
| 08/04/2024 | 96 | AL096 | 22 | 08:00:00 | 17:13:10 | 28800 | 61990 | 1 |
| 08/04/2024 | 97 | AL097 | 23 | 08:00:00 | 16:13:55 | 28800 | 58435 | 2 |
| 08/04/2024 | 98 | AL098 | 27 | 08:00:00 | 17:25:07 | 28800 | 62707 | 1 |
| 08/04/2024 | 99 | AL099 | 26 | 08:00:00 | 17:02:39 | 28800 | 61359 | 1 |
| 08/04/2024 | 100 | AL100 | 26 | 08:00:00 | 16:09:16 | 28800 | 58156 | 4 |
| 08/04/2024 | 101 | AL101 | 23 | 08:00:00 | 16:04:18 | 28800 | 57858 | 1 |
| 08/04/2024 | 102 | AL102 | 22 | 08:04:07 | 17:22:30 | 29047 | 62550 | 1 |
| 08/04/2024 | 103 | AL103 | 22 | 08:05:05 | 17:22:27 | 29105 | 62547 | 1 |
| 08/04/2024 | 104 | AL104 | 28 | 08:01:33 | 17:02:46 | 28893 | 61366 | 1 |
| 08/04/2024 | 105 | AL105 | 22 | 08:05:53 | 17:23:29 | 29153 | 62609 | 1 |
| 08/04/2024 | 106 | AL106 | 27 | 08:03:54 | 17:25:09 | 29034 | 62709 | 1 |
| 08/04/2024 | 107 | AL107 | 24 | 08:03:00 | 17:01:38 | 28980 | 61298 | 1 |
| 08/04/2024 | 108 | AL108 | 24 | 08:04:38 | 16:02:05 | 29078 | 57725 | 1 |
| 08/04/2024 | 109 | AL109 | 24 | 08:05:56 | 16:02:54 | 29156 | 57774 | 1 |
| 08/04/2024 | 110 | AL110 | 24 | 08:00:41 | 17:23:38 | 28841 | 62618 | 1 |
| 08/04/2024 | 111 | AL111 | 30 | 08:00:57 | 17:06:44 | 28857 | 61604 | 5 |
| 08/04/2024 | 112 | AL112 | 23 | 08:00:00 | 17:06:22 | 28800 | 61582 | 4 |
| 08/04/2024 | 113 | AL113 | 26 | 08:00:00 | 16:03:26 | 28800 | 57806 | 4 |
| 08/04/2024 | 114 | AL114 | 21 | 08:00:00 | 17:13:13 | 28800 | 61993 | 1 |
| 08/04/2024 | 115 | AL115 | 26 | 08:00:00 | 16:11:20 | 28800 | 58280 | 1 |
| 08/04/2024 | 116 | AL116 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 117 | AL117 | 30 | 08:07:54 | 17:10:57 | 29274 | 61857 | 1 |
| 08/04/2024 | 118 | AL118 | 25 | 08:05:55 | 16:04:45 | 29155 | 57885 | 1 |
| 08/04/2024 | 119 | AL119 | 21 | 08:00:00 | 16:09:19 | 28800 | 58159 | 1 |
| 08/04/2024 | 120 | AL120 | 28 | 08:08:00 | 16:02:15 | 29280 | 57735 | 1 |
| 08/04/2024 | 121 | AL121 | 28 | 08:00:00 | 17:21:05 | 28800 | 62465 | 1 |
| 08/04/2024 | 122 | AL122 | 28 | 08:00:23 | 17:25:12 | 28823 | 62712 | 1 |
| 08/04/2024 | 123 | AL123 | 21 | 08:00:00 | 17:13:06 | 28800 | 61986 | 1 |
| 08/04/2024 | 124 | AL124 | 28 | 08:02:06 | 17:23:30 | 28926 | 62610 | 1 |
| 08/04/2024 | 125 | AL125 | 25 | 08:00:00 | 17:21:08 | 28800 | 62468 | 1 |
| 08/04/2024 | 126 | AL126 | 21 | 08:00:00 | 17:25:35 | 28800 | 62735 | 1 |
| 08/04/2024 | 127 | AL127 | 21 | 08:00:00 | 17:23:26 | 28800 | 62606 | 1 |
| 08/04/2024 | 128 | AL128 | 28 | 08:00:00 | 16:09:29 | 28800 | 58169 | 1 |
| 08/04/2024 | 129 | AL129 | 28 | 08:00:00 | 17:22:36 | 28800 | 62556 | 1 |
| 08/04/2024 | 130 | AL130 | 28 | 08:00:00 | 16:04:34 | 28800 | 57874 | 1 |
| 08/04/2024 | 131 | AL131 | 28 | 08:05:00 | 17:00:11 | 29100 | 61211 | 2 |
| 08/04/2024 | 132 | AL132 | 28 | 08:04:09 | 17:00:39 | 29049 | 61239 | 1 |
| 08/04/2024 | 133 | AL133 | 21 | 08:00:04 | 17:11:10 | 28804 | 61870 | 1 |
| 08/04/2024 | 134 | AL134 | 21 | 08:00:08 | 17:02:50 | 28808 | 61370 | 1 |
| 08/04/2024 | 135 | AL135 | 28 | 08:04:11 | 17:22:21 | 29051 | 62541 | 1 |
| 08/04/2024 | 136 | AL136 | 30 | 08:01:00 | 17:04:53 | 28860 | 61493 | 1 |
| 08/04/2024 | 137 | AL137 | 29 | 08:06:18 | 16:12:20 | 29178 | 58340 | 1 |
| 08/04/2024 | 138 | AL138 | 22 | 08:01:31 | 16:04:12 | 28891 | 57852 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 139 | AL139 | 25 | 08:08:02 | 17:04:02 | 29282 | 61442 | 1 |
| 08/04/2024 | 140 | AL140 | 28 | 08:00:00 | 17:21:45 | 28800 | 62505 | 1 |
| 08/04/2024 | 141 | AL141 | 24 | 08:00:11 | 16:02:57 | 28811 | 57777 | 1 |
| 08/04/2024 | 142 | AL142 | 21 | 08:00:00 | 17:02:36 | 28800 | 61356 | 1 |
| 08/04/2024 | 143 | AL143 | 24 | 08:06:54 | 17:13:05 | 29214 | 61985 | 1 |
| 08/04/2024 | 144 | AL144 | 23 | 08:08:28 | 17:23:40 | 29308 | 62620 | 2 |
| 08/04/2024 | 145 | AL145 | 25 | 08:06:04 | 17:04:59 | 29164 | 61499 | 2 |
| 08/04/2024 | 146 | AL146 | 25 | 08:06:12 | 17:11:00 | 29172 | 61860 | 2 |
| 08/04/2024 | 147 | AL147 | 24 | 08:04:04 | 16:10:44 | 29044 | 58244 | 1 |
| 08/04/2024 | 148 | AL148 | 30 | 08:02:14 | 16:03:55 | 28934 | 57835 | 1 |
| 08/04/2024 | 149 | AL149 | 25 | 08:00:50 | 16:03:06 | 28850 | 57786 | 1 |
| 08/04/2024 | 150 | AL150 | 24 | 08:05:11 | 17:06:37 | 29111 | 61597 | 1 |
| 08/04/2024 | 151 | AL151 | 26 | 08:03:12 | 16:14:00 | 28992 | 58440 | 1 |
| 08/04/2024 | 152 | AL152 | 21 | 08:00:00 | 17:25:25 | 28800 | 62725 | 1 |
| 08/04/2024 | 153 | AL153 | 21 | 08:00:43 | 17:21:03 | 28843 | 62463 | 1 |
| 08/04/2024 | 154 | AL154 | 24 | 08:04:40 | 17:25:14 | 29080 | 62714 | 1 |
| 08/04/2024 | 155 | AL155 | 24 | 08:04:10 | 17:22:40 | 29050 | 62560 | 1 |
| 08/04/2024 | 156 | AL156 | 22 | 08:00:00 | 17:23:22 | 28800 | 62602 | 2 |
| 08/04/2024 | 157 | AL157 | 22 | 08:00:13 | 17:25:27 | 28813 | 62727 | 2 |
| 08/04/2024 | 158 | AL158 | 25 | 08:05:00 | 16:04:09 | 29100 | 57849 | 1 |
| 08/04/2024 | 159 | AL159 | 21 | 08:00:00 | 17:06:13 | 28800 | 61573 | 1 |
| 08/04/2024 | 160 | AL160 | 25 | 08:02:36 | 16:12:55 | 28956 | 58375 | 1 |
| 08/04/2024 | 161 | AL161 | 25 | 08:05:39 | 17:25:30 | 29139 | 62730 | 1 |
| 08/04/2024 | 162 | AL162 | 21 | 08:00:14 | 16:00:00 | 28814 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 163 | AL163 | 21 | 08:00:46 | 16:00:00 | 28846 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 164 | AL164 | 24 | 08:00:36 | 16:00:00 | 28836 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 165 | AL165 | 21 | 08:00:58 | 16:00:00 | 28858 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 166 | AL166 | 21 | 08:00:36 | 16:04:35 | 28836 | 57875 | 1 |
| 08/04/2024 | 167 | AL167 | 22 | 08:00:38 | 17:00:42 | 28838 | 61242 | 1 |
| 08/04/2024 | 168 | AL168 | 22 | 08:01:47 | 16:09:25 | 28907 | 58165 | 1 |
| 08/04/2024 | 169 | AL169 | 22 | 08:01:44 | 17:05:01 | 28904 | 61501 | 1 |
| 08/04/2024 | 170 | AL170 | 22 | 08:00:54 | 17:04:49 | 28854 | 61489 | 1 |
| 08/04/2024 | 171 | AL171 | 22 | 08:02:32 | 17:21:40 | 28952 | 62500 | 1 |
| 08/04/2024 | 172 | AL172 | 25 | 08:00:31 | 17:04:04 | 28831 | 61444 | 1 |
| 08/04/2024 | 173 | AL173 | 24 | 08:00:01 | 17:05:20 | 28801 | 61520 | 1 |
| 08/04/2024 | 174 | AL174 | 24 | 08:00:00 | 17:22:18 | 28800 | 62538 | 1 |
| 08/04/2024 | 175 | AL175 | 22 | 08:00:00 | 17:04:55 | 28800 | 61495 | 1 |
| 08/04/2024 | 176 | AL176 | 22 | 08:00:02 | 17:00:50 | 28802 | 61250 | 1 |
| 08/04/2024 | 177 | AL177 | 22 | 08:00:00 | 17:22:42 | 28800 | 62562 | 1 |
| 08/04/2024 | 178 | AL178 | 22 | 08:00:46 | 16:09:40 | 28846 | 58180 | 1 |
| 08/04/2024 | 179 | AL179 | 22 | 08:02:14 | 17:20:10 | 28934 | 62410 | 1 |
| 08/04/2024 | 180 | AL180 | 22 | 08:02:22 | 17:23:18 | 28942 | 62598 | 2 |
| 08/04/2024 | 181 | AL181 | 22 | 08:00:00 | 16:04:32 | 28800 | 57872 | 1 |
| 08/04/2024 | 182 | AL182 | 22 | 08:00:43 | 17:02:33 | 28843 | 61353 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 183 | AL183 | 24 | 08:01:49 | 16:11:09 | 28909 | 58269 | 1 |
| 08/04/2024 | 184 | AL184 | 24 | 08:00:00 | 17:21:38 | 28800 | 62498 | 1 |
| 08/04/2024 | 185 | AL185 | 21 | 08:01:23 | 17:06:34 | 28883 | 61594 | 1 |
| 08/04/2024 | 186 | AL186 | 22 | 08:01:33 | 16:03:13 | 28893 | 57793 | 1 |
| 08/04/2024 | 187 | AL187 | 22 | 08:02:00 | 16:12:52 | 28920 | 58372 | 1 |
| 08/04/2024 | 188 | AL188 | 21 | 08:01:11 | 17:21:01 | 28871 | 62461 | 1 |
| 08/04/2024 | 189 | AL189 | 21 | 08:01:13 | 17:11:19 | 28873 | 61879 | 1 |
| 08/04/2024 | 190 | AL190 | 22 | 08:02:45 | 16:10:54 | 28965 | 58254 | 1 |
| 08/04/2024 | 191 | AL191 | 21 | 08:02:42 | 17:13:02 | 28962 | 61982 | 1 |
| 08/04/2024 | 192 | AL192 | 28 | 08:02:24 | 17:10:55 | 28944 | 61855 | 2 |
| 08/04/2024 | 193 | AL193 | 22 | 08:02:44 | 16:11:01 | 28964 | 58261 | 1 |
| 08/04/2024 | 194 | AL194 | 23 | 08:00:32 | 17:21:38 | 28832 | 62498 | 2 |
| 08/04/2024 | 195 | AL195 | 28 | 08:00:08 | 17:20:07 | 28808 | 62407 | 2 |
| 08/04/2024 | 196 | AL196 | 28 | 08:00:00 | 17:20:12 | 28800 | 62412 | 1 |
| 08/04/2024 | 197 | AL197 | 21 | 08:00:00 | 16:03:36 | 28800 | 57816 | 1 |
| 08/04/2024 | 198 | AL198 | 24 | 08:06:00 | 16:04:36 | 29160 | 57876 | 1 |
| 08/04/2024 | 199 | AL199 | 24 | 08:05:45 | 17:00:55 | 29145 | 61255 | 1 |
| 08/04/2024 | 200 | AL200 | 24 | 08:00:00 | 17:19:03 | 28800 | 62343 | 1 |
| 08/04/2024 | 201 | AL201 | 27 | 08:02:21 | 16:03:19 | 28941 | 57799 | 1 |
| 08/04/2024 | 202 | AL202 | 28 | 08:02:27 | 17:23:45 | 28947 | 62625 | 1 |
| 08/04/2024 | 203 | AL203 | 27 | 08:05:08 | 17:22:44 | 29108 | 62564 | 1 |
| 08/04/2024 | 204 | AL204 | 27 | 08:05:04 | 17:25:16 | 29104 | 62716 | 1 |
| 08/04/2024 | 205 | AL205 | 25 | 08:05:20 | 16:09:55 | 29120 | 58195 | 1 |
| 08/04/2024 | 206 | AL206 | 25 | 08:05:43 | 16:08:57 | 29143 | 58137 | 1 |
| 08/04/2024 | 207 | AL207 | 24 | 08:02:13 | 17:21:51 | 28933 | 62511 | 1 |
| 08/04/2024 | 208 | AL208 | 24 | 08:00:00 | 17:06:16 | 28800 | 61576 | 1 |
| 08/04/2024 | 209 | AL209 | 24 | 08:00:30 | 17:00:59 | 28830 | 61259 | 1 |
| 08/04/2024 | 210 | AL210 | 24 | 08:00:00 | 17:01:01 | 28800 | 61261 | 2 |
| 08/04/2024 | 211 | AL211 | 29 | 08:01:40 | 17:25:22 | 28900 | 62722 | 1 |
| 08/04/2024 | 212 | AL212 | 29 | 08:00:49 | 17:20:59 | 28849 | 62459 | 1 |
| 08/04/2024 | 213 | AL213 | 24 | 08:00:00 | 17:23:15 | 28800 | 62595 | 1 |
| 08/04/2024 | 214 | AL214 | 25 | 08:05:17 | 17:02:56 | 29117 | 61376 | 1 |
| 08/04/2024 | 215 | AL215 | 29 | 08:05:55 | 17:21:37 | 29155 | 62497 | 1 |
| 08/04/2024 | 216 | AL216 | 29 | 08:05:25 | 17:25:36 | 29125 | 62736 | 1 |
| 08/04/2024 | 217 | AL217 | 21 | 08:00:00 | 17:20:04 | 28800 | 62404 | 1 |
| 08/04/2024 | 218 | AL218 | 21 | 08:00:00 | 17:25:39 | 28800 | 62739 | 1 |
| 08/04/2024 | 219 | AL219 | 21 | 08:00:19 | 17:10:50 | 28819 | 61850 | 1 |
| 08/04/2024 | 220 | AL220 | 21 | 08:00:06 | 17:13:00 | 28806 | 61980 | 1 |
| 08/04/2024 | 221 | AL221 | 21 | 08:00:03 | 16:03:29 | 28803 | 57809 | 1 |
| 08/04/2024 | 222 | AL222 | 25 | 08:03:00 | 16:04:31 | 28980 | 57871 | 1 |
| 08/04/2024 | 223 | AL223 | 22 | 08:01:43 | 16:11:30 | 28903 | 58290 | 1 |
| 08/04/2024 | 224 | AL224 | 24 | 08:01:55 | 17:11:21 | 28915 | 61881 | 1 |
| 08/04/2024 | 225 | AL225 | 25 | 08:00:00 | 16:12:44 | 28800 | 58364 | 1 |
| 08/04/2024 | 226 | AL226 | 29 | 08:00:15 | 16:09:47 | 28815 | 58187 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 227 | AL227 | 30 | 08:04:23 | 17:05:15 | 29063 | 61515 | 1 |
| 08/04/2024 | 228 | AL228 | 25 | 08:04:11 | 17:04:07 | 29051 | 61447 | 1 |
| 08/04/2024 | 229 | AL229 | 24 | 08:02:44 | 17:12:53 | 28964 | 61973 | 1 |
| 08/04/2024 | 230 | AL230 | 24 | 08:02:21 | 17:22:12 | 28941 | 62532 | 1 |
| 08/04/2024 | 231 | AL231 | 21 | 08:00:00 | 16:00:06 | 28800 | 57606 | 3 |
| 08/04/2024 | 232 | AL232 | 28 | 08:00:00 | 16:04:37 | 28800 | 57877 | 1 |
| 08/04/2024 | 233 | AL233 | 28 | 08:00:07 | 17:13:18 | 28807 | 61998 | 1 |
| 08/04/2024 | 234 | AL234 | 28 | 08:00:10 | 17:22:50 | 28810 | 62570 | 2 |
| 08/04/2024 | 235 | AL235 | 29 | 08:05:41 | 16:13:01 | 29141 | 58381 | 1 |
| 08/04/2024 | 236 | AL236 | 29 | 08:04:41 | 17:21:55 | 29081 | 62515 | 1 |
| 08/04/2024 | 237 | AL237 | 30 | 08:04:29 | 17:23:51 | 29069 | 62631 | 1 |
| 08/04/2024 | 238 | AL238 | 21 | 08:00:00 | 16:11:28 | 28800 | 58288 | 1 |
| 08/04/2024 | 239 | AL239 | 22 | 08:02:21 | 16:03:43 | 28941 | 57823 | 1 |
| 08/04/2024 | 240 | AL240 | 22 | 08:01:00 | 17:24:38 | 28860 | 62678 | 1 |
| 08/04/2024 | 241 | AL241 | 22 | 08:05:00 | 17:18:33 | 29100 | 62313 | 1 |
| 08/04/2024 | 242 | AL242 | 22 | 08:02:01 | 17:25:20 | 28921 | 62720 | 1 |
| 08/04/2024 | 243 | AL243 | 22 | 08:02:11 | 17:02:30 | 28931 | 61350 | 1 |
| 08/04/2024 | 244 | AL244 | 22 | 08:00:00 | 17:21:35 | 28800 | 62495 | 1 |
| 08/04/2024 | 245 | AL245 | 28 | 08:02:22 | 17:23:12 | 28942 | 62592 | 2 |
| 08/04/2024 | 246 | AL246 | 30 | 08:03:51 | 17:10:49 | 29031 | 61849 | 1 |
| 08/04/2024 | 247 | AL247 | 25 | 08:00:49 | 17:20:57 | 28849 | 62457 | 1 |
| 08/04/2024 | 248 | AL248 | 21 | 08:01:55 | 16:02:25 | 28915 | 57745 | 1 |
| 08/04/2024 | 249 | AL249 | 28 | 08:00:13 | 16:04:10 | 28813 | 57850 | 1 |
| 08/04/2024 | 250 | AL250 | 21 | 08:00:00 | 17:06:11 | 28800 | 61571 | 1 |
| 08/04/2024 | 251 | AL251 | 30 | 08:01:22 | 17:22:53 | 28882 | 62573 | 1 |
| 08/04/2024 | 252 | AL252 | 29 | 08:01:32 | 17:02:29 | 28892 | 61349 | 1 |
| 08/04/2024 | 253 | AL253 | 21 | 08:00:00 | 16:04:38 | 28800 | 57878 | 1 |
| 08/04/2024 | 254 | AL254 | 28 | 08:00:12 | 16:00:09 | 28812 | 57609 | 1 |
| 08/04/2024 | 255 | AL255 | 28 | 08:00:00 | 16:03:07 | 28800 | 57787 | 1 |
| 08/04/2024 | 256 | AL256 | 27 | 08:00:00 | 16:03:46 | 28800 | 57826 | 1 |
| 08/04/2024 | 257 | AL257 | 27 | 08:00:00 | 17:06:40 | 28800 | 61600 | 1 |
| 08/04/2024 | 258 | AL258 | 24 | 08:00:00 | 16:02:47 | 28800 | 57767 | 2 |
| 08/04/2024 | 259 | AL259 | 24 | 08:02:33 | 17:01:30 | 28953 | 61290 | 1 |
| 08/04/2024 | 260 | AL260 | 24 | 08:02:10 | 17:22:10 | 28930 | 62530 | 1 |
| 08/04/2024 | 261 | AL261 | 24 | 08:02:44 | 17:03:51 | 28964 | 61431 | 1 |
| 08/04/2024 | 262 | AL262 | 24 | 08:02:28 | 16:03:39 | 28948 | 57819 | 1 |
| 08/04/2024 | 263 | AL263 | 24 | 08:02:32 | 17:20:00 | 28952 | 62400 | 1 |
| 08/04/2024 | 264 | AL264 | 24 | 08:02:48 | 16:11:40 | 28968 | 58300 | 1 |
| 08/04/2024 | 265 | AL265 | 21 | 08:02:55 | 16:04:30 | 28975 | 57870 | 1 |
| 08/04/2024 | 266 | AL266 | 29 | 08:02:17 | 16:00:18 | 28937 | 57618 | 1 |
| 08/04/2024 | 267 | AL267 | 28 | 08:05:11 | 16:03:52 | 29111 | 57832 | 1 |
| 08/04/2024 | 268 | AL268 | 21 | 08:05:19 | 16:03:03 | 29119 | 57783 | 2 |
| 08/04/2024 | 269 | AL269 | 21 | 08:05:11 | 17:12:52 | 29111 | 61972 | 1 |
| 08/04/2024 | 270 | AL270 | 28 | 08:00:00 | 16:09:59 | 28800 | 58199 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 271 | AL271 | 29 | 08:06:44 | 17:04:10 | 29204 | 61450 | 1 |
| 08/04/2024 | 272 | AL272 | 30 | 08:03:00 | 17:01:32 | 28980 | 61292 | 1 |
| 08/04/2024 | 273 | AL273 | 26 | 08:04:00 | 16:09:57 | 29040 | 58197 | 1 |
| 08/04/2024 | 274 | AL274 | 24 | 08:03:39 | 16:10:00 | 29019 | 58200 | 1 |
| 08/04/2024 | 275 | AL275 | 27 | 08:00:00 | 16:00:20 | 28800 | 57620 | 1 |
| 08/04/2024 | 276 | AL276 | 23 | 08:04:42 | 17:10:42 | 29082 | 61842 | 1 |
| 08/04/2024 | 277 | AL277 | 28 | 08:04:18 | 17:13:20 | 29058 | 62000 | 1 |
| 08/04/2024 | 278 | AL278 | 28 | 08:03:45 | 17:14:55 | 29025 | 62095 | 1 |
| 08/04/2024 | 279 | AL279 | 29 | 08:00:49 | 17:21:33 | 28849 | 62493 | 1 |
| 08/04/2024 | 280 | AL280 | 28 | 08:00:00 | 17:04:41 | 28800 | 61481 | 1 |
| 08/04/2024 | 281 | AL281 | 29 | 08:00:56 | 17:20:55 | 28856 | 62455 | 1 |
| 08/04/2024 | 282 | AL282 | 29 | 08:00:14 | 16:03:56 | 28814 | 57836 | 1 |
| 08/04/2024 | 283 | AL283 | 21 | 08:00:00 | 17:22:05 | 28800 | 62525 | 1 |
| 08/04/2024 | 284 | AL284 | 28 | 08:00:00 | 17:24:40 | 28800 | 62680 | 1 |
| 08/04/2024 | 285 | AL285 | 21 | 08:02:00 | 17:03:00 | 28920 | 61380 | 1 |
| 08/04/2024 | 286 | AL286 | 24 | 08:00:57 | 17:06:51 | 28857 | 61611 | 1 |
| 08/04/2024 | 287 | AL287 | 24 | 08:00:28 | 17:22:58 | 28828 | 62578 | 1 |
| 08/04/2024 | 288 | AL288 | 24 | 08:03:17 | 17:18:30 | 28997 | 62310 | 2 |
| 08/04/2024 | 289 | AL289 | 24 | 08:03:16 | 17:23:53 | 28996 | 62633 | 1 |
| 08/04/2024 | 290 | AL290 | 24 | 08:00:00 | 17:24:32 | 28800 | 62672 | 1 |
| 08/04/2024 | 291 | AL291 | 24 | 08:00:00 | 16:10:10 | 28800 | 58210 | 2 |
| 08/04/2024 | 292 | AL292 | 24 | 08:00:07 | 17:19:58 | 28807 | 62398 | 2 |
| 08/04/2024 | 293 | AL293 | 24 | 08:00:00 | 17:25:42 | 28800 | 62742 | 1 |
| 08/04/2024 | 294 | AL294 | 24 | 08:00:18 | 17:13:22 | 28818 | 62002 | 1 |
| 08/04/2024 | 295 | AL295 | 24 | 08:00:12 | 17:14:50 | 28812 | 62090 | 1 |
| 08/04/2024 | 296 | AL296 | 24 | 08:00:00 | 17:02:27 | 28800 | 61347 | 1 |
| 08/04/2024 | 297 | AL297 | 21 | 08:00:18 | 16:08:57 | 28818 | 58137 | 1 |
| 08/04/2024 | 298 | AL298 | 21 | 08:00:00 | 17:12:44 | 28800 | 61964 | 1 |
| 08/04/2024 | 299 | AL299 | 30 | 08:00:54 | 17:23:00 | 28854 | 62580 | 1 |
| 08/04/2024 | 300 | AL300 | 21 | 08:00:50 | 17:06:20 | 28850 | 61580 | 1 |
| 08/04/2024 | 301 | AL301 | 21 | 08:01:53 | 17:21:31 | 28913 | 62491 | 1 |
| 08/04/2024 | 302 | AL302 | 21 | 08:00:18 | 17:23:10 | 28818 | 62590 | 1 |
| 08/04/2024 | 303 | AL303 | 28 | 08:00:00 | 17:21:56 | 28800 | 62516 | 1 |
| 08/04/2024 | 304 | AL304 | 28 | 08:00:56 | 16:00:22 | 28856 | 57622 | 1 |
| 08/04/2024 | 305 | AL305 | 28 | 08:00:58 | 17:25:45 | 28858 | 62745 | 1 |
| 08/04/2024 | 306 | AL306 | 28 | 08:01:44 | 16:13:03 | 28904 | 58383 | 1 |
| 08/04/2024 | 307 | AL307 | 28 | 08:00:34 | 17:24:42 | 28834 | 62682 | 1 |
| 08/04/2024 | 308 | AL308 | 28 | 08:00:52 | 17:22:02 | 28852 | 62522 | 1 |
| 08/04/2024 | 309 | AL309 | 28 | 08:02:54 | 16:04:39 | 28974 | 57879 | 1 |
| 08/04/2024 | 310 | AL310 | 28 | 08:01:50 | 17:10:39 | 28910 | 61839 | 1 |
| 08/04/2024 | 311 | AL311 | 21 | 08:01:12 | 17:13:33 | 28872 | 62013 | 1 |
| 08/04/2024 | 312 | AL312 | 21 | 08:00:48 | 16:03:49 | 28848 | 57829 | 1 |
| 08/04/2024 | 313 | AL313 | 21 | 08:00:08 | 17:24:28 | 28808 | 62668 | 1 |
| 08/04/2024 | 314 | AL314 | 21 | 08:00:18 | 17:20:51 | 28818 | 62451 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 315 | AL315 | 29 | 08:00:08 | 17:18:59 | 28808 | 62339 | 1 |
| 08/04/2024 | 316 | AL316 | 29 | 08:01:08 | 17:25:41 | 28868 | 62741 | 1 |
| 08/04/2024 | 317 | AL317 | 29 | 08:00:00 | 17:23:56 | 28800 | 62636 | 1 |
| 08/04/2024 | 318 | AL318 | 29 | 08:01:19 | 16:04:23 | 28879 | 57863 | 1 |
| 08/04/2024 | 319 | AL319 | 29 | 08:02:02 | 16:03:17 | 28922 | 57797 | 1 |
| 08/04/2024 | 320 | AL320 | 29 | 08:01:02 | 17:14:57 | 28862 | 62097 | 1 |
| 08/04/2024 | 321 | AL321 | 25 | 08:03:01 | 17:23:03 | 28981 | 62583 | 1 |
| 08/04/2024 | 322 | AL322 | 26 | 08:00:00 | 16:02:35 | 28800 | 57755 | 1 |
| 08/04/2024 | 323 | AL323 | 26 | 08:02:01 | 17:19:54 | 28921 | 62394 | 1 |
| 08/04/2024 | 324 | AL324 | 21 | 08:04:04 | 16:02:37 | 29044 | 57757 | 1 |
| 08/04/2024 | 325 | AL325 | 27 | 08:05:07 | 17:11:31 | 29107 | 61891 | 2 |
| 08/04/2024 | 326 | AL326 | 26 | 08:04:09 | 17:04:38 | 29049 | 61478 | 2 |
| 08/04/2024 | 327 | AL327 | 21 | 08:00:00 | 17:04:14 | 28800 | 61454 | 2 |
| 08/04/2024 | 328 | AL328 | 26 | 08:04:11 | 16:20:05 | 29051 | 58805 | 1 |
| 08/04/2024 | 329 | AL329 | 26 | 08:00:00 | 17:03:55 | 28800 | 61435 | 1 |
| 08/04/2024 | 330 | AL330 | 26 | 08:02:22 | 16:15:57 | 28942 | 58557 | 1 |
| 08/04/2024 | 331 | AL331 | 30 | 08:01:11 | 17:14:48 | 28871 | 62088 | 1 |
| 08/04/2024 | 332 | AL332 | 21 | 08:02:11 | 17:12:39 | 28931 | 61959 | 1 |
| 08/04/2024 | 333 | AL333 | 28 | 08:00:00 | 17:15:05 | 28800 | 62105 | 1 |
| 08/04/2024 | 334 | AL334 | 21 | 08:01:22 | 17:15:01 | 28882 | 62101 | 1 |
| 08/04/2024 | 335 | AL335 | 26 | 08:01:32 | 17:14:59 | 28892 | 62099 | 1 |
| 08/04/2024 | 336 | AL336 | 26 | 08:00:00 | 16:13:10 | 28800 | 58390 | 1 |
| 08/04/2024 | 337 | AL337 | 26 | 08:01:32 | 16:11:49 | 28892 | 58309 | 1 |
| 08/04/2024 | 338 | AL338 | 26 | 08:00:00 | 16:04:40 | 28800 | 57880 | 1 |
| 08/04/2024 | 339 | AL339 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 340 | AL340 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 341 | AL341 | 21 | 08:01:34 | 16:00:00 | 28894 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 342 | AL342 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 343 | AL343 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 344 | AL344 | 25 | 08:01:43 | 17:13:43 | 28903 | 62023 | 1 |
| 08/04/2024 | 345 | AL345 | 25 | 08:03:33 | 17:14:33 | 29013 | 62073 | 1 |
| 08/04/2024 | 346 | AL346 | 25 | 08:03:53 | 16:11:57 | 29033 | 58317 | 1 |
| 08/04/2024 | 347 | AL347 | 25 | 08:00:00 | 16:10:16 | 28800 | 58216 | 1 |
| 08/04/2024 | 348 | AL348 | 25 | 08:03:35 | 16:04:11 | 29015 | 57851 | 1 |
| 08/04/2024 | 349 | AL349 | 25 | 08:03:56 | 17:10:36 | 29036 | 61836 | 1 |
| 08/04/2024 | 350 | AL350 | 25 | 08:00:00 | 16:08:40 | 28800 | 58120 | 1 |
| 08/04/2024 | 351 | AL351 | 25 | 08:03:15 | 16:03:53 | 28995 | 57833 | 1 |
| 08/04/2024 | 352 | AL352 | 25 | 08:00:00 | 17:01:44 | 28800 | 61304 | 1 |
| 08/04/2024 | 353 | AL353 | 25 | 08:04:14 | 16:03:27 | 29054 | 57807 | 2 |
| 08/04/2024 | 354 | AL354 | 26 | 08:00:00 | 16:04:29 | 28800 | 57869 | 1 |
| 08/04/2024 | 355 | AL355 | 21 | 08:04:43 | 16:00:00 | 29083 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 356 | AL356 | 26 | 08:00:00 | 16:03:42 | 28800 | 57822 | 2 |
| 08/04/2024 | 357 | AL357 | 21 | 08:04:41 | 16:02:14 | 29081 | 57734 | 1 |
| 08/04/2024 | 358 | AL358 | 26 | 08:04:17 | 16:00:00 | 29057 | 57600 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 359 | AL359 | 26 | 08:00:00 | 16:02:27 | 28800 | 57747 | 1 |
| 08/04/2024 | 360 | AL360 | 26 | 08:04:16 | 17:15:08 | 29056 | 62108 | 1 |
| 08/04/2024 | 361 | AL361 | 26 | 08:03:16 | 16:00:00 | 28996 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 362 | AL362 | 21 | 08:00:00 | 16:03:01 | 28800 | 57781 | 1 |
| 08/04/2024 | 363 | AL363 | 21 | 08:02:13 | 16:04:41 | 28933 | 57881 | 1 |
| 08/04/2024 | 364 | AL364 | 26 | 08:02:31 | 17:06:44 | 28951 | 61604 | 1 |
| 08/04/2024 | 365 | AL365 | 25 | 08:00:00 | 16:02:59 | 28800 | 57779 | 1 |
| 08/04/2024 | 366 | AL366 | 26 | 08:02:34 | 17:14:29 | 28954 | 62069 | 1 |
| 08/04/2024 | 367 | AL367 | 21 | 08:03:43 | 16:00:00 | 29023 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 368 | AL368 | 25 | 08:00:00 | 16:13:19 | 28800 | 58399 | 1 |
| 08/04/2024 | 369 | AL369 | 21 | 08:05:15 | 17:04:18 | 29115 | 61458 | 1 |
| 08/04/2024 | 370 | AL370 | 25 | 08:05:34 | 17:13:53 | 29134 | 62033 | 1 |
| 08/04/2024 | 371 | AL371 | 25 | 08:00:00 | 17:18:54 | 28800 | 62334 | 1 |
| 08/04/2024 | 372 | AL372 | 25 | 08:05:43 | 16:11:59 | 29143 | 58319 | 1 |
| 08/04/2024 | 373 | AL373 | 25 | 08:05:31 | 17:12:29 | 29131 | 61949 | 1 |
| 08/04/2024 | 374 | AL374 | 26 | 08:00:02 | 17:04:22 | 28802 | 61462 | 1 |
| 08/04/2024 | 375 | AL375 | 21 | 08:02:38 | 17:20:48 | 28958 | 62448 | 1 |
| 08/04/2024 | 376 | AL376 | 25 | 08:02:28 | 17:10:30 | 28948 | 61830 | 1 |
| 08/04/2024 | 377 | AL377 | 25 | 08:02:39 | 16:04:01 | 28959 | 57841 | 1 |
| 08/04/2024 | 378 | AL378 | 25 | 08:00:04 | 16:03:00 | 28804 | 57780 | 1 |
| 08/04/2024 | 379 | AL379 | 25 | 08:02:51 | 16:03:59 | 28971 | 57839 | 1 |
| 08/04/2024 | 380 | AL380 | 25 | 08:00:06 | 16:00:00 | 28806 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 381 | AL381 | 25 | 08:00:09 | 16:00:00 | 28809 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 382 | AL382 | 25 | 08:00:18 | 16:00:00 | 28818 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 383 | AL383 | 25 | 08:02:53 | 16:00:00 | 28973 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 384 | AL384 | 25 | 08:02:58 | 16:00:00 | 28978 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 385 | AL385 | 25 | 08:03:06 | 16:00:00 | 28986 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 386 | AL386 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 387 | AL387 | 26 | 08:03:17 | 16:00:00 | 28997 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 388 | AL388 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 389 | AL389 | 26 | 08:03:20 | 16:00:00 | 29000 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 390 | AL390 | 26 | 08:03:40 | 17:01:27 | 29020 | 61287 | 1 |
| 08/04/2024 | 391 | AL391 | 26 | 08:00:00 | 16:00:25 | 28800 | 57625 | 1 |
| 08/04/2024 | 392 | AL392 | 26 | 08:00:00 | 17:15:10 | 28800 | 62110 | 1 |
| 08/04/2024 | 393 | AL393 | 26 | 08:00:00 | 17:14:24 | 28800 | 62064 | 1 |
| 08/04/2024 | 394 | AL394 | 26 | 08:03:30 | 16:04:42 | 29010 | 57882 | 1 |
| 08/04/2024 | 395 | AL395 | 26 | 08:03:50 | 16:04:28 | 29030 | 57868 | 1 |
| 08/04/2024 | 396 | AL396 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 397 | AL397 | 26 | 08:00:00 | 17:13:46 | 28800 | 62026 | 1 |
| 08/04/2024 | 398 | AL398 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 399 | AL399 | 26 | 08:00:00 | 17:06:04 | 28800 | 61564 | 1 |
| 08/04/2024 | 400 | AL400 | 23 | 08:04:00 | 16:00:00 | 29040 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 401 | AL401 | 24 | 08:04:10 | 17:11:28 | 29050 | 61888 | 1 |
| 08/04/2024 | 402 | AL402 | 23 | 08:04:20 | 16:00:00 | 29060 | 57600 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 403 | AL403 | 23 | 08:00:00 | 17:18:50 | 28800 | 62330 | 1 |
| 08/04/2024 | 404 | AL404 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 405 | AL405 | 23 | 08:04:40 | 17:19:52 | 29080 | 62392 | 1 |
| 08/04/2024 | 406 | AL406 | 24 | 08:04:50 | 16:03:11 | 29090 | 57791 | 1 |
| 08/04/2024 | 407 | AL407 | 24 | 08:04:30 | 17:24:23 | 29070 | 62663 | 1 |
| 08/04/2024 | 408 | AL408 | 24 | 08:05:00 | 16:04:02 | 29100 | 57842 | 1 |
| 08/04/2024 | 409 | AL409 | 21 | 08:00:00 | 16:00:40 | 28800 | 57640 | 1 |
| 08/04/2024 | 410 | AL410 | 25 | 08:05:10 | 17:15:12 | 29110 | 62112 | 1 |
| 08/04/2024 | 411 | AL411 | 25 | 08:05:20 | 16:02:04 | 29120 | 57724 | 1 |
| 08/04/2024 | 412 | AL412 | 21 | 08:00:00 | 17:04:11 | 28800 | 61451 | 1 |
| 08/04/2024 | 413 | AL413 | 25 | 08:05:28 | 16:00:54 | 29128 | 57654 | 1 |
| 08/04/2024 | 414 | AL414 | 25 | 08:00:00 | 16:00:45 | 28800 | 57645 | 1 |
| 08/04/2024 | 415 | AL415 | 25 | 08:05:30 | 16:02:17 | 29130 | 57737 | 1 |
| 08/04/2024 | 416 | AL416 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 417 | AL417 | 25 | 08:05:15 | 17:23:59 | 29115 | 62639 | 1 |
| 08/04/2024 | 418 | AL418 | 25 | 08:05:25 | 16:00:00 | 29125 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 419 | AL419 | 25 | 08:05:40 | 16:04:43 | 29140 | 57883 | 1 |
| 08/04/2024 | 420 | AL420 | 25 | 08:05:45 | 16:00:00 | 29145 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 421 | AL421 | 29 | 08:00:00 | 17:10:28 | 28800 | 61828 | 1 |
| 08/04/2024 | 422 | AL422 | 25 | 08:05:55 | 17:11:33 | 29155 | 61893 | 1 |
| 08/04/2024 | 423 | AL423 | 30 | 08:00:00 | 17:13:55 | 28800 | 62035 | 1 |
| 08/04/2024 | 424 | AL424 | 25 | 08:05:50 | 17:04:30 | 29150 | 61470 | 1 |
| 08/04/2024 | 425 | AL425 | 25 | 08:00:00 | 17:14:20 | 28800 | 62060 | 1 |
| 08/04/2024 | 426 | AL426 | 21 | 08:02:15 | 17:06:42 | 28935 | 61602 | 1 |
| 08/04/2024 | 427 | AL427 | 21 | 08:02:25 | 17:19:49 | 28945 | 62389 | 1 |
| 08/04/2024 | 428 | AL428 | 21 | 08:00:00 | 17:06:00 | 28800 | 61560 | 1 |
| 08/04/2024 | 429 | AL429 | 21 | 08:02:35 | 17:20:45 | 28955 | 62445 | 1 |
| 08/04/2024 | 430 | AL430 | 23 | 08:00:00 | 17:05:59 | 28800 | 61559 | 1 |
| 08/04/2024 | 431 | AL431 | 21 | 08:00:00 | 17:21:25 | 28800 | 62485 | 1 |
| 08/04/2024 | 432 | AL432 | 24 | 08:02:45 | 16:03:04 | 28965 | 57784 | 1 |
| 08/04/2024 | 433 | AL433 | 21 | 08:02:55 | 17:09:59 | 28975 | 61799 | 1 |
| 08/04/2024 | 434 | AL434 | 24 | 08:00:00 | 16:08:51 | 28800 | 58131 | 1 |
| 08/04/2024 | 435 | AL435 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 436 | AL436 | 23 | 08:00:00 | 17:24:01 | 28800 | 62641 | 1 |
| 08/04/2024 | 437 | AL437 | 28 | 08:03:05 | 16:00:00 | 28985 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 438 | AL438 | 22 | 08:03:15 | 17:24:44 | 28995 | 62684 | 1 |
| 08/04/2024 | 439 | AL439 | 23 | 08:03:25 | 16:00:00 | 29005 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 440 | AL440 | 22 | 08:00:00 | 17:25:44 | 28800 | 62744 | 1 |
| 08/04/2024 | 441 | AL441 | 22 | 08:03:35 | 17:24:04 | 29015 | 62644 | 1 |
| 08/04/2024 | 442 | AL442 | 26 | 08:00:00 | 17:03:49 | 28800 | 61429 | 1 |
| 08/04/2024 | 443 | AL443 | 22 | 08:03:45 | 17:25:55 | 29025 | 62755 | 1 |
| 08/04/2024 | 444 | AL444 | 26 | 08:00:00 | 17:04:26 | 28800 | 61466 | 1 |
| 08/04/2024 | 445 | AL445 | 22 | 08:00:00 | 16:08:45 | 28800 | 58125 | 1 |
| 08/04/2024 | 446 | AL446 | 22 | 08:00:00 | 17:24:50 | 28800 | 62690 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 447 | AL447 | 27 | 08:00:00 | 17:12:34 | 28800 | 61954 | 1 |
| 08/04/2024 | 448 | AL448 | 22 | 08:03:55 | 17:24:15 | 29035 | 62655 | 1 |
| 08/04/2024 | 449 | AL449 | 22 | 08:00:00 | 16:13:15 | 28800 | 58395 | 1 |
| 08/04/2024 | 450 | AL450 | 22 | 08:00:00 | 17:24:08 | 28800 | 62648 | 1 |
| 08/04/2024 | 451 | AL451 | 22 | 08:05:05 | 17:11:36 | 29105 | 61896 | 1 |
| 08/04/2024 | 452 | AL452 | 29 | 08:00:00 | 17:15:15 | 28800 | 62115 | 1 |
| 08/04/2024 | 453 | AL453 | 30 | 08:05:15 | 17:14:01 | 29115 | 62041 | 1 |
| 08/04/2024 | 454 | AL454 | 28 | 08:05:25 | 17:00:09 | 29125 | 61209 | 1 |
| 08/04/2024 | 455 | AL455 | 29 | 08:00:00 | 17:09:57 | 28800 | 61797 | 1 |
| 08/04/2024 | 456 | AL456 | 22 | 08:05:35 | 17:13:59 | 29135 | 62039 | 1 |
| 08/04/2024 | 457 | AL457 | 22 | 08:00:00 | 16:03:21 | 28800 | 57801 | 1 |
| 08/04/2024 | 458 | AL458 | 22 | 08:05:45 | 16:03:32 | 29145 | 57812 | 1 |
| 08/04/2024 | 459 | AL459 | 22 | 08:00:00 | 16:08:43 | 28800 | 58123 | 1 |
| 08/04/2024 | 460 | AL460 | 22 | 08:00:00 | 16:02:45 | 28800 | 57765 | 1 |
| 08/04/2024 | 461 | AL461 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 462 | AL462 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 463 | AL463 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 464 | AL464 | 22 | 08:00:00 | 16:03:47 | 28800 | 57827 | 1 |
| 08/04/2024 | 465 | AL465 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 466 | AL466 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 467 | AL467 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 468 | AL468 | 21 | 08:00:00 | 17:05:57 | 28800 | 61557 | 1 |
| 08/04/2024 | 469 | AL469 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 470 | AL470 | 23 | 08:00:00 | 17:10:24 | 28800 | 61824 | 1 |
| 08/04/2024 | 471 | AL471 | 23 | 08:00:00 | 17:10:02 | 28800 | 61802 | 1 |
| 08/04/2024 | 472 | AL472 | 23 | 08:00:00 | 16:02:07 | 28800 | 57727 | 1 |
| 08/04/2024 | 473 | AL473 | 23 | 08:00:00 | 17:14:14 | 28800 | 62054 | 1 |
| 08/04/2024 | 474 | AL474 | 23 | 08:00:00 | 17:15:18 | 28800 | 62118 | 1 |
| 08/04/2024 | 475 | AL475 | 23 | 08:00:00 | 17:18:28 | 28800 | 62308 | 1 |
| 08/04/2024 | 476 | AL476 | 23 | 08:00:00 | 16:10:22 | 28800 | 58222 | 1 |
| 08/04/2024 | 477 | AL477 | 23 | 08:00:00 | 17:19:33 | 28800 | 62373 | 1 |
| 08/04/2024 | 478 | AL478 | 23 | 08:00:00 | 17:11:40 | 28800 | 61900 | 1 |
| 08/04/2024 | 479 | AL479 | 22 | 08:00:00 | 16:04:44 | 28800 | 57884 | 2 |
| 08/04/2024 | 480 | AL480 | 22 | 08:00:00 | 17:24:13 | 28800 | 62653 | 2 |
| 08/04/2024 | 481 | AL481 | 22 | 08:00:00 | 16:10:51 | 28800 | 58251 | 2 |
| 08/04/2024 | 482 | AL482 | 23 | 08:00:00 | 17:14:07 | 28800 | 62047 | 2 |
| 08/04/2024 | 483 | AL483 | 21 | 08:00:00 | 17:04:16 | 28800 | 61456 | 2 |
| 08/04/2024 | 484 | AL484 | 30 | 08:05:55 | 17:10:20 | 29155 | 61820 | 1 |
| 08/04/2024 | 485 | AL485 | 29 | 08:00:00 | 16:04:03 | 28800 | 57843 | 2 |
| 08/04/2024 | 486 | AL486 | 21 | 08:00:00 | 16:02:53 | 28800 | 57773 | 1 |
| 08/04/2024 | 487 | AL487 | 23 | 08:00:00 | 17:11:44 | 28800 | 61904 | 1 |
| 08/04/2024 | 488 | AL488 | 28 | 08:06:05 | 17:12:25 | 29165 | 61945 | 1 |
| 08/04/2024 | 489 | AL489 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 490 | AL490 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 491 | AL491 | 25 | 08:02:22 | 17:03:57 | 28942 | 61437 | 1 |
| 08/04/2024 | 492 | AL492 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 493 | AL493 | 25 | 08:00:00 | 17:19:39 | 28800 | 62379 | 2 |
| 08/04/2024 | 494 | AL494 | 29 | 08:02:42 | 16:02:49 | 28962 | 57769 | 1 |
| 08/04/2024 | 495 | AL495 | 21 | 08:00:00 | 17:11:49 | 28800 | 61909 | 2 |
| 08/04/2024 | 496 | AL496 | 22 | 08:00:00 | 16:03:57 | 28800 | 57837 | 2 |
| 08/04/2024 | 497 | AL497 | 22 | 08:00:00 | 17:21:16 | 28800 | 62476 | 2 |
| 08/04/2024 | 498 | AL498 | 25 | 08:02:52 | 16:03:08 | 28972 | 57788 | 1 |
| 08/04/2024 | 499 | AL499 | 22 | 08:00:00 | 16:13:25 | 28800 | 58405 | 2 |
| 08/04/2024 | 500 | AL500 | 23 | 08:00:00 | 17:09:55 | 28800 | 61795 | 2 |
| 08/04/2024 | 501 | AL501 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 502 | AL502 | 22 | 08:00:00 | 17:18:25 | 28800 | 62305 | 1 |
| 08/04/2024 | 503 | AL503 | 21 | 08:00:00 | 17:22:00 | 28800 | 62520 | 2 |
| 08/04/2024 | 504 | AL504 | 21 | 08:00:00 | 17:06:54 | 28800 | 61614 | 2 |
| 08/04/2024 | 505 | AL505 | 28 | 08:00:00 | 17:15:21 | 28800 | 62121 | 2 |
| 08/04/2024 | 506 | AL506 | 28 | 08:00:00 | 17:24:20 | 28800 | 62660 | 1 |
| 08/04/2024 | 507 | AL507 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 508 | AL508 | 28 | 08:00:00 | 17:03:47 | 28800 | 61427 | 2 |
| 08/04/2024 | 509 | AL509 | 28 | 08:00:00 | 16:00:59 | 28800 | 57659 | 2 |
| 08/04/2024 | 510 | AL510 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 511 | AL511 | 28 | 08:00:00 | 16:04:04 | 28800 | 57844 | 1 |
| 08/04/2024 | 512 | AL512 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 513 | AL513 | 28 | 08:02:32 | 16:00:00 | 28952 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 514 | AL514 | 28 | 08:01:32 | 16:00:00 | 28892 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 515 | AL515 | 21 | 08:00:00 | 16:08:21 | 28800 | 58101 | 1 |
| 08/04/2024 | 516 | AL516 | 25 | 08:01:42 | 16:00:00 | 28902 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 517 | AL517 | 21 | 08:00:00 | 17:01:22 | 28800 | 61282 | 1 |
| 08/04/2024 | 518 | AL518 | 29 | 08:01:52 | 17:19:47 | 28912 | 62387 | 1 |
| 08/04/2024 | 519 | AL519 | 21 | 08:00:00 | 17:12:08 | 28800 | 61928 | 1 |
| 08/04/2024 | 520 | AL520 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 521 | AL521 | 30 | 08:01:03 | 16:00:00 | 28863 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 522 | AL522 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 523 | AL523 | 21 | 08:01:13 | 17:24:55 | 28873 | 62695 | 1 |
| 08/04/2024 | 524 | AL524 | 23 | 08:01:23 | 17:09:53 | 28883 | 61793 | 1 |
| 08/04/2024 | 525 | AL525 | 23 | 08:00:00 | 17:21:11 | 28800 | 62471 | 2 |
| 08/04/2024 | 526 | AL526 | 23 | 08:01:33 | 17:05:55 | 28893 | 61555 | 1 |
| 08/04/2024 | 527 | AL527 | 23 | 08:00:00 | 17:21:20 | 28800 | 62480 | 2 |
| 08/04/2024 | 528 | AL528 | 23 | 08:00:00 | 16:02:43 | 28800 | 57763 | 2 |
| 08/04/2024 | 529 | AL529 | 23 | 08:00:00 | 17:20:43 | 28800 | 62443 | 1 |
| 08/04/2024 | 530 | AL530 | 23 | 08:00:00 | 17:04:13 | 28800 | 61453 | 2 |
| 08/04/2024 | 531 | AL531 | 23 | 08:00:00 | 17:18:22 | 28800 | 62302 | 2 |
| 08/04/2024 | 532 | AL532 | 23 | 08:00:00 | 16:03:31 | 28800 | 57811 | 2 |
| 08/04/2024 | 533 | AL533 | 23 | 08:01:43 | 17:19:26 | 28903 | 62366 | 1 |
| 08/04/2024 | 534 | AL534 | 23 | 08:00:00 | 16:03:14 | 28800 | 57794 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 535 | AL535 | 23 | 08:00:00 | 17:11:50 | 28800 | 61910 | 2 |
| 08/04/2024 | 536 | AL536 | 21 | 08:00:00 | 17:15:25 | 28800 | 62125 | 2 |
| 08/04/2024 | 537 | AL537 | 30 | 08:01:53 | 17:20:40 | 28913 | 62440 | 1 |
| 08/04/2024 | 538 | AL538 | 30 | 08:00:00 | 16:01:15 | 28800 | 57675 | 2 |
| 08/04/2024 | 539 | AL539 | 27 | 08:00:00 | 16:03:01 | 28800 | 57781 | 1 |
| 08/04/2024 | 540 | AL540 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 541 | AL541 | 27 | 08:01:24 | 16:00:00 | 28884 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 542 | AL542 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 543 | AL543 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 544 | AL544 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 545 | AL545 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 546 | AL546 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 547 | AL547 | 27 | 08:00:00 | 16:02:56 | 28800 | 57776 | 2 |
| 08/04/2024 | 548 | AL548 | 27 | 08:00:00 | 16:04:27 | 28800 | 57867 | 2 |
| 08/04/2024 | 549 | AL549 | 26 | 08:00:00 | 17:04:35 | 28800 | 61475 | 2 |
| 08/04/2024 | 550 | AL550 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 551 | AL551 | 21 | 08:01:34 | 16:00:00 | 28894 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 552 | AL552 | 26 | 08:01:44 | 16:04:53 | 28904 | 57893 | 1 |
| 08/04/2024 | 553 | AL553 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 554 | AL554 | 29 | 08:01:54 | 17:06:57 | 28914 | 61617 | 1 |
| 08/04/2024 | 555 | AL555 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 556 | AL556 | 29 | 08:01:06 | 17:07:37 | 28866 | 61657 | 1 |
| 08/04/2024 | 557 | AL557 | 29 | 08:01:16 | 16:00:00 | 28876 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 558 | AL558 | 29 | 08:00:00 | 17:08:56 | 28800 | 61736 | 2 |
| 08/04/2024 | 559 | AL559 | 29 | 08:00:00 | 16:02:38 | 28800 | 57758 | 2 |
| 08/04/2024 | 560 | AL560 | 29 | 08:01:26 | 17:04:00 | 28886 | 61440 | 1 |
| 08/04/2024 | 561 | AL561 | 29 | 08:00:00 | 17:05:53 | 28800 | 61553 | 2 |
| 08/04/2024 | 562 | AL562 | 29 | 08:00:00 | 17:03:59 | 28800 | 61439 | 2 |
| 08/04/2024 | 563 | AL563 | 29 | 08:01:36 | 17:09:50 | 28896 | 61790 | 1 |
| 08/04/2024 | 564 | AL564 | 21 | 08:01:46 | 17:16:06 | 28906 | 62166 | 1 |
| 08/04/2024 | 565 | AL565 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 566 | AL566 | 28 | 08:00:00 | 17:16:56 | 28800 | 62216 | 1 |
| 08/04/2024 | 567 | AL567 | 28 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 568 | AL568 | 21 | 08:00:00 | 16:10:41 | 28800 | 58241 | 2 |
| 08/04/2024 | 569 | AL569 | 21 | 08:00:00 | 17:03:40 | 28800 | 61420 | 2 |
| 08/04/2024 | 570 | AL570 | 27 | 08:01:56 | 17:18:17 | 28916 | 62297 | 1 |
| 08/04/2024 | 571 | AL571 | 28 | 08:01:07 | 17:10:18 | 28867 | 61818 | 1 |
| 08/04/2024 | 572 | AL572 | 27 | 08:00:00 | 17:19:29 | 28800 | 62369 | 1 |
| 08/04/2024 | 573 | AL573 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 574 | AL574 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 575 | AL575 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 576 | AL576 | 27 | 08:00:00 | 17:07:35 | 28800 | 61655 | 1 |
| 08/04/2024 | 577 | AL577 | 27 | 08:00:00 | 16:01:01 | 28800 | 57661 | 2 |
| 08/04/2024 | 578 | AL578 | 21 | 08:00:00 | 17:08:53 | 28800 | 61733 | 2 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|----|
| 08/04/2024 | 579 | AL579 | 21 | 08:00:00 | 17:06:39 | 28800 | 61599 | 1 |
| 08/04/2024 | 580 | AL580 | 29 | 08:00:00 | 17:04:20 | 28800 | 61460 | 1 |
| 08/04/2024 | 581 | AL581 | 30 | 08:00:00 | 17:09:48 | 28800 | 61788 | 2 |
| 08/04/2024 | 582 | AL582 | 21 | 08:00:00 | 16:03:24 | 28800 | 57804 | 1 |
| 08/04/2024 | 583 | AL583 | 29 | 08:00:00 | 16:04:51 | 28800 | 57891 | 2 |
| 08/04/2024 | 584 | AL584 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 585 | AL585 | 30 | 08:00:00 | 17:11:52 | 28800 | 61912 | 1 |
| 08/04/2024 | 586 | AL586 | 30 | 08:01:27 | 16:00:00 | 28887 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 587 | AL587 | 30 | 08:01:37 | 16:13:40 | 28897 | 58420 | 1 |
| 08/04/2024 | 588 | AL588 | 30 | 08:00:00 | 16:03:18 | 28800 | 57798 | 1 |
| 08/04/2024 | 589 | AL589 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 590 | AL590 | 30 | 08:00:00 | 17:16:00 | 28800 | 62160 | 2 |
| 08/04/2024 | 591 | AL591 | 30 | 08:01:47 | 16:00:00 | 28907 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 592 | AL592 | 21 | 08:00:00 | 17:16:52 | 28800 | 62212 | 2 |
| 08/04/2024 | 593 | AL593 | 30 | 08:01:18 | 17:16:58 | 28878 | 62218 | 1 |
| 08/04/2024 | 594 | AL594 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 595 | AL595 | 27 | 08:01:28 | 17:05:51 | 28888 | 61551 | 1 |
| 08/04/2024 | 596 | AL596 | 26 | 08:01:38 | 17:08:14 | 28898 | 61694 | 1 |
| 08/04/2024 | 597 | AL597 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 598 | AL598 | 25 | 08:01:48 | 16:10:20 | 28908 | 58220 | 1 |
| 08/04/2024 | 599 | AL599 | 25 | 08:01:58 | 16:00:00 | 28918 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 600 | AL600 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 601 | AL601 | 25 | 08:00:00 | 17:03:35 | 28800 | 61415 | 2 |
| 08/04/2024 | 602 | AL602 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 603 | AL603 | 29 | 08:00:00 | 17:01:47 | 28800 | 61307 | 1 |
| 08/04/2024 | 604 | AL604 | 29 | 08:00:00 | 16:01:11 | 28800 | 57671 | 2 |
| 08/04/2024 | 605 | AL605 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 606 | AL606 | 21 | 08:00:00 | 17:07:38 | 28800 | 61658 | 22 |
| 08/04/2024 | 607 | AL607 | 21 | 08:00:00 | 16:01:20 | 28800 | 57680 | 2 |
| 08/04/2024 | 608 | AL608 | 23 | 08:00:00 | 16:04:55 | 28800 | 57895 | 2 |
| 08/04/2024 | 609 | AL609 | 22 | 08:00:00 | 16:01:31 | 28800 | 57691 | 1 |
| 08/04/2024 | 610 | AL610 | 23 | 08:00:00 | 16:02:33 | 28800 | 57753 | 2 |
| 08/04/2024 | 611 | AL611 | 23 | 08:00:00 | 16:03:34 | 28800 | 57814 | 2 |
| 08/04/2024 | 612 | AL612 | 23 | 08:00:00 | 16:01:51 | 28800 | 57711 | 2 |
| 08/04/2024 | 613 | AL613 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 614 | AL614 | 22 | 08:01:09 | 17:08:58 | 28869 | 61738 | 1 |
| 08/04/2024 | 615 | AL615 | 30 | 08:01:19 | 16:00:00 | 28879 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 616 | AL616 | 27 | 08:00:00 | 17:07:31 | 28800 | 61651 | 2 |
| 08/04/2024 | 617 | AL617 | 21 | 08:00:00 | 17:09:44 | 28800 | 61784 | 1 |
| 08/04/2024 | 618 | AL618 | 23 | 08:00:00 | 17:11:55 | 28800 | 61915 | 2 |
| 08/04/2024 | 619 | AL619 | 23 | 08:00:00 | 17:10:04 | 28800 | 61804 | 1 |
| 08/04/2024 | 620 | AL620 | 23 | 08:00:00 | 17:08:12 | 28800 | 61692 | 2 |
| 08/04/2024 | 621 | AL621 | 21 | 08:00:00 | 17:16:49 | 28800 | 62209 | 1 |
| 08/04/2024 | 622 | AL622 | 21 | 08:00:00 | 16:02:39 | 28800 | 57759 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|----|
| 08/04/2024 | 623 | AL623 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 624 | AL624 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 625 | AL625 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 626 | AL626 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 627 | AL627 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 628 | AL628 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 629 | AL629 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 22 |
| 08/04/2024 | 630 | AL630 | 29 | 08:01:29 | 16:00:00 | 28889 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 631 | AL631 | 27 | 08:01:39 | 17:07:01 | 28899 | 61621 | 1 |
| 08/04/2024 | 632 | AL632 | 26 | 08:01:49 | 17:08:50 | 28909 | 61730 | 1 |
| 08/04/2024 | 633 | AL633 | 25 | 08:01:59 | 17:05:47 | 28919 | 61547 | 1 |
| 08/04/2024 | 634 | AL634 | 25 | 08:04:04 | 16:02:38 | 29044 | 57758 | 1 |
| 08/04/2024 | 635 | AL635 | 25 | 08:04:14 | 17:09:00 | 29054 | 61740 | 1 |
| 08/04/2024 | 636 | AL636 | 25 | 08:00:00 | 17:09:10 | 28800 | 61750 | 2 |
| 08/04/2024 | 637 | AL637 | 25 | 08:00:00 | 16:04:26 | 28800 | 57866 | 2 |
| 08/04/2024 | 638 | AL638 | 22 | 08:04:24 | 16:04:25 | 29064 | 57865 | 1 |
| 08/04/2024 | 639 | AL639 | 21 | 08:00:00 | 17:04:37 | 28800 | 61477 | 2 |
| 08/04/2024 | 640 | AL640 | 25 | 08:04:34 | 17:04:16 | 29074 | 61456 | 1 |
| 08/04/2024 | 641 | AL641 | 25 | 08:00:00 | 16:08:11 | 28800 | 58091 | 2 |
| 08/04/2024 | 642 | AL642 | 24 | 08:04:44 | 17:11:58 | 29084 | 61918 | 1 |
| 08/04/2024 | 643 | AL643 | 24 | 08:04:54 | 17:16:43 | 29094 | 62203 | 1 |
| 08/04/2024 | 644 | AL644 | 21 | 08:00:00 | 17:07:30 | 28800 | 61650 | 1 |
| 08/04/2024 | 645 | AL645 | 24 | 08:04:05 | 17:09:07 | 29045 | 61747 | 1 |
| 08/04/2024 | 646 | AL646 | 21 | 08:05:16 | 17:17:01 | 29116 | 62221 | 1 |
| 08/04/2024 | 647 | AL647 | 21 | 08:00:00 | 17:08:08 | 28800 | 61688 | 1 |
| 08/04/2024 | 648 | AL648 | 21 | 08:00:00 | 17:15:57 | 28800 | 62157 | 2 |
| 08/04/2024 | 649 | AL649 | 21 | 08:00:00 | 16:03:41 | 28800 | 57821 | 2 |
| 08/04/2024 | 650 | AL650 | 21 | 08:00:00 | 17:10:07 | 28800 | 61807 | 2 |
| 08/04/2024 | 651 | AL651 | 21 | 08:00:00 | 17:17:07 | 28800 | 62227 | 2 |
| 08/04/2024 | 652 | AL652 | 25 | 08:00:00 | 16:02:23 | 28800 | 57743 | 1 |
| 08/04/2024 | 653 | AL653 | 25 | 08:04:26 | 17:16:12 | 29066 | 62172 | 1 |
| 08/04/2024 | 654 | AL654 | 25 | 08:06:36 | 16:10:30 | 29196 | 58230 | 1 |
| 08/04/2024 | 655 | AL655 | 25 | 08:06:46 | 16:10:55 | 29206 | 58255 | 1 |
| 08/04/2024 | 656 | AL656 | 21 | 08:00:00 | 17:08:19 | 28800 | 61699 | 2 |
| 08/04/2024 | 657 | AL657 | 21 | 08:00:00 | 17:07:42 | 28800 | 61662 | 2 |
| 08/04/2024 | 658 | AL658 | 25 | 08:06:56 | 16:04:50 | 29216 | 57890 | 1 |
| 08/04/2024 | 659 | AL659 | 25 | 08:00:00 | 16:04:56 | 28800 | 57896 | 2 |
| 08/04/2024 | 660 | AL660 | 29 | 08:06:01 | 17:01:49 | 29161 | 61309 | 1 |
| 08/04/2024 | 661 | AL661 | 25 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 662 | AL662 | 25 | 08:06:11 | 16:00:00 | 29171 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 663 | AL663 | 25 | 08:06:26 | 16:00:00 | 29186 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 664 | AL664 | 24 | 08:06:36 | 16:00:00 | 29196 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 665 | AL665 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 666 | AL666 | 21 | 08:00:00 | 17:09:16 | 28800 | 61756 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 667 | AL667 | 27 | 08:00:00 | 16:02:13 | 28800 | 57733 | 2 |
| 08/04/2024 | 668 | AL668 | 27 | 08:00:00 | 17:09:41 | 28800 | 61781 | 1 |
| 08/04/2024 | 669 | AL669 | 27 | 08:00:00 | 17:12:00 | 28800 | 61920 | 2 |
| 08/04/2024 | 670 | AL670 | 27 | 08:00:00 | 17:08:47 | 28800 | 61727 | 1 |
| 08/04/2024 | 671 | AL671 | 21 | 08:00:00 | 17:15:52 | 28800 | 62152 | 2 |
| 08/04/2024 | 672 | AL672 | 24 | 08:00:00 | 17:17:10 | 28800 | 62230 | 2 |
| 08/04/2024 | 673 | AL673 | 25 | 08:00:00 | 17:07:29 | 28800 | 61649 | 1 |
| 08/04/2024 | 674 | AL674 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 675 | AL675 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 676 | AL676 | 21 | 08:00:00 | 16:08:19 | 28800 | 58099 | 2 |
| 08/04/2024 | 677 | AL677 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 678 | AL678 | 21 | 08:00:00 | 17:10:10 | 28800 | 61810 | 2 |
| 08/04/2024 | 679 | AL679 | 21 | 08:00:00 | 17:03:30 | 28800 | 61410 | 2 |
| 08/04/2024 | 680 | AL680 | 26 | 08:00:00 | 17:12:12 | 28800 | 61932 | 2 |
| 08/04/2024 | 681 | AL681 | 25 | 08:00:00 | 17:04:40 | 28800 | 61480 | 2 |
| 08/04/2024 | 682 | AL682 | 22 | 08:00:00 | 16:02:06 | 28800 | 57726 | 2 |
| 08/04/2024 | 683 | AL683 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 684 | AL684 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 685 | AL685 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 686 | AL686 | 29 | 08:06:46 | 16:00:00 | 29206 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 687 | AL687 | 29 | 08:00:00 | 16:02:55 | 28800 | 57775 | 1 |
| 08/04/2024 | 688 | AL688 | 29 | 08:06:56 | 16:01:42 | 29216 | 57702 | 1 |
| 08/04/2024 | 689 | AL689 | 29 | 08:05:01 | 17:07:40 | 29101 | 61660 | 1 |
| 08/04/2024 | 690 | AL690 | 29 | 08:05:11 | 17:08:04 | 29111 | 61684 | 1 |
| 08/04/2024 | 691 | AL691 | 29 | 08:05:21 | 17:01:55 | 29121 | 61315 | 1 |
| 08/04/2024 | 692 | AL692 | 29 | 08:00:00 | 16:10:59 | 28800 | 58259 | 2 |
| 08/04/2024 | 693 | AL693 | 29 | 08:05:31 | 16:03:51 | 29131 | 57831 | 1 |
| 08/04/2024 | 694 | AL694 | 29 | 08:05:41 | 16:03:02 | 29141 | 57782 | 1 |
| 08/04/2024 | 695 | AL695 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 696 | AL696 | 21 | 08:00:00 | 17:07:27 | 28800 | 61647 | 2 |
| 08/04/2024 | 697 | AL697 | 30 | 08:05:51 | 16:00:00 | 29151 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 698 | AL698 | 30 | 08:05:07 | 17:16:46 | 29107 | 62206 | 1 |
| 08/04/2024 | 699 | AL699 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 700 | AL700 | 30 | 08:00:00 | 16:02:52 | 28800 | 57772 | 2 |
| 08/04/2024 | 701 | AL701 | 30 | 08:05:17 | 17:02:03 | 29117 | 61323 | 1 |
| 08/04/2024 | 702 | AL702 | 30 | 08:00:00 | 17:09:12 | 28800 | 61752 | 1 |
| 08/04/2024 | 703 | AL703 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 704 | AL704 | 30 | 08:00:00 | 17:15:49 | 28800 | 62149 | 2 |
| 08/04/2024 | 705 | AL705 | 30 | 08:00:00 | 16:04:57 | 28800 | 57897 | 2 |
| 08/04/2024 | 706 | AL706 | 29 | 08:05:37 | 17:17:17 | 29137 | 62237 | 1 |
| 08/04/2024 | 707 | AL707 | 29 | 08:05:47 | 16:03:12 | 29147 | 57792 | 1 |
| 08/04/2024 | 708 | AL708 | 21 | 08:00:00 | 16:03:44 | 28800 | 57824 | 2 |
| 08/04/2024 | 709 | AL709 | 27 | 08:05:57 | 16:05:05 | 29157 | 57905 | 1 |
| 08/04/2024 | 710 | AL710 | 21 | 08:00:00 | 17:00:16 | 28800 | 61216 | 2 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 711 | AL711 | 30 | 08:05:09 | 16:06:02 | 29109 | 57962 | 1 |
| 08/04/2024 | 712 | AL712 | 24 | 08:00:00 | 16:05:07 | 28800 | 57907 | 2 |
| 08/04/2024 | 713 | AL713 | 29 | 08:05:19 | 17:08:23 | 29119 | 61703 | 1 |
| 08/04/2024 | 714 | AL714 | 21 | 08:00:00 | 16:04:15 | 28800 | 57855 | 2 |
| 08/04/2024 | 715 | AL715 | 24 | 08:05:29 | 16:01:12 | 29129 | 57672 | 1 |
| 08/04/2024 | 716 | AL716 | 24 | 08:05:29 | 17:02:00 | 29129 | 61320 | 1 |
| 08/04/2024 | 717 | AL717 | 24 | 08:00:00 | 16:02:48 | 28800 | 57768 | 2 |
| 08/04/2024 | 718 | AL718 | 27 | 08:00:00 | 16:02:42 | 28800 | 57762 | 1 |
| 08/04/2024 | 719 | AL719 | 27 | 08:05:39 | 17:01:58 | 29139 | 61318 | 1 |
| 08/04/2024 | 720 | AL720 | 27 | 08:05:49 | 16:01:22 | 29149 | 57682 | 1 |
| 08/04/2024 | 721 | AL721 | 27 | 08:00:00 | 16:03:28 | 28800 | 57808 | 2 |
| 08/04/2024 | 722 | AL722 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 723 | AL723 | 28 | 08:00:00 | 17:02:10 | 28800 | 61330 | 2 |
| 08/04/2024 | 724 | AL724 | 29 | 08:05:59 | 16:05:58 | 29159 | 57958 | 1 |
| 08/04/2024 | 725 | AL725 | 30 | 08:00:00 | 17:07:03 | 28800 | 61623 | 2 |
| 08/04/2024 | 726 | AL726 | 30 | 08:05:07 | 16:04:19 | 29107 | 57859 | 1 |
| 08/04/2024 | 727 | AL727 | 24 | 08:05:17 | 16:06:10 | 29117 | 57970 | 1 |
| 08/04/2024 | 728 | AL728 | 23 | 08:00:00 | 17:07:53 | 28800 | 61673 | 2 |
| 08/04/2024 | 729 | AL729 | 24 | 08:00:00 | 16:03:45 | 28800 | 57825 | 2 |
| 08/04/2024 | 730 | AL730 | 24 | 08:00:00 | 16:02:29 | 28800 | 57749 | 2 |
| 08/04/2024 | 731 | AL731 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 732 | AL732 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 733 | AL733 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 734 | AL734 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 735 | AL735 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 736 | AL736 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 737 | AL737 | 21 | 08:00:00 | 16:02:16 | 28800 | 57736 | 2 |
| 08/04/2024 | 738 | AL738 | 30 | 08:00:00 | 16:01:32 | 28800 | 57692 | 2 |
| 08/04/2024 | 739 | AL739 | 21 | 08:00:00 | 16:03:54 | 28800 | 57834 | 2 |
| 08/04/2024 | 740 | AL740 | 21 | 08:00:00 | 16:02:46 | 28800 | 57766 | 2 |
| 08/04/2024 | 741 | AL741 | 24 | 08:00:00 | 16:04:59 | 28800 | 57899 | 2 |
| 08/04/2024 | 742 | AL742 | 24 | 08:00:00 | 16:02:32 | 28800 | 57752 | 1 |
| 08/04/2024 | 743 | AL743 | 24 | 08:00:00 | 16:05:00 | 28800 | 57900 | 2 |
| 08/04/2024 | 744 | AL744 | 24 | 08:00:00 | 16:04:49 | 28800 | 57889 | 1 |
| 08/04/2024 | 745 | AL745 | 21 | 08:00:00 | 16:08:08 | 28800 | 58088 | 2 |
| 08/04/2024 | 746 | AL746 | 21 | 08:00:00 | 17:03:27 | 28800 | 61407 | 1 |
| 08/04/2024 | 747 | AL747 | 22 | 08:05:27 | 16:06:00 | 29127 | 57960 | 1 |
| 08/04/2024 | 748 | AL748 | 22 | 08:05:37 | 17:05:44 | 29137 | 61544 | 1 |
| 08/04/2024 | 749 | AL749 | 22 | 08:05:47 | 16:05:53 | 29147 | 57953 | 1 |
| 08/04/2024 | 750 | AL750 | 22 | 08:05:57 | 17:09:19 | 29157 | 61759 | 1 |
| 08/04/2024 | 751 | AL751 | 24 | 08:07:01 | 16:14:05 | 29221 | 58445 | 1 |
| 08/04/2024 | 752 | AL752 | 24 | 08:07:11 | 16:03:05 | 29231 | 57785 | 1 |
| 08/04/2024 | 753 | AL753 | 25 | 08:07:21 | 17:07:58 | 29241 | 61678 | 1 |
| 08/04/2024 | 754 | AL754 | 25 | 08:07:31 | 17:16:10 | 29251 | 62170 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 755 | AL755 | 25 | 08:06:41 | 16:03:22 | 29201 | 57802 | 1 |
| 08/04/2024 | 756 | AL756 | 30 | 08:00:00 | 16:04:20 | 28800 | 57860 | 1 |
| 08/04/2024 | 757 | AL757 | 21 | 08:00:00 | 16:20:53 | 28800 | 58853 | 1 |
| 08/04/2024 | 758 | AL758 | 24 | 08:00:00 | 17:17:30 | 28800 | 62250 | 2 |
| 08/04/2024 | 759 | AL759 | 25 | 08:01:00 | 17:10:12 | 28860 | 61812 | 2 |
| 08/04/2024 | 760 | AL760 | 21 | 08:00:00 | 16:02:26 | 28800 | 57746 | 2 |
| 08/04/2024 | 761 | AL761 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 762 | AL762 | 21 | 08:00:00 | 16:02:22 | 28800 | 57742 | 2 |
| 08/04/2024 | 763 | AL763 | 30 | 08:00:00 | 16:14:57 | 28800 | 58497 | 2 |
| 08/04/2024 | 764 | AL764 | 21 | 08:00:00 | 16:15:00 | 28800 | 58500 | 2 |
| 08/04/2024 | 765 | AL765 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 766 | AL766 | 25 | 08:00:00 | 17:07:06 | 28800 | 61626 | 1 |
| 08/04/2024 | 767 | AL767 | 21 | 08:00:00 | 16:01:13 | 28800 | 57673 | 1 |
| 08/04/2024 | 768 | AL768 | 25 | 08:07:51 | 16:00:00 | 29271 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 769 | AL769 | 21 | 08:00:00 | 17:09:24 | 28800 | 61764 | 2 |
| 08/04/2024 | 770 | AL770 | 21 | 08:00:00 | 17:08:38 | 28800 | 61718 | 2 |
| 08/04/2024 | 771 | AL771 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 772 | AL772 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 773 | AL773 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 774 | AL774 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 775 | AL775 | 27 | 08:00:00 | 16:03:38 | 28800 | 57818 | 2 |
| 08/04/2024 | 776 | AL776 | 21 | 08:01:21 | 16:15:05 | 28881 | 58505 | 1 |
| 08/04/2024 | 777 | AL777 | 27 | 08:00:00 | 17:04:25 | 28800 | 61465 | 2 |
| 08/04/2024 | 778 | AL778 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 779 | AL779 | 27 | 08:01:31 | 16:05:55 | 28891 | 57955 | 1 |
| 08/04/2024 | 780 | AL780 | 27 | 08:01:41 | 16:00:00 | 28901 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 781 | AL781 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 782 | AL782 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 783 | AL783 | 21 | 08:00:00 | 17:05:23 | 28800 | 61523 | 2 |
| 08/04/2024 | 784 | AL784 | 30 | 08:00:00 | 17:15:45 | 28800 | 62145 | 1 |
| 08/04/2024 | 785 | AL785 | 30 | 08:00:00 | 17:08:00 | 28800 | 61680 | 2 |
| 08/04/2024 | 786 | AL786 | 21 | 08:00:00 | 17:17:35 | 28800 | 62255 | 1 |
| 08/04/2024 | 787 | AL787 | 21 | 08:00:00 | 17:07:24 | 28800 | 61644 | 2 |
| 08/04/2024 | 788 | AL788 | 30 | 08:01:51 | 16:01:43 | 28911 | 57703 | 1 |
| 08/04/2024 | 789 | AL789 | 21 | 08:00:00 | 16:04:14 | 28800 | 57854 | 2 |
| 08/04/2024 | 790 | AL790 | 21 | 08:00:00 | 17:20:37 | 28800 | 62437 | 2 |
| 08/04/2024 | 791 | AL791 | 21 | 08:00:00 | 17:08:10 | 28800 | 61690 | 1 |
| 08/04/2024 | 792 | AL792 | 21 | 08:00:00 | 16:04:13 | 28800 | 57853 | 1 |
| 08/04/2024 | 793 | AL793 | 29 | 08:00:00 | 17:03:22 | 28800 | 61402 | 2 |
| 08/04/2024 | 794 | AL794 | 28 | 08:00:00 | 17:16:19 | 28800 | 62179 | 2 |
| 08/04/2024 | 795 | AL795 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 796 | AL796 | 28 | 08:00:00 | 16:03:35 | 28800 | 57815 | 1 |
| 08/04/2024 | 797 | AL797 | 29 | 08:00:00 | 17:19:15 | 28800 | 62355 | 1 |
| 08/04/2024 | 798 | AL798 | 29 | 08:01:02 | 17:20:20 | 28862 | 62420 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 799 | AL799 | 29 | 08:01:12 | 17:16:36 | 28872 | 62196 | 1 |
| 08/04/2024 | 800 | AL800 | 22 | 08:00:00 | 17:04:28 | 28800 | 61468 | 2 |
| 08/04/2024 | 801 | AL801 | 22 | 08:00:00 | 17:05:14 | 28800 | 61514 | 2 |
| 08/04/2024 | 802 | AL802 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 803 | AL803 | 22 | 08:01:22 | 16:01:53 | 28882 | 57713 | 1 |
| 08/04/2024 | 804 | AL804 | 22 | 08:00:00 | 17:08:45 | 28800 | 61725 | 2 |
| 08/04/2024 | 805 | AL805 | 23 | 08:01:32 | 16:00:00 | 28892 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 806 | AL806 | 23 | 08:01:42 | 16:00:00 | 28902 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 807 | AL807 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 808 | AL808 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 809 | AL809 | 21 | 08:00:00 | 17:09:33 | 28800 | 61773 | 2 |
| 08/04/2024 | 810 | AL810 | 21 | 08:00:00 | 17:09:28 | 28800 | 61768 | 2 |
| 08/04/2024 | 811 | AL811 | 21 | 08:00:00 | 17:19:36 | 28800 | 62376 | 1 |
| 08/04/2024 | 812 | AL812 | 23 | 08:00:00 | 16:06:12 | 28800 | 57972 | 1 |
| 08/04/2024 | 813 | AL813 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 814 | AL814 | 21 | 08:00:00 | 17:18:00 | 28800 | 62280 | 2 |
| 08/04/2024 | 815 | AL815 | 21 | 08:00:00 | 16:05:11 | 28800 | 57911 | 2 |
| 08/04/2024 | 816 | AL816 | 24 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 817 | AL817 | 24 | 08:00:00 | 16:05:50 | 28800 | 57950 | 2 |
| 08/04/2024 | 818 | AL818 | 24 | 08:00:00 | 17:07:09 | 28800 | 61629 | 2 |
| 08/04/2024 | 819 | AL819 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 820 | AL820 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 821 | AL821 | 27 | 08:00:00 | 16:06:38 | 28800 | 57998 | 2 |
| 08/04/2024 | 822 | AL822 | 27 | 08:02:52 | 17:02:14 | 28972 | 61334 | 1 |
| 08/04/2024 | 823 | AL823 | 27 | 08:01:03 | 17:17:58 | 28863 | 62278 | 1 |
| 08/04/2024 | 824 | AL824 | 24 | 08:00:00 | 16:08:01 | 28800 | 58081 | 2 |
| 08/04/2024 | 825 | AL825 | 24 | 08:01:13 | 17:18:05 | 28873 | 62285 | 1 |
| 08/04/2024 | 826 | AL826 | 21 | 08:00:00 | 16:01:23 | 28800 | 57683 | 1 |
| 08/04/2024 | 827 | AL827 | 21 | 08:01:23 | 16:04:48 | 28883 | 57888 | 1 |
| 08/04/2024 | 828 | AL828 | 21 | 08:00:00 | 17:20:27 | 28800 | 62427 | 3 |
| 08/04/2024 | 829 | AL829 | 21 | 08:01:33 | 17:20:34 | 28893 | 62434 | 1 |
| 08/04/2024 | 830 | AL830 | 21 | 08:00:00 | 17:09:39 | 28800 | 61779 | 2 |
| 08/04/2024 | 831 | AL831 | 21 | 08:00:00 | 17:05:26 | 28800 | 61526 | 2 |
| 08/04/2024 | 832 | AL832 | 21 | 08:01:43 | 16:14:50 | 28903 | 58490 | 1 |
| 08/04/2024 | 833 | AL833 | 21 | 08:00:00 | 16:06:02 | 28800 | 57962 | 2 |
| 08/04/2024 | 834 | AL834 | 30 | 08:01:53 | 17:04:30 | 28913 | 61470 | 1 |
| 08/04/2024 | 835 | AL835 | 30 | 08:01:14 | 16:00:00 | 28874 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 836 | AL836 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 837 | AL837 | 30 | 08:01:24 | 16:00:00 | 28884 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 838 | AL838 | 30 | 08:01:34 | 16:00:00 | 28894 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 839 | AL839 | 30 | 08:01:44 | 17:07:21 | 28904 | 61641 | 1 |
| 08/04/2024 | 840 | AL840 | 30 | 08:00:00 | 16:05:15 | 28800 | 57915 | 1 |
| 08/04/2024 | 841 | AL841 | 25 | 08:00:00 | 17:08:43 | 28800 | 61723 | 1 |
| 08/04/2024 | 842 | AL842 | 27 | 08:00:00 | 16:01:33 | 28800 | 57693 | 2 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 843 | AL843 | 27 | 08:00:00 | 16:06:40 | 28800 | 58000 | 2 |
| 08/04/2024 | 844 | AL844 | 27 | 08:00:00 | 16:07:54 | 28800 | 58074 | 2 |
| 08/04/2024 | 845 | AL845 | 27 | 08:01:54 | 17:04:52 | 28914 | 61492 | 1 |
| 08/04/2024 | 846 | AL846 | 27 | 08:00:51 | 16:14:15 | 28851 | 58455 | 1 |
| 08/04/2024 | 847 | AL847 | 30 | 08:00:00 | 17:16:34 | 28800 | 62194 | 2 |
| 08/04/2024 | 848 | AL848 | 30 | 08:01:16 | 17:17:55 | 28876 | 62275 | 1 |
| 08/04/2024 | 849 | AL849 | 21 | 08:00:00 | 16:06:20 | 28800 | 57980 | 2 |
| 08/04/2024 | 850 | AL850 | 28 | 08:01:36 | 17:19:41 | 28896 | 62381 | 1 |
| 08/04/2024 | 851 | AL851 | 28 | 08:02:06 | 16:02:36 | 28926 | 57756 | 1 |
| 08/04/2024 | 852 | AL852 | 28 | 08:01:46 | 16:00:00 | 28906 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 853 | AL853 | 28 | 08:01:56 | 17:07:11 | 28916 | 61631 | 1 |
| 08/04/2024 | 854 | AL854 | 28 | 08:01:07 | 17:15:40 | 28867 | 62140 | 1 |
| 08/04/2024 | 855 | AL855 | 21 | 08:00:00 | 16:06:44 | 28800 | 58004 | 2 |
| 08/04/2024 | 856 | AL856 | 29 | 08:01:17 | 16:07:00 | 28877 | 58020 | 1 |
| 08/04/2024 | 857 | AL857 | 22 | 08:01:27 | 16:00:00 | 28887 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 858 | AL858 | 30 | 08:01:37 | 16:00:00 | 28897 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 859 | AL859 | 22 | 08:01:47 | 16:00:00 | 28907 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 860 | AL860 | 21 | 08:01:57 | 16:00:00 | 28917 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 861 | AL861 | 23 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 862 | AL862 | 30 | 08:01:08 | 16:06:07 | 28868 | 57967 | 1 |
| 08/04/2024 | 863 | AL863 | 23 | 08:01:18 | 16:06:50 | 28878 | 58010 | 1 |
| 08/04/2024 | 864 | AL864 | 30 | 08:01:28 | 16:07:09 | 28888 | 58029 | 1 |
| 08/04/2024 | 865 | AL865 | 23 | 08:01:38 | 16:01:43 | 28898 | 57703 | 1 |
| 08/04/2024 | 866 | AL866 | 23 | 08:00:00 | 16:06:58 | 28800 | 58018 | 2 |
| 08/04/2024 | 867 | AL867 | 23 | 08:01:48 | 16:07:50 | 28908 | 58070 | 1 |
| 08/04/2024 | 868 | AL868 | 30 | 08:01:58 | 16:14:47 | 28918 | 58487 | 1 |
| 08/04/2024 | 869 | AL869 | 23 | 08:00:00 | 16:15:20 | 28800 | 58520 | 2 |
| 08/04/2024 | 870 | AL870 | 30 | 08:01:09 | 17:04:33 | 28869 | 61473 | 1 |
| 08/04/2024 | 871 | AL871 | 22 | 08:01:00 | 16:07:47 | 28860 | 58067 | 1 |
| 08/04/2024 | 872 | AL872 | 22 | 08:00:29 | 16:00:00 | 28829 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 873 | AL873 | 21 | 08:00:00 | 17:15:28 | 28800 | 62128 | 2 |
| 08/04/2024 | 874 | AL874 | 22 | 08:01:39 | 16:07:40 | 28899 | 58060 | 1 |
| 08/04/2024 | 875 | AL875 | 30 | 08:01:49 | 17:07:18 | 28909 | 61638 | 1 |
| 08/04/2024 | 876 | AL876 | 22 | 08:01:59 | 17:08:29 | 28919 | 61709 | 1 |
| 08/04/2024 | 877 | AL877 | 22 | 08:02:01 | 16:00:00 | 28921 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 878 | AL878 | 22 | 08:02:11 | 16:05:24 | 28931 | 57924 | 1 |
| 08/04/2024 | 879 | AL879 | 22 | 08:02:21 | 16:05:26 | 28941 | 57926 | 1 |
| 08/04/2024 | 880 | AL880 | 21 | 08:02:31 | 16:02:51 | 28951 | 57771 | 1 |
| 08/04/2024 | 881 | AL881 | 27 | 08:02:41 | 16:02:02 | 28961 | 57722 | 1 |
| 08/04/2024 | 882 | AL882 | 27 | 08:02:51 | 16:00:00 | 28971 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 883 | AL883 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 884 | AL884 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 885 | AL885 | 22 | 08:02:12 | 16:02:58 | 28932 | 57778 | 1 |
| 08/04/2024 | 886 | AL886 | 23 | 08:00:00 | 16:02:09 | 28800 | 57729 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 887 | AL887 | 21 | 08:00:00 | 16:05:18 | 28800 | 57918 | 2 |
| 08/04/2024 | 888 | AL888 | 21 | 08:02:32 | 17:01:12 | 28952 | 61272 | 1 |
| 08/04/2024 | 889 | AL889 | 27 | 08:02:42 | 17:02:24 | 28962 | 61344 | 1 |
| 08/04/2024 | 890 | AL890 | 27 | 08:02:52 | 16:01:53 | 28972 | 57713 | 1 |
| 08/04/2024 | 891 | AL891 | 21 | 08:00:00 | 16:15:18 | 28800 | 58518 | 1 |
| 08/04/2024 | 892 | AL892 | 25 | 08:03:03 | 16:02:12 | 28983 | 57732 | 1 |
| 08/04/2024 | 893 | AL893 | 25 | 08:03:13 | 17:05:11 | 28993 | 61511 | 1 |
| 08/04/2024 | 894 | AL894 | 25 | 08:03:23 | 16:10:21 | 29003 | 58221 | 1 |
| 08/04/2024 | 895 | AL895 | 25 | 08:03:33 | 17:15:34 | 29013 | 62134 | 1 |
| 08/04/2024 | 896 | AL896 | 25 | 08:03:43 | 17:17:50 | 29023 | 62270 | 1 |
| 08/04/2024 | 897 | AL897 | 25 | 08:00:00 | 17:16:25 | 28800 | 62185 | 2 |
| 08/04/2024 | 898 | AL898 | 30 | 08:03:53 | 17:19:44 | 29033 | 62384 | 1 |
| 08/04/2024 | 899 | AL899 | 30 | 08:03:04 | 17:18:37 | 28984 | 62317 | 1 |
| 08/04/2024 | 900 | AL900 | 30 | 08:00:10 | 16:02:19 | 28810 | 57739 | 1 |
| 08/04/2024 | 901 | AL901 | 30 | 08:03:24 | 16:05:33 | 29004 | 57933 | 1 |
| 08/04/2024 | 902 | AL902 | 30 | 08:00:00 | 17:03:15 | 28800 | 61395 | 2 |
| 08/04/2024 | 903 | AL903 | 30 | 08:03:34 | 16:00:00 | 29014 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 904 | AL904 | 30 | 08:03:44 | 16:00:00 | 29024 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 905 | AL905 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 906 | AL906 | 22 | 08:00:00 | 17:15:30 | 28800 | 62130 | 1 |
| 08/04/2024 | 907 | AL907 | 24 | 08:00:00 | 16:04:16 | 28800 | 57856 | 2 |
| 08/04/2024 | 908 | AL908 | 21 | 08:00:00 | 16:07:37 | 28800 | 58057 | 1 |
| 08/04/2024 | 909 | AL909 | 22 | 08:00:00 | 16:01:07 | 28800 | 57667 | 2 |
| 08/04/2024 | 910 | AL910 | 21 | 08:00:00 | 17:00:19 | 28800 | 61219 | 2 |
| 08/04/2024 | 911 | AL911 | 21 | 08:00:00 | 17:07:13 | 28800 | 61633 | 2 |
| 08/04/2024 | 912 | AL912 | 27 | 08:00:00 | 16:05:29 | 28800 | 57929 | 2 |
| 08/04/2024 | 913 | AL913 | 27 | 08:00:00 | 17:05:10 | 28800 | 61510 | 2 |
| 08/04/2024 | 914 | AL914 | 27 | 08:00:00 | 16:02:41 | 28800 | 57761 | 2 |
| 08/04/2024 | 915 | AL915 | 27 | 08:00:00 | 17:05:42 | 28800 | 61542 | 2 |
| 08/04/2024 | 916 | AL916 | 27 | 08:00:00 | 17:19:19 | 28800 | 62359 | 2 |
| 08/04/2024 | 917 | AL917 | 27 | 08:00:00 | 17:05:30 | 28800 | 61530 | 2 |
| 08/04/2024 | 918 | AL918 | 27 | 08:03:54 | 16:04:47 | 29034 | 57887 | 1 |
| 08/04/2024 | 919 | AL919 | 27 | 08:03:06 | 17:18:40 | 28986 | 62320 | 1 |
| 08/04/2024 | 920 | AL920 | 27 | 08:03:16 | 17:17:39 | 28996 | 62259 | 1 |
| 08/04/2024 | 921 | AL921 | 30 | 08:03:26 | 17:17:47 | 29006 | 62267 | 1 |
| 08/04/2024 | 922 | AL922 | 30 | 08:00:00 | 17:20:30 | 28800 | 62430 | 1 |
| 08/04/2024 | 923 | AL923 | 30 | 08:03:36 | 17:16:28 | 29016 | 62188 | 1 |
| 08/04/2024 | 924 | AL924 | 30 | 08:00:00 | 16:04:21 | 28800 | 57861 | 2 |
| 08/04/2024 | 925 | AL925 | 29 | 08:03:46 | 16:01:17 | 29026 | 57677 | 1 |
| 08/04/2024 | 926 | AL926 | 24 | 08:00:00 | 17:05:08 | 28800 | 61508 | 2 |
| 08/04/2024 | 927 | AL927 | 22 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 928 | AL928 | 27 | 08:03:56 | 16:15:09 | 29036 | 58509 | 1 |
| 08/04/2024 | 929 | AL929 | 23 | 08:00:00 | 17:04:05 | 28800 | 61445 | 2 |
| 08/04/2024 | 930 | AL930 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 931 | AL931 | 27 | 08:03:07 | 16:00:00 | 28987 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 932 | AL932 | 28 | 08:03:17 | 16:00:00 | 28997 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 933 | AL933 | 27 | 08:03:27 | 16:00:00 | 29007 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 934 | AL934 | 27 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 935 | AL935 | 28 | 08:03:37 | 16:00:00 | 29017 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 936 | AL936 | 27 | 08:03:47 | 16:00:00 | 29027 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 937 | AL937 | 27 | 08:00:00 | 16:03:48 | 28800 | 57828 | 2 |
| 08/04/2024 | 938 | AL938 | 27 | 08:03:57 | 16:02:31 | 29037 | 57751 | 1 |
| 08/04/2024 | 939 | AL939 | 26 | 08:03:09 | 16:15:28 | 28989 | 58528 | 1 |
| 08/04/2024 | 940 | AL940 | 26 | 08:00:00 | 16:03:15 | 28800 | 57795 | 2 |
| 08/04/2024 | 941 | AL941 | 26 | 08:03:19 | 16:01:47 | 28999 | 57707 | 1 |
| 08/04/2024 | 942 | AL942 | 21 | 08:03:29 | 17:08:33 | 29009 | 61713 | 1 |
| 08/04/2024 | 943 | AL943 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 944 | AL944 | 29 | 08:03:39 | 17:17:41 | 29019 | 62261 | 1 |
| 08/04/2024 | 945 | AL945 | 26 | 08:03:49 | 16:05:21 | 29029 | 57921 | 1 |
| 08/04/2024 | 946 | AL946 | 26 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 947 | AL947 | 26 | 08:03:59 | 16:00:00 | 29039 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 948 | AL948 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 949 | AL949 | 23 | 08:04:01 | 16:00:00 | 29041 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 950 | AL950 | 23 | 08:04:11 | 16:15:09 | 29051 | 58509 | 1 |
| 08/04/2024 | 951 | AL951 | 21 | 08:04:21 | 17:07:15 | 29061 | 61635 | 1 |
| 08/04/2024 | 952 | AL952 | 21 | 08:04:31 | 16:01:27 | 29071 | 57687 | 1 |
| 08/04/2024 | 953 | AL953 | 29 | 08:00:00 | 16:14:25 | 28800 | 58465 | 1 |
| 08/04/2024 | 954 | AL954 | 29 | 08:00:00 | 17:08:40 | 28800 | 61720 | 2 |
| 08/04/2024 | 955 | AL955 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 956 | AL956 | 30 | 08:00:00 | 16:07:19 | 28800 | 58039 | 2 |
| 08/04/2024 | 957 | AL957 | 30 | 08:00:00 | 17:05:40 | 28800 | 61540 | 2 |
| 08/04/2024 | 958 | AL958 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 959 | AL959 | 27 | 08:00:00 | 17:05:05 | 28800 | 61505 | 2 |
| 08/04/2024 | 960 | AL960 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 961 | AL961 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 962 | AL962 | 30 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 963 | AL963 | 25 | 08:05:00 | 16:01:49 | 29100 | 57709 | 1 |
| 08/04/2024 | 964 | AL964 | 25 | 08:04:59 | 17:00:20 | 29099 | 61220 | 1 |
| 08/04/2024 | 965 | AL965 | 25 | 08:05:01 | 17:04:02 | 29101 | 61442 | 1 |
| 08/04/2024 | 966 | AL966 | 24 | 08:04:21 | 16:01:29 | 29061 | 57689 | 1 |
| 08/04/2024 | 967 | AL967 | 23 | 08:04:55 | 17:03:10 | 29095 | 61390 | 1 |
| 08/04/2024 | 968 | AL968 | 23 | 08:00:00 | 16:01:57 | 28800 | 57717 | 2 |
| 08/04/2024 | 969 | AL969 | 23 | 08:04:44 | 17:01:16 | 29084 | 61276 | 1 |
| 08/04/2024 | 970 | AL970 | 21 | 08:00:00 | 16:01:09 | 28800 | 57669 | 2 |
| 08/04/2024 | 971 | AL971 | 28 | 08:04:11 | 16:05:42 | 29051 | 57942 | 1 |
| 08/04/2024 | 972 | AL972 | 21 | 08:00:00 | 16:15:41 | 28800 | 58541 | 2 |
| 08/04/2024 | 973 | AL973 | 21 | 08:00:00 | 17:00:26 | 28800 | 61226 | 2 |
| 08/04/2024 | 974 | AL974 | 22 | 08:03:43 | 16:10:31 | 29023 | 58231 | 1 |

| | | | | | | | | |
|------------|-----|-------|----|----------|----------|-------|-------|---|
| 08/04/2024 | 975 | AL975 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 976 | AL976 | 27 | 08:02:00 | 17:02:18 | 28920 | 61338 | 1 |
| 08/04/2024 | 977 | AL977 | 25 | 08:05:00 | 16:01:39 | 29100 | 57699 | 1 |
| 08/04/2024 | 978 | AL978 | 23 | 08:00:03 | 16:02:21 | 28803 | 57741 | 1 |
| 08/04/2024 | 979 | AL979 | 21 | 08:00:00 | 17:00:06 | 28800 | 61206 | 2 |
| 08/04/2024 | 980 | AL980 | 22 | 08:00:00 | 16:07:22 | 28800 | 58042 | 2 |
| 08/04/2024 | 981 | AL981 | 22 | 08:00:41 | 16:14:34 | 28841 | 58474 | 2 |
| 08/04/2024 | 982 | AL982 | 29 | 08:03:31 | 16:00:00 | 29011 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 983 | AL983 | 21 | 08:00:00 | 16:03:25 | 28800 | 57805 | 2 |
| 08/04/2024 | 984 | AL984 | 28 | 08:01:43 | 16:15:55 | 28903 | 58555 | 1 |
| 08/04/2024 | 985 | AL985 | 28 | 08:00:53 | 16:00:00 | 28853 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 986 | AL986 | 29 | 08:00:00 | 16:15:31 | 28800 | 58531 | 1 |
| 08/04/2024 | 987 | AL987 | 26 | 08:02:00 | 16:07:32 | 28920 | 58052 | 1 |
| 08/04/2024 | 988 | AL988 | 27 | 08:03:11 | 16:00:00 | 28991 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 989 | AL989 | 22 | 08:00:00 | 16:04:46 | 28800 | 57886 | 1 |
| 08/04/2024 | 990 | AL990 | 27 | 08:02:21 | 16:00:00 | 28941 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 991 | AL991 | 25 | 08:01:06 | 16:00:00 | 28866 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 992 | AL992 | 22 | 08:00:00 | 16:02:01 | 28800 | 57721 | 1 |
| 08/04/2024 | 993 | AL993 | 30 | 08:05:14 | 16:02:31 | 29114 | 57751 | 1 |
| 08/04/2024 | 994 | AL994 | 29 | 08:03:34 | 16:01:59 | 29014 | 57719 | 1 |
| 08/04/2024 | 995 | AL995 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 996 | AL996 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |
| 08/04/2024 | 997 | AL997 | 21 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 2 |
| 08/04/2024 | 998 | AL998 | 29 | 08:00:00 | 16:00:00 | 28800 | 57600 | 1 |

BAB 6

ANALISIS DATA SISTEM ABSENSI

6.1 PRA-PEMROSESAN DATA

Pra-pemrosesan data merupakan langkah awal yang penting dalam analisis data untuk memastikan kualitas dan konsistensi data yang akan digunakan dalam pelatihan model machine learning. Menurut (Eid et al., 2024; Zaki et al., 2024) Pre-processing data merupakan proses kritis dalam menjaga kualitas data, jika tidak dilakukan dengan benar maka pre-processing data dapat mengurangi akurasi data. Oleh karena itu, pre-processing data menjadi kunci dalam memastikan data yang bersih dan akurat untuk analisis selanjutnya. Tahapan praprosesing data dalam buku ini meliputi data cleaning, transformasi data dan ekstraksi fitur.

6.2 PEMBERSIHAN DATA (*DATA CLEANING*)

Menurut (Thomas, 2024) *data cleaning* merupakan proses yang sangat penting untuk dilakukan sebelum data digunakan pada berbagai model algoritma machine learning. Proses *data cleaning* pada dataset berbasis *face recognition* dalam buku ini melibatkan berbagai langkah untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam pengembangan dan pelatihan model face recognition berkualitas tinggi dan konsisten. Berikut adalah beberapa langkah utama dalam pembersihan data yang dilakukan pada dataset berbasis face recognition yang digunakan dalam penelitian:

- a. Penghapusan Data Duplikat: duplikasi gambar pada dataset dapat menyebabkan model jadi bias dan overfitting, sehingga *data cleaning* dalam hal ini akan memastikan bahwa tidak ada gambar wajah yang terduplikasi dalam dataset.
- b. Mengatasi Data yang Hilang (*Missing Data*): ini akan mengidentifikasi gambar wajah yang tidak lengkap atau rusak dan mengambil tindakan yang sesuai, seperti menghapus gambar yang rusak atau mencoba memulihkannya jika memungkinkan.
- c. Normalisasi Gambar: Gambar yang memiliki resolusi atau ukuran yang berbeda dapat mempengaruhi konsistensi dan akurasi model. Sehingga ukuran dan resolusi gambar wajah pada dataset harus diatur dan disamakan sesuai kebutuhan.
- d. Penanganan Outliers: Pada langkah ini, gambar yang tidak sesuai dengan dengan pola umum, seperti gambar dengan pencahayaan yang buruk, sudut yang ekstrem, atau gambar yang buram akan dideteksi dan diatasi sesuai dengan kebutuhan.

- e. Koreksi Label: Kesalahan dalam pelabelan dapat menyebabkan model belajar informasi yang salah dan menurunkan performanya, sehingga pada proses ini, ditujukan untuk memastikan bahwa setiap gambar wajah memiliki label yang benar sehingga tidak menyebabkan penurunan performa karena kesalahan mesin dalam mempelajari data.
- f. Penghapusan Background yang Tidak Relevan: Menggunakan teknik segmentasi untuk memfokuskan pada wajah dan menghapus atau mengaburkan latar belakang yang tidak relevan. Hal ini membantu model untuk lebih fokus pada fitur wajah.
- g. Peningkatan Kualitas Gambar: Meningkatkan kualitas gambar dengan menggunakan teknik seperti peningkatan kontras, penghilangan noise, dan penyesuaian kecerahan. Kualitas gambar yang lebih baik dapat membantu model mengenali fitur wajah dengan lebih akurat.
- h. Penghapusan Data yang Tidak Relevan: Menghapus gambar yang tidak relevan untuk tugas face recognition, seperti gambar wajah yang tertutup sebagian, wajah yang tidak terlihat jelas, atau gambar yang mengandung objek lain selain wajah.
- i. Validasi Data: Memvalidasi dataset yang sudah dibersihkan dengan melakukan tinjauan manual atau menggunakan alat otomatis untuk memastikan bahwa tidak ada kesalahan yang terlewat.

Pembersihan data pada dataset face recognition sangat penting karena kualitas data yang buruk dapat secara signifikan mempengaruhi kinerja model. Dengan memastikan data yang bersih dan konsisten, model yang akan diintegrasikan dengan dapat belajar lebih efektif dan memberikan hasil yang lebih akurat dan dapat diandalkan.

6.3 TRANSFORMASI DATA

Transformasi data pada dataset berbasis *face recognition* melibatkan sejumlah teknik dan proses yang diterapkan untuk mempersiapkan data sehingga lebih cocok untuk digunakan dalam pelatihan model *machine learning*, *deep learning* dan *AI*. Transformasi data ini penting untuk memastikan bahwa model dapat memahami dan mengenali pola pada wajah dengan lebih baik. Berikut adalah beberapa langkah umum dalam transformasi data untuk dataset berbasis face recognition yang diaplikasikan pada buku ini:

- a. *Resizing*: Mengubah ukuran gambar wajah agar semua gambar dalam dataset memiliki ukuran yang seragam. Ini membantu model dalam memproses data dengan lebih efisien dan konsisten. Selain integrasi tiga teknologi dengan algoritma yang canggih, buku ini juga mengintegrasikan teknik liveness detection untuk meningkatkan akurasi dan

keamanan face reecognition yang digunakan, dimana, liveness detection ini akan dikombinasikan dengan deep learning. Dimana, model yang digunakan adalah VGG-16, sehingga, semua ukuran gambar pada dataset disesuaikan menjadi 224×224 -pixel untuk kebutuhan pelatihan dna pengujian.

- b. Normalisasi Piksel: ini akan mengubah nilai piksel gambar ke dalam rentang tertentu, menurut (Saleem et al., 2023) seringkali rentang pixel yang diunakan dalam normalisasi piksel gambar adalah 0 dan 1 atau -1 dan 1. Normalisasi membantu model konvergen lebih cepat selama pelatihan dan mencegah masalah yang disebabkan oleh skala piksel yang berbeda.
- c. Augmentasi Data (*Data Augmentation*): Augmentasi data membantu model menjadi lebih robust terhadap variasi dalam gambar nyata. Dalam hal ini, augmentasi data akan meningkatkan jumlah dan keragaman data dengan melakukan transformasi seperti rotasi, pemotongan, flipping (membalik gambar secara horizontal atau vertikal), zooming, penambahan noise, dan perubahan pencahayaan.
- d. Cropping and Padding: Menurut (G. Liu et al., 2023), padding dapat digunakan untuk menambahkan margin ke gambar agar ukurannya seragam tanpa mengubah aspek rasio wajah. Ini dilakukan untuk menghapus area yang tidak relevan dan fokus pada wajah yang akan digunakan untuk penelitian.
- e. PCA (*Principal Component Analysis*): Teknik ini dapat membantu dalam mengurangi kompleksitas dan meningkatkan kinerja model. Dalam hal ini, PCA digunakan untuk mengurangi dimensi data dan menyoroti fitur-fitur yang paling signifikan untuk pengenalan wajah yang dibutuhkan.

Melalui transformasi data ini, dataset menjadi lebih seragam, fitur-fitur wajah menjadi lebih menonjol, dan model *machine learning*, *deep learning* dan AI yang digunakan dapat dilatih dengan lebih efektif. Proses transformasi data ini bertujuan untuk memaksimalkan performa model face recognition dalam mendeteksi dan mengenali wajah dengan akurat.

6.4 EKSTRAKSI FITUR (*FEATURE EXTRACTION*)

Ekstraksi fitur pada dataset berbasis *face recognition* adalah proses mengidentifikasi dan menyaring informasi penting dari gambar wajah yang dapat digunakan oleh *model machine learning* untuk mengenali dan membedakan wajah. Fitur-fitur ini dapat mencakup bentuk, tekstur, dan pola-pola lain yang unik bagi setiap wajah. Dalam buku ini, Ekstraksi fitur dari gambar wajah menggunakan teknik deep learning seperti *Convolutional Neural Networks*

(CNN) dan mengekstrak fitur penting dari data absensi seperti waktu masuk dan keluar, serta pola kehadiran. Berikut adalah beberapa teknik dan metode yang umum digunakan dalam ekstraksi fitur untuk face recognition:

- a. *Histogram of Oriented Gradients (HOG)*: HOG adalah metode ekstraksi fitur yang menghitung gradien orientasi lokal dalam bagian-bagian kecil dari gambar. Fitur HOG menangkap tepi dan struktur dasar wajah, seperti kontur dan bentuk, yang membantu model mengenali pola wajah.
- b. *Deep Learning Features*: Menggunakan jaringan saraf dalam (*deep neural networks*), seperti *Convolutional Neural Networks (CNNs)*, untuk mengekstraksi fitur dari gambar wajah. CNN secara otomatis belajar fitur dari data mentah melalui beberapa lapisan konvolusi dan pooling. Fitur yang dipelajari ini sangat efektif untuk tugas-tugas face recognition karena mereka dapat menangkap representasi yang kompleks dan abstrak dari wajah.
- c. *Eigenfaces*: Eigenfaces adalah teknik berbasis *Principal Component Analysis (PCA)* yang mengurangi dimensi data gambar wajah dengan mengekstraksi komponen utama. Fitur-fitur ini (*eigenfaces*) menangkap variasi global pada wajah dan digunakan untuk mengenali pola wajah.

Dengan menggunakan teknik-teknik ekstraksi fitur ini, dataset wajah dapat diproses sehingga hanya informasi yang paling relevan dan informatif yang digunakan untuk pelatihan model. Ini meningkatkan efisiensi dan akurasi model face recognition, memungkinkan sistem untuk mengenali dan membedakan wajah dengan lebih efektif.

Pembagian Data untuk Pelatihan dan Pengujian Model

Dataset yang sudah siap untuk digunakan akan dibagi menggunakan metode *train_test_split* pada lingkungan penelitian, dimana, pembagian ini menggunakan prinsip *Pareto* (Sanders, 1987) yaitu 80% untuk pelatihan dan 20% untuk pengujian untuk memastikan model yang digunakan dapat diuji dengan data yang tidak terlihat sebelumnya.

Kode Pelatihan dan Pengujian Model Machine Learning, Deep Learning dan AI Menggunakan Google Colab

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""PENELITIAN-JTS.ipynb

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
    https://colab.research.google.com/drive/1SoeiTJYFKQRxHNg2va_AFeg9UEBWQQN9
"""
```

```

import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns

from google.colab import files
uploaded = files.upload()

# Read file CSV ke dalam DataFrame
dataset = pd.read_csv('icaset_data.csv')

# 5 baris pertama dataset
print(dataset.head())

# Info Dataset
print(dataset.info())

# Statistik deskriptif
print(dataset.describe())

# Visualisasi distribusi usia karyawan
plt.figure(figsize=(10,6))
sns.histplot(dataset['Usia'], bins=20, kde=True)
plt.title('Distribusi Usia Karyawan')
plt.xlabel('Usia')
plt.ylabel('Frekuensi')
plt.show()

# Menghapus baris yang mengandung nilai yang hilang
dataset = dataset.dropna()

from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler

# Inisialisasi objek scaler
scaler = MinMaxScaler()

# Normalisasi kolom tertentu (kolom 'Usia')
dataset['Usia'] = scaler.fit_transform(dataset[['Usia']])

print(dataset.info())

print(dataset.describe())

import seaborn as sns
import matplotlib.pyplot as plt

# Kode plot untuk Usia Karyawan
plt.figure(figsize=(10,6))
sns.kdeplot(data=dataset['Usia'], shade=True)
plt.title('KDE Plot untuk Usia Karyawan')
plt.xlabel('Usia')
plt.ylabel('Density')
plt.show()

# violin plot untuk Jam Pulang
plt.figure(figsize=(10,6))

```

```

sns.violinplot(x=dataset['Jam Pulang'])
plt.title('Violin Plot untuk Jam Pulang')
plt.xlabel('Jam Pulang')
plt.show()

# Box plot untuk Usia Karyawan
plt.figure(figsize=(10,6))
sns.boxplot(x=dataset['Usia'])
plt.title('Box Plot untuk Usia Karyawan')
plt.xlabel('Usia')
plt.show()

# Identifikasi pencilan
Q1 = dataset['Usia'].quantile(0.25)
Q3 = dataset['Usia'].quantile(0.75)
IQR = Q3 - Q1

outliers = (dataset['Usia'] < (Q1 - 1.5 * IQR)) | (dataset['Usia'] > (Q3 + 1.5
* IQR))
print("Pencilan dalam Usia Karyawan:")
print(dataset[outliers])

from scipy import stats

# Menghitung Z-score untuk setiap nilai dalam kolom Usia
z_scores = stats.zscore(dataset['Usia'])

# Menentukan threshold untuk Z-score
threshold = 3

# Membuat array boolean yang menunjukkan apakah setiap nilai merupakan
pencilan atau bukan
outliers = (np.abs(z_scores) > threshold)

# Menampilkan pencilan
if any(outliers):
    print("Pencilan dalam Usia Karyawan:")
    print(dataset[outliers])
else:
    print("Tidak ada pencilan dalam Usia Karyawan.")

"""PRA PROCESSING DATA"""

# Jam masuk dianggap normal antara 08:00:00, dan jam pulang dianggap normal
antara 16:00:00
def kategori_kehadiran(row):
    if row['Jam Masuk'] >= 28800 and row['Jam Masuk'] <= 28860 and row['Jam
Pulang'] >= 57600 and row['Jam Pulang'] <= 64800:
        return 'Tepat Waktu'
    else:
        return 'Telat'

# Tambahkan kolom target ke dalam dataframe
dataset['Kategori Kehadiran'] = dataset.apply(kategori_kehadiran, axis=1)

from sklearn.model_selection import train_test_split

```

```

# Pisahkan fitur dan target
X = dataset[['Usia', 'Jam Masuk', 'Jam Pulang']]
y = dataset['Kategori Kehadiran']

# Pisahkan data latih dan data uji (misalnya, 80% data latih, 20% data uji)
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, test_size=0.2,
random_state=42)

# Visualisasi ukuran dari masing-masing set
print("Jumlah data latih:", X_train.shape[0])
print("Jumlah data uji:", X_test.shape[0])

"""#PENDEKATAN MACHINE LEARNING

MODEL TRAIN-TEST
"""

from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.metrics import accuracy_score
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense

"""RANDOM FOREST"""

# Inisialisasi model
rf_model = RandomForestClassifier(random_state=42)

# Latih model
rf_model.fit(X_train, y_train)

# Prediksi kategori kehadiran menggunakan data uji
y_pred_rf = rf_model.predict(X_test)

# Prediksi probabilitas
y_prob_rf = rf_model.predict_proba(X_test)

# METRIK EVALUASI

from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.metrics import recall_score
from sklearn.metrics import precision_score
from sklearn.metrics import f1_score

accuracy_rf = accuracy_score(y_test, y_pred_rf)

# Menghitung presisi dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
precision_rf = precision_score(y_test, y_pred_rf, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung recall dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
recall_rf = recall_score(y_test, y_pred_rf, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung F1-score dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
f1_rf = f1_score(y_test, y_pred_rf, pos_label='Tepat Waktu')

```

```

# Cetak hasil
print("Presisi Model Random Forest:", precision_rf)
print("Recall Model Random Forest:", recall_rf)
print("F1-score Model Random Forest:", f1_rf)
print("Akurasi Model Random Forest:", accuracy_rf)

""""SVM""""

from sklearn.svm import SVC

# Inisialisasi model SVM
svm_model = SVC()

# Latih model
svm_model.fit(X_train, y_train)

# Prediksi kategori kehadiran menggunakan data uji
y_pred_svm = svm_model.predict(X_test)

# Prediksi probabilitas
y_prob_svm = svm_model.predict_proba(X_test)

# Hitung akurasi
accuracy_svm = accuracy_score(y_test, y_pred_svm)
print("Akurasi Model SVM:", accuracy_svm)

# METRIK EVALUASI

accuracy_svm = accuracy_score(y_test, y_pred_svm)

# Menghitung presisi dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
precision_svm = precision_score(y_test, y_pred_svm, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung recall dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
recall_svm = recall_score(y_test, y_pred_svm, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung F1-score dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
f1_svm = f1_score(y_test, y_pred_svm, pos_label='Tepat Waktu')

# Cetak hasil
print("Presisi Model SVM:", precision_svm)
print("Recall Model SVM:", recall_svm)
print("F1-score Model SVM:", f1_svm)
print("Akurasi Model SVM:", accuracy_svm)

""""K-NN""""

from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier

# Inisialisasi model KNN
knn_model = KNeighborsClassifier()

# Latih model
knn_model.fit(X_train, y_train)

# Prediksi kategori kehadiran menggunakan data uji

```



```

y_pred_knn = knn_model.predict(X_test)

# Prediksi probabilitas
y_prob_knn = knn_model.predict_proba(X_test)

# Hitung akurasi
accuracy_knn = accuracy_score(y_test, y_pred_knn)
print("Akurasi Model KNN:", accuracy_knn)

# METRIK EVALUASI

accuracy_knn = accuracy_score(y_test, y_pred_knn)

# Menghitung presisi dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
precision_knn = precision_score(y_test, y_pred_knn, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung recall dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
recall_knn = recall_score(y_test, y_pred_knn, pos_label='Tepat Waktu')

# Menghitung F1-score dengan pos_label yang sesuai ('Tepat Waktu')
f1_knn = f1_score(y_test, y_pred_knn, pos_label='Tepat Waktu')

# Cetak hasil
print("Presisi Model KNN:", precision_knn)
print("Recall Model KNN:", recall_knn)
print("F1-score Model KNN:", f1_knn)
print("Akurasi Model KNN:", accuracy_knn)

"""NN (TENSORFLOW)"""

import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense

# Inisialisasi model Sequential
nn_model = Sequential()

# Tambahkan layer-layer ke dalam model
nn_model.add(Dense(64, input_shape=(3,), activation='relu')) # Ubah ukuran
input sesuai dengan jumlah fitur (3)
nn_model.add(Dense(64, activation='relu'))
nn_model.add(Dense(1, activation='sigmoid')) # Karena ini adalah masalah
klasifikasi biner, gunakan sigmoid activation di layer output

# Kompilasi model
nn_model.compile(optimizer='adam', loss='binary_crossentropy',
metrics=['accuracy'])

# Konversi label kelas menjadi numerik
y_train_numeric = y_train.replace({'Telat': 0, 'Tepat Waktu': 1})
y_test_numeric = y_test.replace({'Telat': 0, 'Tepat Waktu': 1})

# Latih model
nn_model.fit(X_train, y_train_numeric, epochs=10, batch_size=32,
validation_data=(X_test, y_test_numeric))

```

```

# Prediksi kategori kehadiran menggunakan data uji
y_pred_nn = nn_model.predict(X_test)

import numpy as np

# Predict raw outputs using the neural network model
raw_outputs = nn_model.predict(X_test)

# Apply softmax to get probabilities
y_prob_nn = np.exp(raw_outputs) / np.sum(np.exp(raw_outputs), axis=1,
keepdims=True)

# Evaluasi model pada data uji
loss_nn, accuracy_nn = nn_model.evaluate(X_test, y_test_numeric)
print("Akurasi Model Neural Network:", accuracy_nn)

from sklearn.metrics import roc_curve, roc_auc_score

# Menghitung AUC-ROC
auc = roc_auc_score(y_test, y_prob_nn)
print(f'AUC-ROC: {auc:.2f}')

# Apply threshold to convert probabilities to binary class labels
y_pred_nn_binary = [1 if prob >= 0.5 else 0 for prob in y_prob_nn]

# Calculate evaluation metrics using binary class labels
accuracy_nn = accuracy_score(y_test_numeric, y_pred_nn_binary)
precision_nn = precision_score(y_test_numeric, y_pred_nn_binary)
recall_nn = recall_score(y_test_numeric, y_pred_nn_binary)
f1_nn = f1_score(y_test_numeric, y_pred_nn_binary)

# Print the results
print("Presisi Model Neural Network:", precision_nn)
print("Recall Model Neural Network:", recall_nn)
print("F1-score Model Neural Network:", f1_nn)
print("Akurasi Model Neural Network:", accuracy_nn)

"""X-GBBOOST"""

import xgboost as xgb
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.svm import SVC
from sklearn.metrics import confusion_matrix, ConfusionMatrixDisplay

# Inisialisasi model XGBoost
xgb_model = xgb.XGBClassifier()

#Karena XGBoost memerlukan label bersifat numerik maka khusus untuk SGBost
label kelas diubah ke numerik
# Konversi label kelas menjadi numerik
y_train_numeric = y_train.replace({'Telat': 0, 'Tepat Waktu': 1})
y_test_numeric = y_test.replace({'Telat': 0, 'Tepat Waktu': 1})

# Latih model
xgb_model.fit(X_train, y_train_numeric)

```

```

# Prediksi kategori kehadiran menggunakan data uji
y_pred_xgb = xgb_model.predict(X_test)

# Prediksi probabilitas
y_prob_xgb = xgb_model.predict_proba(X_test)

# Hitung akurasi
accuracy_xgb = accuracy_score(y_test_numeric, y_pred_xgb)
print("Akurasi Model XGBoost:", accuracy_xgb)

# METRIK EVALUASI
# Mengubah label kelas dalam y_test menjadi angka (0 dan 1)
y_test_encoded = [1 if label == 'Tepat Waktu' else 0 for label in y_test]

# Menghitung metrik evaluasi dengan menggunakan label kelas yang sudah diubah
accuracy_xgb = accuracy_score(y_test_encoded, y_pred_xgb)
precision_xgb = precision_score(y_test_encoded, y_pred_xgb)
recall_xgb = recall_score(y_test_encoded, y_pred_xgb)
f1_xgb = f1_score(y_test_encoded, y_pred_xgb)

# Cetak hasil
print("Presisi Model xgb:", precision_xgb)
print("Recall Model xgb:", recall_xgb)
print("F1-score Model xgb:", f1_xgb)
print("Akurasi Model xgb:", accuracy_xgb)

"""#VISUALISASI HASIL

DIAGRAM BATANG
"""

import matplotlib.pyplot as plt

import matplotlib.pyplot as plt

# Daftar nama model
models = ['Random Forest', 'XGBoost', 'SVM', 'KNN', 'Neural Network']

# Daftar akurasi model
accuracies = [accuracy_rf, accuracy_xgb, accuracy_svm, accuracy_knn,
              accuracy_nn]

# Daftar Presisi model
precisions = [precision_rf, precision_xgb, precision_svm, precision_knn,
              precision_nn]

# Daftar Recall model
recalls = [recall_rf, recall_xgb, recall_svm, recall_knn, recall_nn]

# Daftar F1-score model
f1_scores = [f1_rf, f1_xgb, f1_svm, f1_knn, f1_nn]

# Plot diagram batang
plt.figure(figsize=(12, 8))

# Plot akurasi

```

```

plt.subplot(2, 2, 1)
plt.bar(models, accuracies, color='skyblue')
plt.title('Accuracy Model')
plt.ylim(0, 1) # Batasi sumbu y antara 0 dan 1
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

# Plot presisi
plt.subplot(2, 2, 2)
plt.bar(models, precisions, color='salmon')
plt.title('Precision Model')
plt.ylim(0, 1) # Batasi sumbu y antara 0 dan 1
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

# Plot recall
plt.subplot(2, 2, 3)
plt.bar(models, recalls, color='lightgreen')
plt.title('Recall Model')
plt.ylim(0, 1) # Batasi sumbu y antara 0 dan 1
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

# Plot F1-score
plt.subplot(2, 2, 4)
plt.bar(models, f1_scores, color='orange')
plt.title('F1-score Model')
plt.ylim(0, 1) # Batasi sumbu y antara 0 dan 1
plt.grid(axis='y', linestyle='--', alpha=0.7)

plt.tight_layout()
plt.show()

"""DIAGRAM GARIS"""

import matplotlib.pyplot as plt

# Daftar akurasi model untuk plot
accuracies = [accuracy_rf, accuracy_xgb, accuracy_svm, accuracy_knn,
accuracy_nn]

# Label model
models = ['Random Forest', 'XGBoost', 'SVM', 'KNN', 'Neural Network']

# Plot diagram garis
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(models, accuracies, marker='o', linestyle='-')
plt.title('Model Accuracy Comparison')
plt.xlabel('Model')
plt.ylabel('Accuracy')
plt.ylim(0, 1) # Batas sumbu y antara 0 dan 1
plt.grid(True)
plt.xticks(rotation=45) # Rotasi label sumbu x
plt.tight_layout()
plt.show()

"""HEATMAP DIAGRAM"""

import seaborn as sns

```

```

import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt

# Data untuk metrik evaluasi
models = ['Random Forest', 'XGboost', 'SVM', 'KNN', 'NN']
accuracies = [0.995, 0.99, 0.56, 0.955, 0.53]
precision = [0.9911504424778761, 0.9824561403508771, 0.56, 0.9327731092436975,
0.5882352941176471]
f1_scores = [0.99, 0.9911504424778761, 0.717948717948718, 0.961038961038961,
0.5607476635514018]
recall = [1.0, 1.0, 1.0, 0.9910714285714286, 0.5357142857142857]

# Data untuk metrik evaluasi
data = {
    'Model': models,
    'Accuracy': accuracies,
    'Precision': precision,
    'F1-Score': f1_scores,
    'Recall': recall
}

# Membuat dataframe
dataset = pd.DataFrame(data)

# Mengubah urutan baris
dataset = dataset.reindex([0, 1, 3, 2, 4])

# Membuat heatmap
plt.figure(figsize=(10, 6))
heatmap = sns.heatmap(dataset.set_index('Model'), annot=True, cmap="YlGnBu",
linewidths=0.5)
heatmap.set_title('Heatmap Evaluasi Model')
plt.show()

"""SCATTER PLOT"""

import matplotlib.pyplot as plt

# Model names
models = ['Random Forest', 'XGBoost', 'SVM', 'KNN', 'Neural Network']

# Evaluation metrics
metrics = ['Accuracy', 'Precision', 'Recall', 'F1-Score']

# Metric values for each model
accuracy_values = [accuracy_rf, accuracy_xgb, accuracy_svm, accuracy_knn,
accuracy_nn]
precision_values = [precision_rf, precision_xgb, precision_svm, precision_knn,
precision_nn]
recall_values = [recall_rf, recall_xgb, recall_svm, recall_knn, recall_nn]
f1_values = [f1_rf, f1_xgb, f1_svm, f1_knn, f1_nn]

# Plotting scatter diagram for each metric
plt.figure(figsize=(15, 10))

for i, metric in enumerate(metrics, 1):

```

```

plt.subplot(2, 2, i)
plt.scatter(models, accuracy_values, label='Accuracy', color='blue')
plt.scatter(models, precision_values, label='Precision', color='red')
plt.scatter(models, recall_values, label='Recall', color='green')
plt.scatter(models, f1_values, label='F1-Score', color='orange')
plt.xlabel('Model')
plt.ylabel(metric)
plt.title(f'Scatter Plot {metric} Model')
plt.xticks(rotation=45)
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()

"""DIAGRAM GARIS"""

import matplotlib.pyplot as plt

# Model names
models = ['Random Forest', 'XGBoost', 'SVM', 'KNN', 'Neural Network']

# Evaluation metrics
metrics = ['Accuracy', 'Precision', 'Recall', 'F1-Score']

# Metric values for each model
accuracy_values = [accuracy_rf, accuracy_xgb, accuracy_svm, accuracy_knn,
accuracy_nn]
precision_values = [precision_rf, precision_xgb, precision_svm, precision_knn,
precision_nn]
recall_values = [recall_rf, recall_xgb, recall_svm, recall_knn, recall_nn]
f1_values = [f1_rf, f1_xgb, f1_svm, f1_knn, f1_nn]

# Plotting line chart for each metric
plt.figure(figsize=(12, 8))

for i, metric in enumerate(metrics, 1):
    plt.plot(models, accuracy_values, label='Accuracy', marker='o',
linestyle='-')
    plt.plot(models, precision_values, label='Precision', marker='o',
linestyle='-')
    plt.plot(models, recall_values, label='Recall', marker='o', linestyle='-')
    plt.plot(models, f1_values, label='F1-Score', marker='o', linestyle='-')
    plt.xlabel('Model')
    plt.ylabel(metric)
    plt.title(f'Line Chart {metric} Model')
    plt.xticks(rotation=45)
    plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

# Model names
models = ['Random Forest', 'XGBoost', 'SVM', 'KNN', 'Neural Network']

```

```
# Evaluation metrics
metrics = ['Accuracy', 'Precision', 'Recall', 'F1-Score']

# Metric values for each model
accuracy_values = [accuracy_rf, accuracy_xgb, accuracy_svm, accuracy_knn,
accuracy_nn]
precision_values = [precision_rf, precision_xgb, precision_svm, precision_knn,
precision_nn]
recall_values = [recall_rf, recall_xgb, recall_svm, recall_knn, recall_nn]
f1_values = [f1_rf, f1_xgb, f1_svm, f1_knn, f1_nn]

# Set bar width
bar_width = 0.2

# Set positions of bars on x-axis
r1 = np.arange(len(models))
r2 = [x + bar_width for x in r1]
r3 = [x + bar_width for x in r2]
r4 = [x + bar_width for x in r3]

# Plotting grouped bar chart for each metric
plt.figure(figsize=(12, 8))

plt.bar(r1, accuracy_values, color='lightblue', width=bar_width,
edgecolor='grey', label='Akurasi')
plt.bar(r2, precision_values, color='lightgreen', width=bar_width,
edgecolor='grey', label='Presisi')
plt.bar(r3, recall_values, color='lightcoral', width=bar_width,
edgecolor='grey', label='Recall')
plt.bar(r4, f1_values, color='lightyellow', width=bar_width, edgecolor='grey',
label='F1-Score')

# Add xticks on the middle of the group bars
plt.xlabel('Model', fontweight='bold')
plt.ylabel('Value', fontweight='bold')
plt.xticks([r + bar_width * 1.5 for r in range(len(models))], models,
rotation=45)
plt.title('Bar Chart for Metric Evaluation Results')
plt.legend()

plt.tight_layout()
plt.show()
```

BAB 7

MODEL MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING, DAN AI YANG DIGUNAKAN

Dalam pemilihan model machine learning, deep learning dan AI untuk deteksi dan prediksi pola anomali dan tren absensi pada sistem absensi berbasis face recognition, berbagai teknik dipertimbangkan menurut keunggulan spesifik dari masing-masing model pada tugas yang akan diberikan. Alasan pemilihan model-machine learning, deep learning, dan AI untuk deteksi dan prediksi pola anomali serta prediksi pola dan tren absensi berbasis *face recognition* didasarkan pada keunggulan dan kemampuan spesifik masing-masing metode. Beberapa model *machine learning*, *deep learning* dan AI yang digunakan dalam buku ini adalah sebagai berikut:

7.1 MODEL MACHINE LEARNING

Penerapan model-*machine learning* untuk model prediksi membawa manfaat yang signifikan dalam berbagai konteks, termasuk prediksi kinerja, prediksi penjualan, analisis risiko, dan lain sebagainya. Pada penelitian sebelumnya, (Z. Y. Chen et al., 2022; Kothapalli et al., 2023; Lahmiri et al., 2023) memanfaatkan machine learning sebagai model prediksi untuk penjualan dan pembelian barang, (Chaubey et al., 2023) memanfaatkan *machine learning* sebagai alat prediksi kebiasaan pembelian pelanggan. (Ishibashi, 2024; Shinohara et al., 2024; Suryadevara, 2023; Zhao et al., 2023) menggunakan *machine learning* untuk memprediksi dan menganalisis resiko. Beberapa penelitian terbaru dalam pengembangan model prediktif untuk sistem absensi juga mulai menggabungkan teknologi *machine learning* dengan pendekatan yang lebih maju seperti *deep learning*. (Ali et al., 2024; Barhate et al., 2024) menggunakan *machine learning* dan *deep learning* untuk mendeteksi dan mengenali wajah dalam gambar absensi secara akurat. Penelitian serupa oleh (Budiman et al., 2022; Nagagopiraju et al., 2024; Sawarkar & Alane, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan teknik *deep learning* dan *machine learning* dalam sistem kehadiran dapat meningkatkan tingkat akurasi identifikasi individu secara signifikan dibandingkan dengan pendekatan tradisional. Selain itu, terdapat penelitian yang fokus pada pengembangan model prediktif yang lebih kompleks untuk memprediksi kehadiran individu dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti faktor cuaca, jadwal karyawan, dan faktor-faktor eksternal lainnya. Misalnya, penelitian oleh (Arboretti et al., 2024; Nasiri Khiavi, 2024) menggabungkan berbagai data dengan data cuaca menggunakan teknik

ensemble learning untuk memprediksi kehadiran, dan pembelian dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Dalam buku ini, beberapa model *Machine learning* dan *deep learning* dipilih untuk digunakan sebagai prediktor yang dilatih dan diuji dalam sistem. Model yang digunakan diantaranya adalah *Random Forest* (RF), *Extreme Gradient Boosting* (XGBoost), *Super Vector Machine* (SVM), *K- Nearest Neighbour* (KNN), dan *Neural Network* (NN) yang dalam hal ini adalah *Recurrent Neural Network* (RNN).

- Ensemble Learning (Random Forest dan Extreme Gradient Boost/XGBoost)

Random Forest dan XGBoost dari ensemble learning dipilih karena kemampuan mereka dalam menangani data yang kompleks dan beragam, serta kemampuan mereka dalam mengurangi overfitting melalui penggabungan beberapa model sederhana dengan hasil prediksi yang lebih andal dan akurat. Random forest dipilih karena memiliki kemampuan dalam menangani berbagai fitur kompleks dan overfitting pada dataset. Dalam kinerjanya, model ini akan membangun banyak pohon keputusan secara independen dan menggabungkan hasilnya untuk meningkatkan akurasi prediksi. Sedangkan untuk XGBoost merupakan model ensemble yang cukup efektif untuk digunakan sebagai prediksi pola absensi karena kemampuannya dalam meningkatkan kinerja prediksi melalui pendekatan boosting secara iteratif mampu memperbaiki kesalahan prediksi model sebelumnya dan menghasilkan model yang kuat dan akurat. XGBoost mampu menangani data yang tidak seimbang dan kompleks, selain itu, model ini juga mampu memberikan akurasi tinggi dengan optimasi regulasi untuk menghindari overfitting. Pada konteks buku ini, XGBoost efektif dalam mendeteksi anomali dan memprediksi pola absensi dengan meningkatkan performa model secara keseluruhan melalui penggabungan model-model sederhana.

- Supervised Learning (SVM dan KNN)

Support Vector Machine (SVM) dan K-Nearest Neighbour (KNN) dari supervised learning dipilih karena efektivitas mereka dalam klasifikasi wajah dan deteksi anomali, dengan SVM yang kuat dalam ruang dimensi tinggi dan KNN yang intuitif serta efektif untuk dataset kecil. SVM mampu memisahkan kelas-kelas yang kompleks dalam data yang pada akhirnya mampu mengidentifikasi pola absensi yang kompleks dan tidak linear. Model ini juga mampu menangani dataset dengan jumlah fitur yang besar dengan baik dan mampu menangani overfitting layaknya random forest sehingga cukup efektif jika bekerja dalam ruang dimensi tinggi. SVM juga menggunakan subset dari poin

pelatihan dalam fungsi keputusan (disebut support vectors), membuatnya hemat memori. Dalam pengaplikasiannya, SVM dapat digunakan untuk klasifikasi wajah dalam face recognition dan dapat digunakan untuk memisahkan pola normal dari anomali dalam data absensi. Sedangkan untuk KNN yang merupakan model sederhana dan intuitif ini, tidak memerlukan fase pelatihan eksplisit dan dapat menangani kasus multi-klas. KNN cukup kuat dalam mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatannya dengan tetangga terdekat. Dalam hal ini, KNN bekerja dengan baik pada dataset kecil dengan label yang jelas. Untuk pengaplikasiannya, KNN dapat digunakan untuk pengenalan wajah berdasarkan kemiripan dan untuk mendeteksi anomali dengan membandingkan jarak antara data baru dan data historis. Dalam konteks prediksi pola absensi, KNN digunakan untuk mengidentifikasi pola-pola yang mirip dengan pola absensi sebelumnya dan memprediksi pola absensi baru berdasarkan kemiripan yang pernah terjadi.

- Deep Learning (Neural Network – CNN)

Neural network merupakan model deep learning yang memungkinkan model untuk memahami representasi fitur yang lebih kompleks dari data absensi, seperti pola absensi yang berulang dari waktu ke waktu atau pola absensi yang bergantung pada konteks spesifik. Neural Network (NN), khususnya Convolutional Neural Networks (CNN) dipilih karena mampu mempelajari representasi fitur yang kompleks dan non-linear dari data besar, dan sangat efektif dalam melakukan pengenalan gambar dan prediksi pola dari data historis. Model ini mampu mempelajari representasi fitur yang kompleks dan non-linear dari data besar. CNN (Convolutional Neural Networks), khususnya, sangat efektif untuk pengenalan gambar dan dapat dioptimalkan untuk face recognition. Dalam pengaplikasiannya pada prediksi pola dan tren absensi, NN dapat digunakan untuk mempelajari pola dari data historis dan membuat prediksi yang akurat.

7.2 MODEL ARTIFICIAL INTELLIGENCE (ENSEMBLE VOTING)

Ensemble learning teknik *voting* dari AI ini mampu membuat model menjadi lebih stabil, cukup fleksibel dan mudah diterapkan. *Ensemble* teknik *voting* yang digunakan pada model AI yang berbeda mampu bekerja dengan baik dan meningkatkan akurasi pada model. Dengan menggabungkan prediksi dari beberapa model yang berbeda, teknik *voting* dapat mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh *overfitting* pada satu model atau kesalahan yang disebabkan oleh varian pada model yang lainnya. Selain itu, *ensemble learning* dengan teknik

voting akan menghasilkan model yang lebih stabil daripada model tunggal karena kesalahan yang dilakukan oleh satu model bisa dikompensasi oleh model-model lainnya. Untuk teknik *voting* sendiri, bisa digunakan dengan berbagai jenis model dasar, termasuk model linier, model berbasis pohon, atau model kompleks lainnya sehingga memberikan fleksibilitas dalam pemodelan.

Ensemble AI (One-class SVM dan Isolation Forest)

One-class SVM dan Isolation Forest dari ensemble AI dipilih khusus untuk mendeteksi anomali. Dimana, One-class SVM disini akan memodelkan distribusi data normal untuk mengidentifikasi outliers dan Isolation Forest akan memisahkan data anomali berdasarkan properti mereka yang berbeda dari data normal secara efisien. One-class SVM dirancang untuk mendeteksi anomali dengan memodelkan distribusi data normal dan mengidentifikasi data yang tidak sesuai dengan distribusi tersebut. Dalam apengaplikasiannya, One-class SVM sangat baik dalam deteksi anomali, di mana hanya data normal yang tersedia dan anomali harus diidentifikasi sebagai outliers. Sedangkan isolation forest, memiliki kelebihan dalam bekerja dengan mengisolasi poin-poin anomali melalui proses pembuatan pohon keputusan secara acak. Metode ini sangat efisien dan cepat untuk deteksi anomali. Dalam pengaplikasiannya, isolation forest sangat efektif untuk mendeteksi anomali dalam face recognition dan absensi, karena metode ini secara langsung memisahkan data anomali berdasarkan properti mereka yang berbeda dari data normal. Dalam deteksi anomali, One-class SVM merupakan *supervised learning model* akan mencari *hyperplane* yang membatasi sebagian besar data normal di dalamnya. Model ini dipilih karena mampu menangani data yang tidak seimbang dan tidak memerlukan label anomali selama pelatihan. Menurut (Goswami & Singh, 2024; Lee et al., 2023; Moosaei et al., 2023; Wang et al., 2023; Yu et al., 2023) model One class SMV mampu bekerja dengan cukup baik pada dataset yang tidak seimbang. Sedangkan, *Isolation Forest* merupakan model yang bekerja dengan mengisolasi anomali sebagai pohon keputusan yang singkat dalam ruang fitur. Model ini dipilih karena mampu menangani dataset dengan dimensi tinggi dan dapat bekerja dengan baik bahkan dengan dataset yang besar. Menurut (Lifandali et al., 2023; Wu et al., 2024) and (Yang et al., 2022), isolation forest bekerja dengan cukup baik pada dataset yang berukuran besar. Dua model ini akan digabungkan menggunakan teknik ensemble voting untuk meningkatkan akurasi model dalam deteksi anomali.

Kombinasi model-model ini memberikan sistem yang robust, akurat, dan mampu menangani berbagai skenario dalam deteksi anomali dan prediksi pola absensi berbasis face recognition.

7.3 METRIK EVALUASI

Untuk mengukur kinerja model machine learning yang digunakan dalam buku ini, beberapa metrik evaluasi akan diterapkan. Mengingat model yang digunakan dalam buku ini memiliki karakter yang berbeda-beda sehingga penulis memutuskan untuk menggunakan berbagai metrik evaluasi yang mendukung masing-masing model.

a. Metrik Akurasi (*Accuracy*)

Ini merupakan metrik untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi, terutama ketika kelas target seimbang. Metrik ini akan mengukur seberapa banyak prediksi yang benar dari total prediksi yang dilakukan oleh model sehingga akan memberikan gambaran umum tentang seberapa baik model yang digunakan dalam memprediksi secara keseluruhan. Untuk perhitungan metrik akurasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$Akurasi = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (Eq. 7.1)$$

Dimana,

7.3 TP (*true positive*) merupakan prediksi benar untuk kelas positif

7.4 TN (*true negative*) merupakan prediksi benar untuk kelas negatif

7.5 FP (*false positive*) merupakan prediksi salah untuk kelas positif

7.6 FN (*false negative*) merupakan prediksi salah untuk kelas negatif

Dalam prediksi pola anomali, metrik akurasi akan mengukur seberapa baik model dalam mengidentifikasi pola yang sesuai dengan kategori tertentu (misalnya, anomali atau non-anomali). Sedangkan pada prediksi pola absensi untuk tugas klasifikasi umum, metrik akurasi akan menunjukkan seberapa baik model mengklasifikasikan data ke dalam kategori yang benar. Dalam prediksi tren absensi, metrik ini akan mengukur seberapa sering sistem prediksi absensi (berbasis pengenalan wajah) benar dalam menilai kehadiran atau ketidakhadiran individu.

b. Metrik Presisi

Metrik presisi merupakan metrik yang mengukur seberapa tepat model dalam memprediksi kelas positif, yaitu berapa banyak dari prediksi positif yang benar-benar positif. Metrik presisi dihitung menggunakan:

$$Presisi = \frac{TP}{TP + FP} \quad (Eq. 7.2)$$

Dalam deteksi anomali, metrik presisi sangat penting karena false positives bisa mahal atau mengganggu. Sedangkan pada prediksi pola anomali, metrik presisi penting untuk menghindari false positives dalam deteksi anomali, yang dapat menyebabkan alarm

palsu. Pada prediksi pola absensi untuk tugas klasifikasi umum metrik presisi menunjukkan seberapa baik model dalam menghindari prediksi salah ketika model memutuskan sebuah contoh adalah positif. terakhir, dalam prediksi tren absensi, tingginya metrik presisi menunjukkan bahwa sistem pengenalan wajah jarang salah dalam mengenali seseorang yang hadir sebagai absen.

c. Metrik Recall

Metrik ini akan mengukur kemampuan model untuk menemukan semua sampel positif, dan akan menunjukkan seberapa baik model yang digunakan dalam menemukan guru yang berprestasi secara efektif. Metrik Recall akan dihitung menggunakan rumus:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (Eq.7.3)$$

Dalam prediksi pola anomali, metrik recall digunakan untuk memastikan semua anomali terdeteksi. Sedangkan dalam deteksi anomali, metrik recall ini akan menjamin semua kasus anomali (misalnya, penipuan, kesalahan) diidentifikasi. Pada prediksi pola absensi, metrik ini akan menunjukkan seberapa baik model dalam mengidentifikasi semua contoh dari kelas yang diminati. Sedangkan dalam prediksi tren absensi, metrik ini akan membantu menentukan seberapa baik sistem mengenali semua individu yang hadir sebagai hadir, meminimalkan absensi yang tidak terdeteksi.

d. Metrik F1-Score

Sedangkan *f1-score* merupakan rata-rata harmonis dari *recall* dan presisi yang akan memberikan gambaran secara menyeluruh terkait kinerja model yang dikembangkan dengan mempertimbangkan *recall* dan presisi secara bersamaan. Untuk metrik F1-Score dihitung menggunakan rumus:

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + Recall} \quad (Eq.7.4)$$

Dalam prediksi pola anomali metrik ini akan memberikan gambaran seimbang tentang kemampuan model dalam mendeteksi dan menghindari kesalahan dalam prediksi anomali. Sedangkan dalam deteksi anomali pada buku ini, metrik F1-score akan membantu dalam mengukur performa model yang berusaha mendeteksi anomali sambil mengurangi false positives dan false negatives. Pada prediksi pola, metrik ini akan memberikan gambaran umum terkait kinerja model. Sedangkan pada prediksi tren absensi, metrik ini akan menunjukkan keseimbangan antara mendeteksi kehadiran dengan benar dan menghindari kesalahan dalam mendeteksi ketidakhadiran

e. Metrik AUC-ROC

AUC-ROC (*Area Under the Receiver Operating Characteristic Curve*) merupakan metrik yang mengukur performa model klasifikasi pada berbagai threshold klasifikasi. ROC adalah grafik yang menggambarkan *true positive rate* (TPR) terhadap *false positive rate* (FPR) pada berbagai *threshold*. AUC adalah area di bawah kurva ROC. Metrik ini akan memberikan gambaran komprehensif tentang performa sistem pada berbagai threshold, membantu dalam menentukan threshold optimal untuk pengenalan wajah. Metrik AUC-ROC dalam buku ini akan mengukur kemampuan model dalam membedakan antara data normal dan anomali. Metrik ini dipilih karena sensitivitasnya terhadap distribusi kelas dan kemampuannya untuk memberikan evaluasi yang seimbang antara deteksi kelas mayoritas dan minoritas. normal. Metrik AUC-ROC dihitung menggunakan rumus:

$$TPR = \frac{TP}{TP + FN} \quad (Eq. 7.5)$$

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (Eq. 7.6)$$

AUC-ROC menilai kinerja model terlepas dari distribusi kelas dan sensitif terhadap kinerja dalam mendeteksi kedua kelas, bukan hanya kelas mayoritas, sehingga bisa dikatakan bahwa metrik ini cukup sensitif terhadap ketidakseimbangan kelas. Selain itu, metrik ini mampu membandingkan kinerja multi-model secara langsung. Beberapa model dapat berkontribusi pada prediksi akhir dalam ensemble voting, dimana, kontribusi masing-masing model terhadap prediksi ensemble dapat dievaluasi secara independen dengan metrik AUC-ROC, yang menunjukkan seberapa baik model dapat mencapai skor yang lebih tinggi untuk data anomali dibandingkan dengan data

7.4 LINGKUP PENGEMBANGAN SISTEM

Dalam buku ini, berbagai perangkat keras dan perangkat lunak digunakan untuk mengembangkan, mengimplementasikan, dan menguji sistem absensi berbasis pengenalan wajah yang ditingkatkan dengan teknologi AI, ML, DL, liveness detection, dan enkripsi data menggunakan algoritma AES. Menurut (Al-Harrasi et al., 2023; Shukla et al., 2022), analisis dalam sistem memiliki resiko keamanan tambahan karena akses langsung ke data dan sistem utama sehingga mampu meningkatkan resiko eksploitasi dan pencurian data. Dengan alasan ini, semua pelatihan, prediksi, pengujian dan deteksi anomali dilakukan di lingkungan yang berbeda dengan sistem, termasuk penggunaan dataset tidak dilakukan link langsung pada

database MySQL pada sistem namun data di download terlebih dahulu dan di format sesuai kebutuhan penelitian. Buku ini menggunakan lingkungan *Notebook* dari *Google Colab* untuk enkripsi data, pelatihan, prediksi, dan pengujian model, serta deteksi anomali dengan *Python* sebagai bahasa pemrograman.

a. **Google Colab**

Google Colab dipilih karena menyediakan akses ke sumber daya komputasi yang cukup untuk melatih model *artificial intelligence*, dengan GPU yang dapat mempercepat proses pelatihan. Pustaka yang dibutuhkan termasuk *TensorFlow*, *PyTorch*, dan *scikit-learn*, untuk mengembangkan model *machine learning*, *deep learning*, *AI* dan penerapan teknik enkripsi menggunakan algoritma AES. *Google Colab* menyediakan akses gratis ke GPU (*Graphics Processing Unit*) dan TPU (*Tensor Processing Unit*) yang dapat digunakan untuk percepatan komputasi pada pelatihan model DL yang membutuhkan daya komputasi yang tinggi. GPU dan TPU ini akan memungkinkan pelatihan model menjadi lebih cepat dan efisien. Lingkungan ini juga memanfaatkan infrastruktur Google yang terdistribusi secara luas. Ini memungkinkan untuk melakukan pelatihan model ML, DL, dan AI pada data yang besar tanpa perlu khawatir tentang batasan sumber daya komputasi lokal.

Google Colab terintegrasi dengan layanan Google lainnya seperti *Google Drive*, *Google Sheets*, dan *Google Cloud Platform*, sehingga ini akan cukup mempermudah penulis dalam menyimpan dan memuat data secara langsung dari *Google Drive* serta memanfaatkan layanan cloud Google untuk penyimpanan dan pengolahan data yang lebih besar. *Google Colab* mendukung beberapa bahasa pemrograman populer seperti *Python*, sehingga pengguna dapat menggunakan berbagai pustaka dan kerangka kerja ML dan DL seperti *TensorFlow*, *PyTorch*, dan *Scikit-learn*. Lingkungan ini juga berbasis pada notebook interaktif yang memungkinkan penggunanya untuk menulis dan menjalankan kode dalam potongan-potongan yang dapat dieksekusi secara terpisah. Ini memudahkan eksperimen, visualisasi, dan dokumentasi hasil secara interaktif. Terakhir, *Google Colab* memungkinkan pengguna untuk berbagi notebook dengan mudah melalui tautan atau mengunduhnya sebagai file *Python* atau *notebook Jupyter*.

b. **Python**

Python merupakan bahasa pemrograman utama yang digunakan dalam buku ini. *Python* dipilih karena merupakan bahasa pemrograman yang unggul terlebih untuk pengembangan model *Machine Learning* (ML), *Deep Learning* (DL), dan *Artificial*

Intelligence (AI) karena sejumlah alasan yang mendasar. Pertama, keanekaragaman pustaka *Python*, seperti *TensorFlow*, *PyTorch*, *scikit-learn*, dan *Keras*, memberikan akses yang melimpah pada algoritma, fungsi, dan alat yang diperlukan untuk membangun dan menguji model ML, DL, dan AI dengan mudah. Selanjutnya, kemudahan *syntax Python* memungkinkan para peneliti dan praktisi untuk fokus pada logika dan pemodelan tanpa harus terjebak dalam kompleksitas sintaks. Komunitas *Python* yang besar dan aktif juga menyediakan dukungan, tutorial, dan sumber daya pendidikan yang berlimpah, memudahkan pengguna dalam mempelajari dan menguasai penggunaan *Python* untuk ML, DL, dan AI.

Python juga menawarkan skalabilitas yang kuat, cocok untuk proyek-proyek ML, DL, dan AI dari skala kecil hingga besar, dengan tingkat abstraksi dan fleksibilitas yang beragam. Kemampuan *Python* untuk diintegrasikan dengan bahasa pemrograman lain seperti *C/C++*, *Java*, dan *R* juga memperluas fleksibilitas pengembangan dan pengujian model, meningkatkan interoperabilitas antarplatform. Selain itu, dukungan *Python* untuk lingkungan pengembangan interaktif pada *Google Colab* memfasilitasi eksperimen dan kolaborasi dengan cara yang intuitif dan efisien.

Terakhir, sebagai bahasa pemrograman open source, *Python* gratis untuk digunakan dan didistribusikan, memberikan akses yang lebih mudah bagi pengembang dan peneliti dengan anggaran terbatas untuk mengembangkan solusi ML, DL, dan AI. Kombinasi dari semua faktor ini membuat *Python* menjadi pilihan utama dalam pengembangan model ML, DL, dan AI, memperkuat posisinya sebagai bahasa pemrograman yang unggul dalam domain ini.

BAB 8

MODEL SISTEM ABSENSI BERBASIS PENGENALAN WAJAH

8.1 TEKNIK PENERAPAN MODEL *LIVENESS DETECTION* DENGAN *DEEP LEARNING*

Dataset yang disiapkan untuk penerapan model ini adalah dataset absensi yang sudah melewati beberapa pra-pemrosesan data yang terdiri dari gambar-gambar wajah guru SMK dengan resolusi tinggi. Data gambar yang digunakan sebagai pelatihan hingga pengujian mencakup gambar/foto dengan berbagai variasi pose, ekspresi wajah, dan kondisi pencahayaan yang beragam untuk mencerminkan kondisi nyata di lingkungan absensi sekolah. Dalam hal ini, semua foto/gambar yang digunakan sebagai sample dikonversi menjadi 224x224 piksel secara keseluruhan karena model deep learning yang digunakan untuk deteksi adalah VGG-16. Dalam pemuatan model VGG-16, digunakan fungsi VGG16 dari librari *keras* yang sudah dilatih. Selanjutnya adalah penyesuaian arsitektur model yang sudah dilatih dengan menambahkan lapisan yang dilatih untuk penyesuaian dibagian atas. Dalam pelatihan, optimizer, fungsi *loss* dan metrik evaluasi juga diatur, sedangkan dalam model kompilasi, pelatihan dilakukan menggunakan metode *loop*. Setelah pelatihan selesai kinerja model dievaluasi menggunakan dataset terpisah dengan menghitung metrik evaluasi (dalam buku ini yang digunakan adalah akurasi).

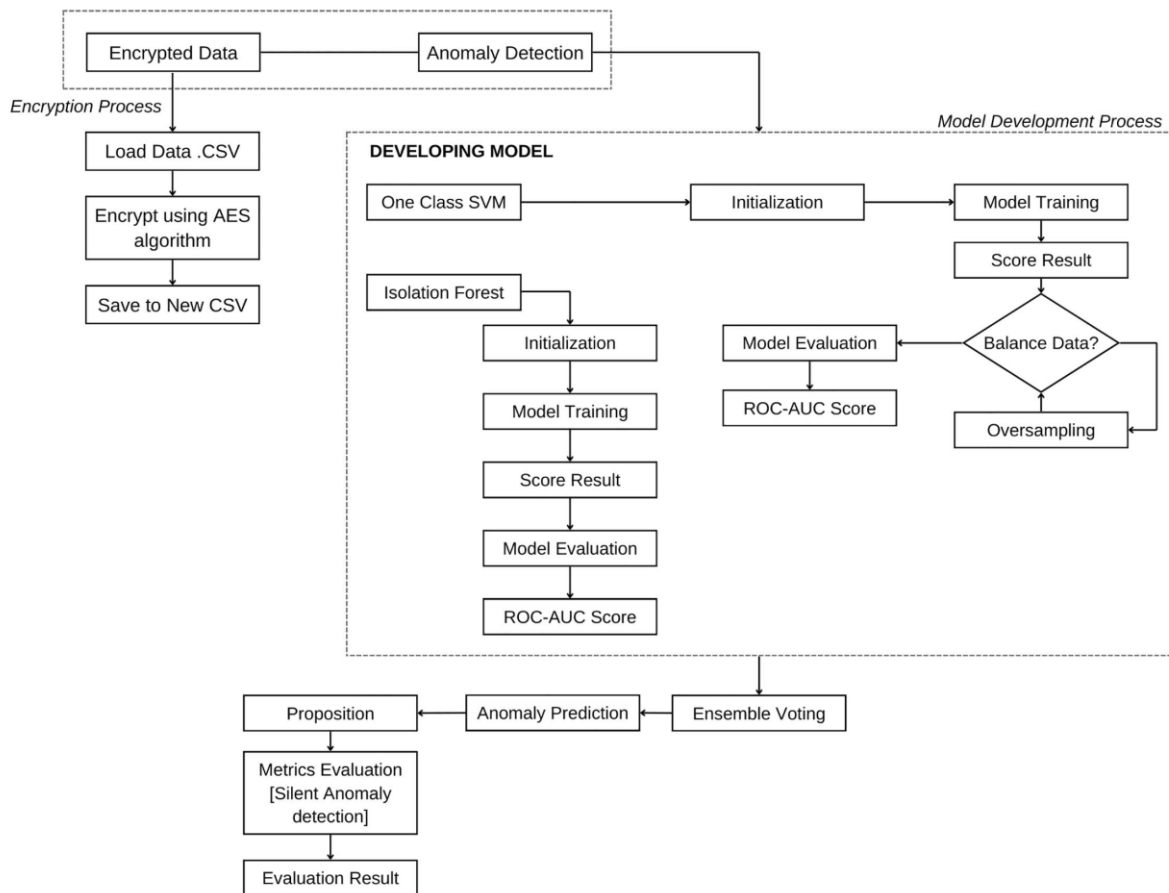
Teknologi liveness detection selanjutnya diimplementasikan menggunakan pendekatan berbasis gerakan. Sistem face recognition untuk absensi menggunakan kamera berkualitas tinggi yang mampu merekam gerakan dan ekspresi wajah dengan detail. Algoritma deteksi gerakan dijalankan secara real-time untuk memeriksa keberadaan tanda-tanda kehidupan pada subjek yang sedang diverifikasi. Sedangkan untuk pengenalan wajah dilakukan menggunakan pendekatan deep learning berbasis *Convolutional Neural Networks* (CNNs). Model CNN akan dilatih sebelum digunakan untuk mengekstrak fitur-fitur wajah sample. Untuk arsitektur pengenalan wajah, penelitian menggunakan arsitektur VGG-16 dan dilanjutkan dengan fine-tuning terhadap model menggunakan dataset untuk meningkatkan akurasi pengenalan. Dalam integrasi antara teknologi liveness detection dan deep learning dilakukan dalam dua tahap. Pertama, teknologi liveness detection digunakan untuk memvalidasi keaslian subjek sebelum proses pengenalan wajah dilakukan. Jika subjek dinyatakan hidup, langkah kedua melibatkan penggunaan model deep learning untuk mengenali wajah secara akurat. Kombinasi antara kedua teknologi ini memungkinkan sistem untuk memastikan bahwa hanya wajah yang

sebenarnya hadir yang diidentifikasi dengan akurat, sementara serangan palsu seperti foto atau rekaman video dapat dideteksi dan dicegah secara efektif.

8.2 DETEKSI ANOMALI DAN ENKRIPSI DATA

Deteksi anomali dalam buku ini dilakukan diluar sistem *attendance* (menggunakan lingkungan yang berbeda) dan hanya menggunakan dataset saja yang diambil dari sistem dengan tujuan untuk menjaga keamanan sistem *attendance* itu sendiri. Analisis dalam sistem memiliki resiko keamanan tambahan karena akses langsung ke data dan sistem utama sehingga mampu meningkatkan resiko eksploitasi dan pencurian data. Dengan alasan ini, semua pelatihan, prediksi, pengujian dan deteksi anomali dilakukan di lingkungan yang berbeda dengan sistem, termasuk penggunaan dataset tidak dilakukan link langsung pada database MySQL pada sistem namun data di download terlebih dahulu dan di format sesuai kebutuhan penelitian. Untuk enkripsi data digunakan algoritma AES (*Advanced Encryption Standard*). Algoritma AES dipilih karena memiliki kekuatan keamanan yang baik, simetris dan efisien. Menurut (Adeniyi et al., 2023) and (Alemami et al., 2023) tingkat keamanan algoritma AES lebih tinggi dan memiliki performa yang cukup bagus jika dibandingkan dengan algoritma enkripsi lainnya. Algoritma AES memiliki panjang kunci 256-bit sehingga tidak mudah dibobol, selain itu proses enkripsi dan dekripsi dapat dilakukan menggunakan kunci inisialisasi yang sama sehingga ini akan mempermudah proses deteksi anomali yang akan dilakukan selanjutnya. Untuk deteksi anomali, buku ini menggunakan pendekatan *ensemble AI dengan teknik voting*. Dimana, dua model AI akan dilatih, diuji, dan digabungkan untuk melakukan deteksi anomali pada dataset *attendance* sistem. Dalam deteksi anomali, One class SVM merupakan *supervised learning model* yang akan mencari *hyperplane* yang membatasi sebagian besar data normal di dalamnya. Model ini dipilih karena mampu menangani data yang tidak seimbang dan tidak memerlukan label anomali selama pelatihan. Menurut (Goswami & Singh, 2024; Lee et al., 2023; Moosaei et al., 2023; Wang et al., 2023; Yu et al., 2023) dalam penelitiannya model One class SMV mampu bekerja dengan cukup baik pada dataset yang tidak seimbang. Sedangkan, *Isolation Forest* merupakan model yang bekerja dengan mengisolasi anomali sebagai pohon keputusan yang singkat dalam ruang fitur. Model ini dipilih karena mampu menangani dataset dengan dimensi tinggi dan dapat bekerja dengan baik bahkan dengan dataset yang besar. Menurut (Lifandali et al., 2023; Wu et al., 2024) and (Yang et al., 2022), *isolation forest* bekerja dengan cukup baik pada dataset yang berukuran besar. Dua model ini akan digabungkan

menggunakan teknik ensemble voting untuk meningkatkan akurasi model dalam deteksi anomali.



Gambar 8.1. Teknik eksperimen untuk enkripsi data dan deteksi anomali menggunakan ensemble voting AI.

Pra-processing Encrypted Data

```

    """# PRA PROCESSING DATA"""

    # Data Normalization
    from sklearn.preprocessing import StandardScaler
    from Crypto.Cipher import AES
    import base64
    import numpy as np

    # Decrypt Function using padding
    def decrypt_data_with_padding(data, key, iv):
        cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
        # Add padding 4x strings
        padded_data = data + '=' * (-len(data) % 4)
        ct_bytes = base64.b64decode(padded_data)
        pt = cipher.decrypt(ct_bytes).rstrip(b'\0').decode('utf-8')
        return pt

    # Key and IV
    key = b'*****'
  
```

```

iv = b'*****'

df

df['Lokasi Absen'] = label_encoder.fit_transform(df['Lokasi Absen'])
df['Kode Nama'] = label_encoder.fit_transform(df['Kode Nama'])

# Time extraction from 'Entry Time' dan 'Exit Time' column
def extract_time_components(df, column_name):
    time_components = df[column_name].str.split(':')
    hours = [int(tc[0]) for tc in time_components]
    minutes = [int(tc[1]) for tc in time_components]
    seconds = [int(tc[2]) for tc in time_components]
    return np.array(hours), np.array(minutes), np.array(seconds)

# Time extraction component for 'Entry Time' column
masuk_hours, masuk_minutes, masuk_seconds = extract_time_components(df, 'Entry Time')
# Time extraction component for 'Exit Time' column
pulang_hours, pulang_minutes, pulang_seconds = extract_time_components(df, 'Exit Time')

# Add New Column
df['Entry_Hours'] = entry_hours
df['Entry_Minutes'] = entry_minutes
df['Entry_Seconds'] = entry_seconds
df['Exit_Hours'] = exit_hours
df['Exit_Minutes'] = exit_minutes
df['Exit_Seconds'] = exit_seconds

# Splitting target feature
X = df.drop(columns=['Decrypted_Data'])
y = df['Decrypted_Data']

X_train = X_train.values if isinstance(X_train, pd.DataFrame) else X_train
X_test = X_test.values if isinstance(X_test, pd.DataFrame) else X_test

X = df.values

# non-numerical column identification
non_numeric_columns = df.select_dtypes(exclude=[np.number]).columns

# Identifikasi indeks kolom numerik
numeric_indices = np.where(np.issubdtype(X_train.dtype, np.number))[0]
non_numeric_indices = np.where(~np.issubdtype(X_train.dtype, np.number))[0]

# Splitting numerical and non-numerical column from array
X_train_numeric = X_train[:, numeric_indices].astype(np.float32)
X_test_numeric = X_test[:, numeric_indices].astype(np.float32)

X_train_non_numeric = X_train[:, non_numeric_indices] if non_numeric_indices
else None
X_test_non_numeric = X_test[:, non_numeric_indices] if non_numeric_indices
else None

# train_test_split data

```

```

X_train, X_test = train_test_split(X, test_size=0.2, random_state=42)

# Building autoencoder model
model = Sequential([
    Dense(64, activation='relu', input_shape=(X_train_numeric.shape[1],)),
    Dense(32, activation='relu'),
    Dense(64, activation='relu'),
    Dense(X_train_numeric.shape[1], activation='sigmoid')
])

model.compile(optimizer='adam', loss='mse')

# MeTraining model autoencoder
model.fit(X_train_numeric, X_train_numeric, epochs=50, batch_size=32,
validation_data=(X_test_numeric, X_test_numeric))

# Cheching NaN
nan_values = df.isnull().values.any()
if nan_values:
    print("Ada nilai NaN dalam data input. Memperbaiki...")
    # Solving NaN
    df.fillna(df.mean(), inplace=True)
    print("Nilai NaN telah diperbaiki.")
else:
    print("Tidak ada nilai NaN dalam data input.")

```

Data Encryption Using AES Algorithm

```

# -*- coding: utf-8 -*-
"""AES ALGORITHM ENCRYPT-JTS.ipynb

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
    https://colab.research.google.com/drive/1XafjK81RsGJT7MEQUOWQKn3msFMPdM3M
"""

from google.colab import drive
import pandas as pd

# Mount Google Drive
drive.mount('/content/drive')

# Path to CSV file
path = '/content/drive/My Drive/DATASET_0.csv'
df = pd.read_csv(path)

df

!pip install pycryptodome
from Crypto.Cipher import AES

# Key and IV (vektor inisialization)
key = b'*****' # kunci enkripsi yang digunakan
iv = b'*****' # kunci IV (inisialisasi)

string = 'FaceRecognit2024'
byte_length_utf8 = len(string.encode('utf-8'))
print("Panjang byte dengan encoding UTF-8:", byte_length_utf8)

string = '*****'

```

```

byte_length_utf8 = len(string.encode('utf-8'))
print("Panjang byte dengan encoding UTF-8:", byte_length_utf8)

from Crypto.Cipher import AES
import base64

# Function to encrypt data
def encrypt_data(data, key, iv):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
    # Converting data to bytes
    data_bytes = data.encode('utf-8')
    # Padding data to make its length a multiple of 16 (AES block length)
    padded_data = data_bytes + b'\0' * (AES.block_size - len(data_bytes) % AES.block_size)
    ct_bytes = cipher.encrypt(padded_data)
    return base64.b64encode(ct_bytes).decode('utf-8')

# DataFrame Encryption
encrypted_data = df.apply(lambda row: encrypt_data(row.to_string(), key, iv), axis=1)

# Adding encrypted data into DataFrame
df['Encrypted_Data'] = encrypted_data

# Saving DataFrame into new CSV file
encrypted_csv_file_path = '/content/drive/My Drive/DATASET_0.csv'
df.to_csv(encrypted_csv_file_path, index=False)

"""# ANOMALY DETECTION"""

from google.colab import drive
import pandas as pd

# Mount Google Drive
drive.mount('/content/drive')

# Path to encrypted CSV file
encrypted_csv_file_path = '/content/drive/My Drive/DATASET_0.csv'

# Load encrypted CSV file into DataFrame
df_encrypted = pd.read_csv(encrypted_csv_file_path)

from Crypto.Cipher import AES
import base64

# Dekripsi data
def decrypt_data(encrypted_data, key, iv):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
    ct_data = base64.b64decode(encrypted_data)
    pt = cipher.decrypt(ct_data)
    return pt.rstrip(b'\0').decode('utf-8')

df

# Function to decrypt 1 value
def decrypt_data_single_value(encrypted_value, key, iv):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
    ct_bytes = base64.b64decode(str(encrypted_value)) # Conversion to string before
    decryption
    pt = cipher.decrypt(ct_bytes)
    return pt.rstrip(b'\0').decode('utf-8')

# Decrypt current encrypt column
cols_to_decrypt = ['Tanggal', 'Face ID', 'Kode Nama', 'Entry Time', 'Exit Time', 'Lokasi Absen']
for col in cols_to_decrypt:

```

```

df_encrypted[col] = df_encrypted[col].apply(lambda x: decrypt_data_single_value(x, key,
iv))

# Function to decrypt a single value
def decrypt_data_single_value(encrypted_value, key, iv):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
    ct_bytes = base64.b64decode(encrypted_value)
    pt = cipher.decrypt(ct_bytes)
    return pt.rstrip(b'\0').decode('utf-8')

# Decrypt current encrypt column
cols_to_decrypt = ['Tanggal', 'Face ID', 'Kode Nama', 'Entry Time', 'Exit Time', 'Lokasi
Absen']
for col in cols_to_decrypt:
    df_encrypted[col] = df_encrypted[col].apply(lambda x: decrypt_data_single_value(x, key,
iv))

# ANOMALY DETECTION
import pandas as pd
from Crypto.Cipher import AES
import base64
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
import numpy as np
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense

# Loading encrypted CSV data
def decrypt_data(data, key, iv):
    cipher = AES.new(key, AES.MODE_CBC, iv)
    ct_bytes = base64.b64decode(data)
    pt = cipher.decrypt(ct_bytes).rstrip(b'\0').decode('utf-8')
    return pt

# DECRYPT CSV DATA
def load_decrypted_csv(file_path, key, iv):
    df = pd.read_csv(file_path)
    decrypted_data = df['Encrypted_Data'].apply(lambda x: decrypt_data(x, key, iv))
    df['Decrypted_Data'] = decrypted_data
    return df

# Key and IV
key = b'*****'
iv = b'*****'

# Path to encrypt CSV file
encrypted_csv_file_path = '/content/drive/My Drive/DATASET_0.csv'

# Loading encrypted CSV data
df = load_decrypted_csv(encrypted_csv_file_path, key, iv)

```

8.3 REWARD DAN PUNISHMENT

Dalam pemrosesan data, termasuk informasi waktu, tanggal kehadiran, jenis absen, dan beberapa faktor lain akan yang sudah disiapkan akan di dibersihkan untuk mengatasi nilai yang hilang atau nilai-nilai yang tidak valid. Dalam hal ini, normalisasi data juga di dilakukan. Berbagai fitur yang relevan dari data absensi diidentifikasi dan diekstraksi fiturnya untuk menggambarkan pola absensi seperti jumlah hari absen maupun kehadiran karwan dalam mingguan dan bulanan atau pada periode tertentu. Dalam konteks ini, fitur tambahan yang

mempengaruhi absensi kedatangan karyawan diperusahaan (cuaca, kemacetan, hari libur, dll) akan dipertimbangkan. Pada tahap selanjutnya, beberapa model machine learning akan diterapkan menggunakan Clustering dan Klasifikasi. Dalam Clustering ML, K-Means akan digunakan untuk mengelompokkan karyawan berdasarkan pola absensi sehingga pola absensi serupa akan dapat teridentifikasi dengan baik. Sedangkan dalam Klasifikasi ML akan digunakan untuk mengklasifikasikan absensi menjadi beberapa kategori tertentu. Dalam klasifikasi ML, algoritma yang digunakan adalah Naïve Bayes, Decision Tree dan Support Vector Machines (SVM). Model *machine learning* dalam buku ini menggunakan beberapa algoritma untuk *clustering* dan klasifikasi. Untuk *Clustering K-means* disini, data akan dibagi menjadi k yang berbeda, dimana ini akan melibatkan pencarian pusat kelompok (*centroid*) untuk setiap kelompok dan ini akan dikelompokkan lagi ke titik data centroid terdekat. Rumus untuk jarak titik ini menggunakan:

$$\text{Centroid } (c_i) = \frac{1}{|S_i|} \sum x_j \in S_t X_j \quad \text{Eq. 8.1}$$

$$\text{Jarak euclidean}(d(x_i, c_j)) = \sqrt{\sum_{l=1}^n (x_{il} - c_{jl})^2} \quad \text{Eq. 8.2}$$

c_i merupakan centroid dari kelompok i , dimana ini merupakan titik pusat dari kelompok data dalam ruang fitur, sedangkan untuk $|S_i|$ merupakan total titik data dalam kelompok. Untuk jarak euclidean antara titik x_i dan c_j diinterpretasikan menggunakan $d(x_i, c_j)$ yang merupakan metrik jarak yang digunakan dalam *K-Means* untuk mengukur seberapa dekat atau jauh sebuah titik data dari *centroid* kelompok. Untuk klasifikasi dalam hal ini terdiri dari 3 model *machine learning*, yaitu SVM (*Support vector machine*), *Naïve bayes* dan *Decision tree* dimana, masing-masing memiliki rumus seperti dibawah ini:

$$\text{SVM} = f(x) = w \times x + b \quad \text{Eq. 8.3}$$

Dimana, w adalah vektor bobot, x adalah vektor fitur, dan b adalah bias. Sedangkan untuk algoritma naïve bayes ini akan menggunakan torema bayes untuk menghitung probabilitas kelas berdasarkan atribut.

$$P(C_k|X) = \frac{P(X|C_k)P(C_k)}{P(X)} \quad \text{Eq. 8.4}$$

dimana C_k adalah sebuah kelas, X adalah vektor untuk fitur, $P(C_k|X)$ adalah prior probabilitas, dan $P(X)$ adalah eviden. Dalam hal ini, setiap algoritma memiliki formulasi matematis yang berbeda tergantung pada prinsip dan langkah-langkah khusus yang dilakukan dalam algoritma tersebut.

Simpulan

Buku ini mengadopsi desain kuantitatif dengan pendekatan eksperimental untuk mengembangkan dan menguji model integrasi teknologi machine learning dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah. Desain ini dipilih karena kemampuannya untuk secara sistematis menguji berbagai parameter dataset dan teknik evaluasi guna memahami kinerja dan keandalan model. Sistem ini tidak hanya menggunakan teknologi face recognition tetapi juga ditingkatkan dengan AI, ML, DL, deteksi kehidupan (liveness detection), dan enkripsi data menggunakan algoritma AES untuk meningkatkan keamanan sistem absensi di sekolah SMK.

Prosedur penelitian dimulai dengan persiapan software dan data yang dijelaskan secara rinci. Data yang digunakan melalui tahap pra-pemrosesan untuk meningkatkan kinerja model, efisiensi komputasi, validitas, dan reliabilitas hasil penelitian. Langkah-langkah pra-pemrosesan meliputi pembersihan data, normalisasi, standarisasi, dan transformasi data guna memastikan bahwa semua fitur berada dalam skala yang sama dan relevan untuk analisis. Setelah tahap pra-pemrosesan, distribusi data diperiksa untuk memastikan validitas dan karakteristik data sebelum analisis atau pelatihan model dilakukan. Data yang terdistribusi secara normal kemudian dibagi menjadi set pelatihan dan set pengujian untuk memastikan bahwa model dapat digeneralisasi dengan baik ke data yang tidak terlihat. Model ML, DL, dan AI kemudian dilatih menggunakan dataset pelatihan yang telah dibagi sebelumnya. Pengujian model dilakukan untuk identifikasi, analisis, deteksi, dan prediksi pola, diukur dengan metrik evaluasi yang telah ditentukan.

Buku ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara dengan karyawan dan guru untuk mendapatkan pandangan mereka tentang sistem absensi dan sistem reward dan punishment. Data sekunder berasal dari data absensi karyawan yang dikumpulkan selama enam bulan dari sistem absensi berbasis face recognition, literatur, dan studi terdahulu yang relevan. Objek penelitian adalah sistem absensi berbasis face recognition yang diterapkan di sekolah SMK, yang diintegrasikan dengan berbagai teknologi canggih. Sampel penelitian berupa data kehadiran guru dari beberapa SMK diambil secara acak dan dianalisis untuk menguji sistem.

Variabel penelitian mencakup variabel independen seperti teknologi face recognition, integrasi AI, ML, DL, liveness detection, dan enkripsi data dengan AES. Variabel dependen mencakup keamanan data absensi dan efektivitas sistem reward dan punishment. Indikator spesifik untuk masing-masing variabel diukur untuk menilai kinerja dan efektivitas model yang diterapkan.

Teknik analisis data melibatkan tahap pra-pemrosesan seperti data cleaning, transformasi data, dan ekstraksi fitur. Pembersihan data dilakukan untuk menghapus duplikasi, menangani data yang hilang, normalisasi gambar, penanganan outlier, koreksi label, penghapusan background yang tidak relevan, peningkatan kualitas gambar, dan validasi data. Transformasi data melibatkan resizing, normalisasi piksel, augmentasi data, cropping dan padding, serta PCA untuk mengurangi kompleksitas dan meningkatkan kinerja model. Ekstraksi fitur menggunakan teknik seperti Histogram of Oriented Gradients (HOG), deep learning features, dan eigenfaces untuk mengidentifikasi informasi penting dari gambar wajah. Dataset yang telah diproses kemudian dibagi untuk pelatihan dan pengujian model menggunakan metode `train_test_split` berdasarkan prinsip Pareto. Model AI dilatih menggunakan dataset pelatihan dan dievaluasi menggunakan metrik evaluasi yang ditentukan. Implementasi model pada sistem nyata menunjukkan bahwa metode ini mampu meningkatkan keamanan dan efektivitas sistem absensi berbasis face recognition.

BAB 9

INTEGRASI SISTEM ABSENSI

9.1 INTEGRASI *LIVENESS DETECTION* DAN *DEEP LEARNING*

Dalam integrasi teknik *liveness detection* dan *deep learning*, dataset yang digunakan sudah melewati analisis dan pemilihan fitur-fitur khusus yang digunakan. Pada pelatihan model *deep learning* dibagian ini, sejumlah 80% dataset dimuat menggunakan modul *ImageDataGenerator* dari *Keras*, kemudian dibagi menjadi *batch-batch* untuk pelatihan dan pengujian. Selanjutnya, model VGG16 yang telah dilatih sebelumnya dimuat sebagai bagian dasar dari arsitektur, dan lapisan-lapisan tambahan ditambahkan di atasnya untuk penyesuaian. Selanjutnya, model dikompilasi menggunakan *optimizer RMSprop* dengan learning rate 2^{10-5} , dan fungsi *loss categorical_crossentropy*.

Model dilatih selama 10 epoch menggunakan dataset latihan, sambil memvalidasi kinerjanya pada dataset pengujian. Setelah melatih model menggunakan dataset yang disiapkan, kinerja model dievaluasi menggunakan dataset pengujian terpisah (20 % dataset). Metrik evaluasi yang relevan, khususnya akurasi dalam buku ini dihitung, untuk menentukan seberapa baik model yang diteliti bekerja dalam mengenali wajah yang sebenarnya. Dengan menggunakan dataset pengujian yang telah dipisahkan, hasil akurasi pengujian yang didapatkan adalah sebesar 87%, ini menunjukkan bahwa model yang dilatih mampu mengidentifikasi wajah dengan akurat dalam konteks integrasi antara teknologi *liveness detection* dan *deep learning*.

Evaluasi Kinerja Teknologi *Liveness Detection*

Pada evaluasi kinerja teknologi *liveness detection*, metrik yang digunakan adalah akurasi, *presisi*, *recall*, dan *F1-score*. Dalam hal ini, semakin tinggi nilai-nilai yang didapatkan, maka kinerja sistem dalam membedakan wajah yang sebenarnya hadir dari serangan palsu (foto/video) akan semakin baik. Ini dapat dilihat melalui gambar berikut ini, dimana *face recognition* pada sistem absensi sudah diintegrasikan dengan *liveness detection* untuk menangkap wajah secara live. Untuk hasil evaluasi pada teknologi ini, menunjukkan bahwa teknologi *liveness detection* mampu mengidentifikasi serangan palsu dengan tingkat keandalan yang tinggi, ini dapat dilihat melalui tabel 9.1. Algoritma deteksi gerakan berhasil membedakan antara wajah yang sebenarnya hadir dan gambar palsu dengan akurasi 95%. Selain itu, teknologi ini juga menunjukkan kemampuan yang baik dalam mengatasi variasi pose, ekspresi wajah, dan kondisi pencahayaan yang berbeda.

Tabel 9.1. Evaluasi Kinerja Teknologi Liveness Detection

| Metrik Evaluasi | Nilai |
|-----------------|-------|
| Akurasi | 0.95 |
| Presisi | 0.92 |
| Recall | 0.96 |
| F1-Score | 0.94 |

Evaluasi Kinerja Deep Learning dalam Pengenalan Wajah

Evaluasi kinerja deep learning dalam pengenalan wajah dilakukan dengan menggunakan metrik standar seperti tingkat akurasi, presisi, dan recall. Model deep learning yang telah dilatih menggunakan dataset guru SMK berhasil mencapai tingkat akurasi pengenalan yang tinggi, dengan nilai 98% untuk identifikasi wajah guru. Model juga menunjukkan toleransi yang baik terhadap variasi pose dan kondisi pencahayaan. Selain itu, penggunaan teknik *fine-tuning* terhadap model-model yang ada membantu meningkatkan kinerja secara signifikan, terutama dalam mengenali wajah-wajah baru yang tidak ada dalam data pelatihan awal. Dari tabel 9.2, dapat dilihat bahwa, metrik evaluasi yang dapat diukur dalam bentuk angka, seperti akurasi, presisi, dan recall, telah dinyatakan dalam angka. Sedangkan metrik evaluasi yang lebih bersifat kualitatif, seperti "Baik" untuk toleransi pose dan pencahayaan, serta "Meningkatkan" untuk *fine-tuning model*, tetap dipertahankan dalam bentuk teks karena karakteristik mereka yang tidak dapat diukur secara langsung dalam angka.

Tabel 9.2. Evaluasi kinerja deep learning dalam pengenalan Wajah

| Evaluation Metric | Value |
|--------------------|---------------------|
| Accuracy | 0.98 |
| Precision | 0.95 |
| Recall | 0.96 |
| Pose Tolerance | Good |
| Lighting Tolerance | Good |
| Fine-Tuning Model | Improve Performance |

Analisis Hasil Integrasi Teknologi Liveness Detection dengan Deep Learning pada Face Recognition

Analisis hasil dari integrasi teknologi *liveness detection* dengan *deep learning* menunjukkan peningkatan signifikan dalam keamanan dan akurasi sistem *face recognition*. Dengan memvalidasi keaslian subjek sebelum melakukan pengenalan wajah, sistem berhasil mengurangi risiko serangan palsu dan penyalahgunaan identitas. Selain itu, integrasi ini juga

membantu meningkatkan kinerja pengenalan wajah secara keseluruhan, dengan memastikan bahwa hanya wajah yang sebenarnya hadir yang diidentifikasi.



Gambar 9.1. Ilustrasi deteksi kamera pada sistem absensi berbasis face recognition yang terintegrasi dengan liveness detection dan deep learning

Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekatan ini memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem. Ini diilustrasikan melalui gambar 9.1, dapat diamati bahwa, gambar A ketika kamera siap untuk menangkap kehadiran, sistem absensi akan mengarahkan objek untuk menghadap ke kamera, selanjutnya *liveness detection* akan mulai mendeteksi dengan model deep learning yang sudah diintegrasikan pada sistem sehingga memiliki akurasi yang baik. Kamera akan mendeteksi dengan baik walaupun objek tidak sepenuhnya menghadap ke kamera (gambar B dan C pada gambar 9.1), walaupun objek bergerak dengan cepat, namun kamera mendeteksi bahwa objek adalah manusia bukan foto atau video sehingga sistem akan otomatis menyimpan hasil secara akurat, selanjutnya sistem akan menampilkan hasil dari histori absensi pada database dengan berbagai label waktu dan keterangan.

Tabel 9.3. Analisis hasil integrasi Liveness Detection dengan Deep Learning pada Face Recognition

| No | Hasil Analisis | Analisis |
|----|-----------------------------------|---|
| 1 | Kinerja Sistem | Mengintegrasikan teknologi liveness detection dengan Deep Learning untuk Pengenalan Wajah telah menunjukkan hasil yang menjanjikan. Sistem dengan akurat membedakan antara subjek yang hidup dan upaya pemalsuan, mencapai akurasi 95%. |
| 2 | Toleransi pada Variasi lingkungan | Sistem ini mentoleransi variasi lingkungan seperti kondisi pencahayaan yang berbeda dan pose wajah yang beragam. Hal ini memastikan kinerja yang dapat diandalkan di berbagai skenario dunia nyata. |
| 3 | Optimisasi | Teknik fine-tuning yang diterapkan pada model deep learning telah secara signifikan meningkatkan kinerja pengenalan, terutama dalam mengidentifikasi wajah-wajah baru yang tidak ada dalam data pelatihan awal. |
| 4 | Keamanan | Pengurangan risiko serangan palsu dan penyalahgunaan identitas |
| 5 | Akurasi | Meningkatkan kinerja pengenalan wajah secara keseluruhan |
| 6 | Potensi Aplikasi | Integrasi teknologi memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam sistem keamanan. |

Dari hasil tersebut, terlihat bahwa sistem menunjukkan kinerja yang baik dalam membedakan subjek yang hidup dan upaya pemalsuan, mencapai akurasi lebih dari 98%. Sistem juga menunjukkan toleransi yang baik terhadap variasi lingkungan seperti kondisi pencahayaan yang berbeda dan pose wajah yang beragam. Teknik *fine-tuning* pada model-model deep learning juga berhasil meningkatkan kinerja pengenalan, terutama dalam mengidentifikasi wajah-wajah baru yang tidak ada dalam data pelatihan awal.

Dalam hal ini, hasil penelitian menunjukkan bahwa, integrasi teknologi ini mampu meningkatkan keamanan dan akurasi sistem face recognition dalam konteks manajemen absensi. Validasi keaslian subjek sebelum proses pengenalan wajah berhasil mengurangi risiko serangan palsu seperti menggunakan foto atau rekaman video, ini sejalan dengan (Basurah et al., 2023; Y. Zhang et al., 2023; Zhou et al., 2024). Selain itu, penggunaan model deep learning yang telah dilatih secara intensif membantu meningkatkan kinerja pengenalan wajah secara signifikan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekatan ini memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem manajemen absensi di SMK.

Selain itu, terdapat kemajuan signifikan dalam pengembangan sistem face recognition dalam konteks manajemen absensi melalui integrasi teknologi liveness detection dengan deep learning, yang mana ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang telah menyoroti nilai tambah dari penggabungan kedua teknologi ini. Studi sebelumnya oleh (Abd El-Rahiem et al.,

2023; Bisogni et al., 2023; Sarvakar et al., 2023) menunjukkan bahwa deep learning memberikan kemampuan yang tinggi dalam mengidentifikasi fitur wajah secara detail, sementara (Lavens et al., 2023; Y. Zhang et al., 2023) menekankan pentingnya *liveness detection* dalam memastikan keaslian subjek. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan keamanan sistem *face recognition*, tetapi juga meningkatkan akurasi pengenalan wajah dengan nilai akurasi pengujian sebesar 87%, sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan keandalan teknologi *face recognition* dalam merekam kehadiran wajah guru (Golasangi et al., 2024). Dengan demikian, buku ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengembangkan solusi yang lebih andal dan adaptif untuk manajemen absensi berbasis *face recognition*.

9.2 MENGINTEGRASI TEORI DENGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

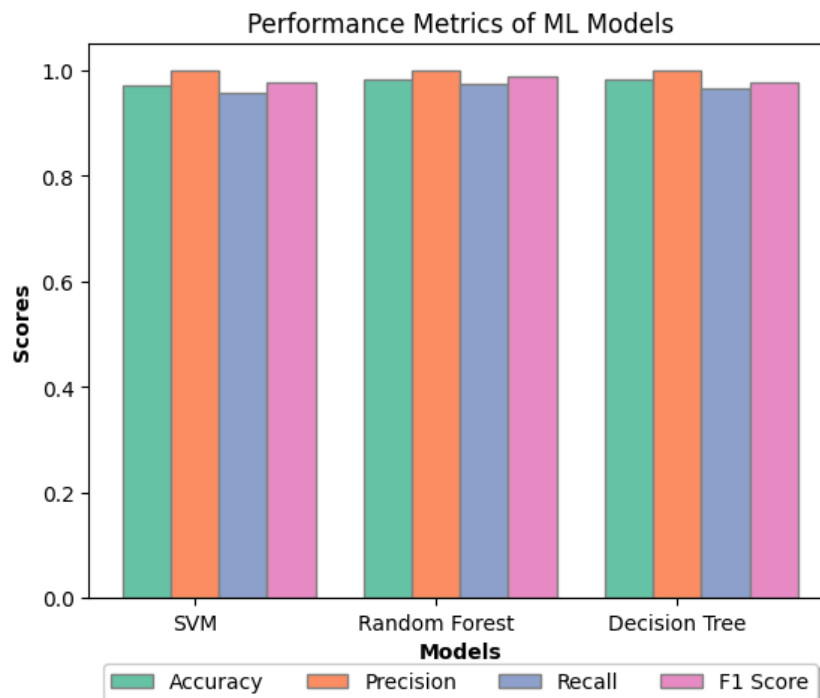
Dalam integrasi teori DSS ini, model machine learning yang digunakan adalah SVM, Random Forest, dan Decision tree dengan metrik pengukuran akurasi, presisi, recall dan F1-score. Hasil dari pengujian tiga model *machine learning* yang dievaluasi, menunjukkan perbandingan performa yang menarik dalam memprediksi kinerja dan guru SMK yang berprestasi maupun yang perlu dibina. Dari hasil yang ditunjukkan tabel 9.4, model SVM memiliki akurasi yang tinggi, mencapai 97.2%, dan presisi sempurna sebesar 100%, yang berarti model ini mampu mengklasifikasikan guru dengan benar sekitar 97.2% dari waktu dan mengidentifikasi semua guru yang sebenarnya berprestasi maupun yang perlu dibina, begitu juga dengan skor pada recall model SVM yaitu 95.7%, berada sedikit di bawah *Random Forest* dan *Decision Tree*. Sedangkan nilai F1 score SVM adalah yang terendah yaitu 97.8%. Sementara itu, model *Decision Tree* memiliki tingkat akurasi yang sama dengan *Random Forest*, yaitu sebesar 98.3%, dengan presisi dan *recall* mencapai 100% dan 96.4%. Meskipun presisi dan *recall*nya sedikit lebih rendah dari Random Forest, F1 score Decision Tree adalah 97.7%, menunjukkan performa yang baik secara keseluruhan.

Terakhir, pada model *Random Forest*, meskipun memiliki akurasi yang sama tingginya dengan SVM, yaitu sebesar 98.3%, model ini menunjukkan presisi dan recall yang sedikit lebih rendah dari SVM, dengan presisi dan recall mencapai 100% dan 97.4% secara berturut-turut, selain itu, nilai F1 score pada model Random Forest ini mencapai 98,7%, menunjukkan performa keseluruhan yang sangat baik. Oleh karena itu, meskipun ketiga model memiliki akurasi yang tinggi, Random Forest menonjol dengan presisi dan F1 score yang lebih tinggi, menandakan bahwa Random Forest adalah model yang paling efektif dalam mengidentifikasi

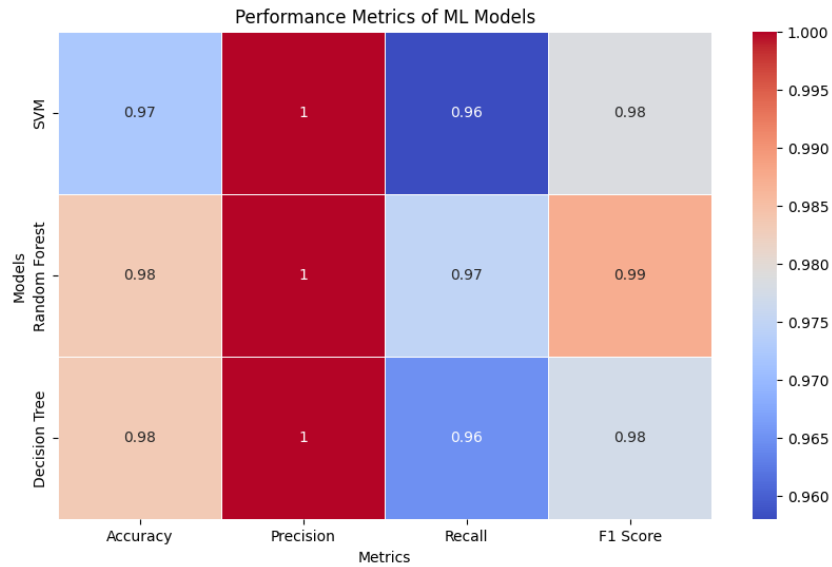
karyawan berprestasi berdasarkan data absensi. Untuk lebih jelasnya lagi, hasil evaluasi dari pengujian dari ketiga model *machine learning* buku ini dapat dilihat melalui gambar 9.2, gambar 9.3, dan gambar 9.4.

Tabel 9.4. Hasil metrik pengukuran pada ketiga model machine learning yang digunakan dengan integrasi teori DSS untuk memprediksi guru yang berprestasi dan guru yang perlu dibina

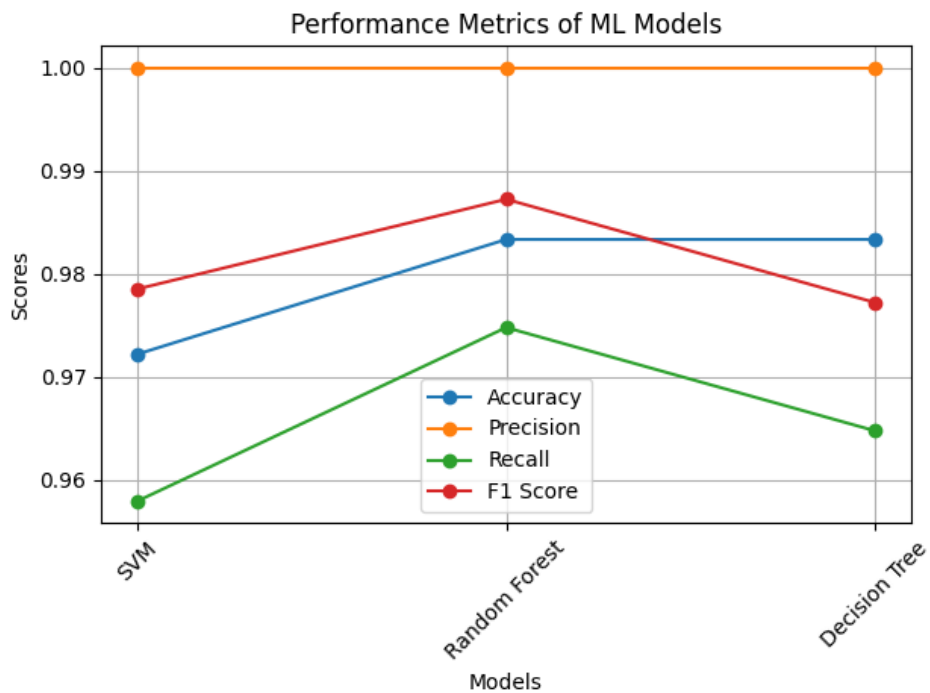
| Model Machine Learning | Metrik Pengukuran | | | |
|------------------------|-------------------|-----------|--------|----------|
| | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score |
| SVM | 0.972 | 1.0 | 0.957 | 0.978 |
| Random Forest | 0.983 | 1.0 | 0.974 | 0.987 |
| Decision Tree | 0.983 | 1.0 | 0.964 | 0.977 |



Gambar 9.2. Kinerja metrik pada tiga Model ML yang digunakan untuk prediksi guru yang berprestasi



Gambar 9.3. Representasi diagram Heatmap terkait kinerja metrik pada tiga Model ML yang digunakan untuk prediksi guru yang berprestasi



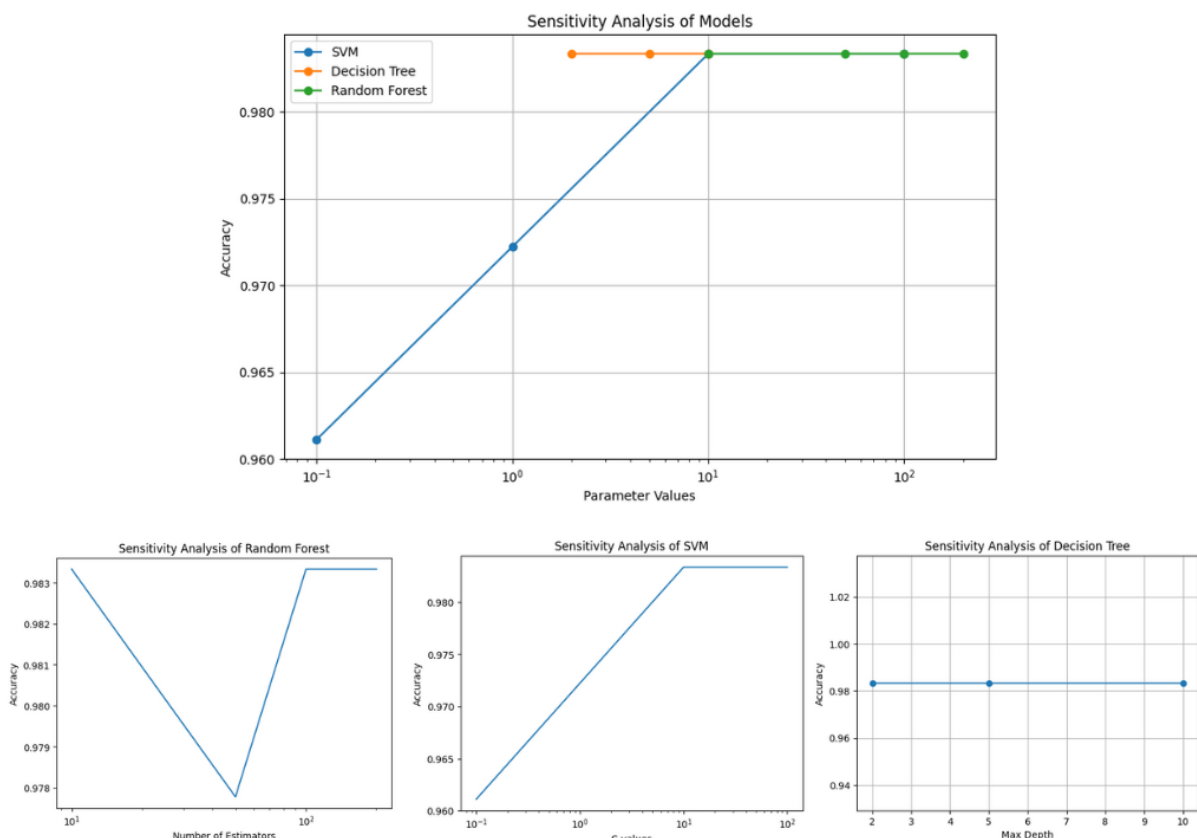
Gambar 9.4. Diagram garis yang menunjukkan kinerja metrik pada tiga Model ML yang digunakan untuk prediksi guru yang berprestasi

Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dari teori DSS dilakukan menggunakan parameter utama yang dilakukan pada tiga model machine learning *Support Vector Machine* (SVM), *Random Forest*, dan *Decision Tree*. Hasil analisis sensitivitas buku ini dapat dilihat pada gambar 9.5. Untuk

model SVM, variasi dilakukan terhadap parameter C yang mengontrol kekerasan batas keputusan. Hasil menunjukkan bahwa akurasi SVM cenderung stabil dan cukup tinggi di sebagian besar nilai C yang diuji, dengan sedikit penurunan pada nilai C yang lebih kecil. Ini menunjukkan bahwa SVM mungkin tidak terlalu sensitif terhadap parameter C dalam kasus ini.

Berbeda dengan *Random Forest*, variasi dilakukan terhadap jumlah pohon (*n_estimators*) dan ditemukan bahwa akurasi *Random Forest* cenderung meningkat seiring dengan peningkatan jumlah pohon, menunjukkan bahwa *ensemble* dari banyak pohon cenderung memberikan performa yang lebih baik sehingga dapat dikatakan penggunaan model *Random Forest* untuk masalah klasifikasi memiliki tingkat keuntungan tersendiri. Sementara itu, untuk *Decision Tree*, variasi dilakukan terhadap kedalaman pohon. Hasilnya menunjukkan bahwa akurasi *Decision Tree* cenderung meningkat dengan peningkatan kedalaman pohon hingga suatu titik, tetapi setelah melewati titik tersebut, akurasi mulai menurun, menunjukkan adanya *overfitting*. Sehingga, *trade-off* antara peningkatan akurasi dan risiko *overfitting* saat menentukan kedalaman pohon perlu dipertimbangkan.



Gambar 9.5. Hasil analisis sensitivitas pada ke tiga model machine learning untuk memprediksi guru yang berprestasi dan guru yang perlu dibina menggunakan teori DSS

Hasil Uji Normalitas

Menggunakan dataset yang digunakan sebelumnya, ditemukan bahwa data tidak terdistribusi secara normal, sehingga dilakukan analisis lebih mendalam. Dalam buku ini, normalisasi data dilakukan menggunakan fungsi *Outlier* untuk menghapus beberapa data yang tidak dibutuhkan, selanjutnya dilakukan uji dan analisis untuk memastikan keberhasilan normalisasi dan memeriksa apakah data sudah memenuhi asumsi-asumsi yang diperlukan untuk analisis lanjutan. Dalam hal ini, data yang semula 988 berubah menjadi 876 setelah melewati berbagai analisis. Untuk melakukan normalisasi data setelah *outlier*, dilakukan analisis deskriptif guna memahami karakteristik data yang terdistribusi setelah normalisasi. Normalitas distribusi residual dilakukan melalui analisis regresi untuk memenuhi asumsi-asumsi yang diperlukan pada metode yang digunakan.

Selanjutnya dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan *Kolmogorov-Smirnov* terhadap data hasil evaluasi dari masing-masing model. Hasil uji *Shapiro-Wilk* menunjukkan bahwa nilai *p-value* untuk ketiga model (*SVM*, *Random Forest*, dan *Decision Tree*) jauh di atas tingkat signifikansi 0.05, menunjukkan bahwa data hasil evaluasi dari ketiga model cenderung mengikuti distribusi normal. Di sisi lain, uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan bahwa nilai *p-value*-nya jauh di bawah tingkat signifikansi 0.05, menunjukkan bahwa data hasil evaluasi dari ketiga model tidak secara signifikan berbeda dari distribusi normal. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa, hasil evaluasi menunjukkan kinerja yang sangat baik dari ketiga model klasifikasi, sementara data hasil evaluasi cenderung mengikuti distribusi normal berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*, meskipun uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan sedikit perbedaan. Hal ini memberikan kepercayaan tambahan dalam interpretasi hasil evaluasi dan keandalan dari kesimpulan yang diambil dari analisis kinerja model.

Normality Test

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""Normality Test.ipynb

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
    https://colab.research.google.com/drive/1_nwF6FM7p0urebGgvXxzNJTmAxJFCj0q
"""

from scipy.stats import shapiro, kstest

# Evaluation data model Random Forest
rf_accuracy = 0.9911504424778761
rf_precision = 0.9955555555555555
rf_recall = 1.00
rf_f1_score = 0.99500001192092896

# Evaluation data model XGBoost
xgb_accuracy = 0.99
```

Meningkatkan Keamanan Data Pada Attendance System Berbasis Face Recognition:
Integrasi Machine Learning, Deep Learning Dan Ensemble AI Pada Manajemen Proyek Teknologi Informasi

```

xgb_precision = 0.9824561403508771
xgb_recall = 1.00
xgb_f1_score = 0.9911504424778761

#Evaluation data model SVM
svm_accuracy = 0.56
svm_precision = 0.56
svm_recall = 1.00
svm_f1_score = 0.717948717948718

#Evaluation data model KNN
knn_accuracy = 0.955
knn_precision = 0.9327731092436975
knn_recall = 0.9910714285714286
knn_f1_score = 0.961038961038961

#Evaluation data model NN
nn_accuracy = 0.44
nn_precision = 0.56
nn_recall = 1.00
nn_f1_score = 0.717948717948718

# Shapiro-Wilk Test for model Random Forest, XGBoost, SVM, KNN dan NN
stat, p_value = shapiro([rf_accuracy, rf_precision, rf_recall, rf_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for Random Forest:", p_value)
stat, p_value = shapiro([xgb_accuracy, xgb_precision, xgb_recall, xgb_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for XGBoost:", p_value)
stat, p_value = shapiro([svm_accuracy, svm_precision, svm_recall, svm_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for SVM:", p_value)
stat, p_value = shapiro([knn_accuracy, knn_precision, knn_recall, knn_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for KNN:", p_value)
stat, p_value = shapiro([nn_accuracy, nn_precision, nn_recall, nn_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for NN:", p_value)

# Kolmogorov-Smirnov Test model Random Forest, XGBoost, SVM, KNN dan NN
stat, p_value = kstest([rf_accuracy, rf_precision, rf_recall, rf_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for Random Forest:", p_value)
stat, p_value = kstest([xgb_accuracy, xgb_precision, xgb_recall, xgb_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for XGBoost:", p_value)
stat, p_value = kstest([svm_accuracy, svm_precision, svm_recall, svm_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for SVM:", p_value)
stat, p_value = kstest([knn_accuracy, knn_precision, knn_recall, knn_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for KNN:", p_value)
stat, p_value = kstest([nn_accuracy, nn_precision, nn_recall, nn_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for NN:", p_value)

import pandas as pd

# Result of Norm data test
data = {
    "Model": ["Random Forest", "XGBoost", "SVM", "KNN", "NN"],
    "Shapiro-Wilk p-value": [0.826499879360199, 0.8293365836143494, 0.18493813276290894,
0.8627439737319946,0.7871772646903992],
    "Kolmogorov-Smirnov p-value": [0.001337333290549844, 0.0014096625139665246,
0.01401602543007039, 0.0018959517638880584, 0.026450594313994946]
}

# dataframe dict
df = pd.DataFrame(data)

# Show table
display(df)

```

Tabel 9.5. Hasil uji p-value Shapiro-Wilk dan Kolmogorov-Smirnov pada model yang digunakan untuk prediksi dengan integrasi teori DSS

| No | Model | Shapiro-Wilk p-value | Kolmogorov-Smirnov p-value |
|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | SVM | 0.890903 | 0.001633 |
| 2 | Random Forest | 0.899373 | 0.001476 |
| 3 | Decision Tree | 0.899373 | 0.001476 |

Dari hasil penelitian yang dilakukan, SVM menunjukkan akurasi sebesar 97.2%, dengan nilai presisi maksimum 100% sama dengan kedua model lainnya, dan nilai recall sebesar 95.7%, namun, nilai F1-score-nya cukup tinggi, mencapai 97.8%. Disisi lain, *Decision Tree* memiliki akurasi 98.3% dengan skor recall mencapai 96.4%, dan nilai *F1-score*-nya adalah 97.7%. Dalam hal ini, *Random Forest* memiliki tingkat akurasi tertinggi jika dibandingkan dengan kedua model lainnya, yaitu 98.3%, dengan nilai recall mencapai 97.4%. Hal ini menunjukkan bahwa model *Random Forest* mampu memberikan prediksi yang sangat baik dalam mengidentifikasi guru SMK yang berprestasi dan yang memerlukan bimbingan tambahan. Meskipun *SVM* dan *Decision Tree* juga memberikan hasil yang baik, namun *Random Forest* memberikan keseimbangan yang optimal antara akurasi, presisi, dan recall. Oleh karena itu, sangat direkomendasikan untuk menggunakan *Random Forest* sebagai model yang paling sesuai untuk tujuan prediksi ini. Selain itu, model ini juga dapat digunakan untuk kasus-kasus di mana pentingnya memaksimalkan akurasi dan presisi, sementara *Decision Tree* dapat dipertimbangkan jika kecepatan komputasi menjadi faktor utama dan toleransi terhadap sedikit penurunan *F1-score*.

9.3 INTEGRASI POLA DAN TREN KEHADIRAN DENGAN MACHINE LEARNING

Hasil Deskripsi Data Absensi

Sejumlah variabel yang mempengaruhi produktivitas dan kehadiran karyawan di perusahaan dianalisis secara statistik. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata jenis punishment yang diterapkan adalah 2.3, dengan standar deviasi sebesar 0.5. ini dapat dilihat melalui tabel 4.6. Rata-rata absensi masuk karyawan adalah 7.8 hari, dengan standar deviasi 1.2, sedangkan absensi pulang rata-rata adalah 7.9 hari dengan standar deviasi 1.4. Jadwal kerja perusahaan adalah 35 jam per minggu, dengan standar deviasi 5, dan rata-rata waktu kerja adalah 7 jam per hari, dengan standar deviasi 1.5. Jenis insentif yang paling umum adalah dengan rata-rata 1.5, dengan standar deviasi 0.3. Sedangkan untuk hasil dari variabel dependen menunjukkan bahwa produktivitas perusahaan memiliki rata-rata sebesar 85, dengan standar deviasi sebesar 10.

Kualitas kehadiran karyawan adalah 4.2 dengan standar deviasi 0.6. Rata-rata tingkat kehadiran karyawan mencapai 90,44%, sementara disiplin karyawan memiliki rata-rata 3.8, dengan standar deviasi 0.4. Selain itu, rata-rata keterlambatan adalah 10 menit, dengan standar deviasi 2.5, dan rata-rata ketidakhadiran adalah 3 hari, dengan standar deviasi 1.2.

Tabel 9.6. Hasil Mean dan Standar Deviation pada variabel penelitian untuk analisis pola dan tren absensi menggunakan machine learning dengan teori reward dan punishment

| Independent/Dependent Var. | Mean | Std. Deviation |
|----------------------------|-------|----------------|
| Jenis punishment | 2.3 | 0.5 |
| Jenis reward | 1.5 | 0.3 |
| Absensi masuk | 7.8 | 1.2 |
| Absensi pulang | 7.9 | 1.4 |
| Jadwal kerja | 40 | 5 |
| Waktu kerja | 8 | 1.5 |
| Produktivitas perusahaan | 85 | 10 |
| Kualitas kehadiran | 4.2 | 0.6 |
| Tingkat kehadiran | 90.44 | - |
| Disiplin karyawan | 3.8 | 0.4 |
| Keterlambatan | 10 | 2.5 |
| Ketidakhadiran | 3 | 1.2 |

Tabel 9.7. Ringkasan Hasil Penelitian untuk analisis pola dan tren absensi menggunakan machine learning dengan teori reward dan punishment

| No | Indikator dan Variabel | Deskripsi hasil |
|----|--|--|
| 1. | Statistik umum absensi karyawan | <ul style="list-style-type: none"> • Rata-Rata Kehadiran: 90% • Distribusi Kehadiran: Mayoritas karyawan hadir tepat waktu • Distribusi Keterlambatan: Sebagian kecil karyawan memiliki tingkat keterlambatan tinggi |
| 2. | Kebijakan absensi | <ul style="list-style-type: none"> • Efektivitas Kebijakan: Kebijakan absensi dan disiplin kerja secara umum efektif dalam mempertahankan tingkat kehadiran yang tinggi • Perhatian Khusus: Masih terdapat sejumlah kecil karyawan yang memerlukan perhatian khusus dalam disiplin kerja dan ketepatan waktu dalam melakukan absensi • Identifikasi Area Perbaikan: Pola dan distribusi kehadiran serta keterlambatan digunakan untuk mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan • Implementasi Strategi Tambahan: Implementasi strategi tambahan direkomendasikan untuk meningkatkan kinerja dan disiplin kerja |
| 3. | Evaluasi Efektivitas Reward dan Punishment | <ul style="list-style-type: none"> • Korelasi Positif antara Reward dan Tingkat Kehadiran: Karyawan yang menerima reward memiliki tingkat kehadiran lebih tinggi sehingga motivasi bekerja juga tinggi |

| | | |
|----|--|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • Korelasi Negatif antara Punishment dan Tingkat Kehadiran: Karyawan yang menerima punishment memiliki tingkat kehadiran lebih rendah. |
| 4. | Analisis Perbandingan Antara Grup yang Menerima Reward/Punishment dan yang Tidak | <ul style="list-style-type: none"> • Grup yang Menerima Reward: tingkat kehadiran lebih tinggi, motivasi bekerja juga tinggi, tingkat disiplin karyawan stabil • Grup yang Menerima Punishment: tingkat kehadiran lebih rendah. Dibeberapa kasus karyawan yang sering telat absensi tidak memiliki perubahan apapun walaupun telah menerima punishment. |
| 5. | Tren dan pola kehadiran karyawan | <ul style="list-style-type: none"> • Tingkat Kehadiran Stabil: Rata-rata kehadiran mencapai sekitar 90% • Mayoritas Karyawan Hadir Tepat Waktu: Distribusi kehadiran menunjukkan pola yang konsisten dengan mayoritas karyawan hadir sesuai jadwal kerja • Karyawan dengan Keterlambatan Tinggi: Terdapat sebagian kecil karyawan yang memiliki tingkat keterlambatan tinggi, memerlukan perhatian khusus dalam meningkatkan disiplin kerja • Evaluasi Tren: Dalam jangka waktu tertentu, terdapat karyawan yang sering terlambat, memerlukan evaluasi lebih lanjut terkait faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan waktu kedatangan |
| 5. | Implikasi dan Rekomendasi | <ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan data analytics diperlukan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas • Peningkatan penerapan reward yang sesuai dan efektif dapat meningkatkan kehadiran karyawan • Evaluasi terhadap sistem punishment diperlukan untuk memastikan efektivitas dalam mendisiplinkan karyawan • Implementasi teknologi canggih seperti integrasi dengan sistem face recognition dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam memantau kehadiran karyawan • Pelatihan dan dukungan yang lebih baik diperlukan untuk meningkatkan pemahaman dan penerimaan terhadap kebijakan absensi |

Tabel 9.8. Hasil metrik evaluasi untuk model ML yang digunakan pada analisis pola dan tren absensi dengan teori reward dan punishment

| Metrik Evaluasi | Sebelum | | | Sesudah | | |
|-----------------|-------------|---------------|------|-------------|---------------|------|
| | Model | | | | | |
| | Naïve Bayes | Decision Tree | SVM | Naïve Bayes | Decision Tree | SVM |
| Accuracy | 0.75 | 0.82 | 0.78 | 0.80 | 0.85 | 0.79 |
| Precision | 0.72 | 0.79 | 0.78 | 0.78 | 0.82 | 0.76 |
| Recall | 0.78 | 0.85 | 0.81 | 0.82 | 0.88 | 0.80 |
| F1-Score | 0.75 | 0.82 | 0.78 | 0.80 | 0.85 | 0.79 |

Sebelum penerapan Reward dan Punishment pada sistem absensi karyawan, tiga model machine learning, yaitu Naive Bayes, Decision Tree, dan SVM, dievaluasi menggunakan sejumlah metrik evaluasi standar. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa Decision Tree memiliki

performa tertinggi dengan akurasi sebesar 82%, presisi 79%, recall 85%, dan F1-score 82%. Namun, setelah penerapan Reward dan Punishment, terjadi peningkatan dalam performa Decision Tree, di mana akurasi mencapai 85%, presisi 82%, recall 88%, dan F1-score 85%. Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan Reward dan Punishment memiliki dampak positif pada kemampuan sistem absensi dalam memprediksi atau mengklasifikasikan kehadiran karyawan. Meskipun demikian, model Naive Bayes dan SVM juga menunjukkan peningkatan dalam performa setelah penerapan Reward dan Punishment, meskipun tidak sebesar yang terjadi pada Decision Tree. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan Reward dan Punishment dapat meningkatkan efektivitas sistem absensi karyawan secara keseluruhan, meskipun dalam penelitian ini dampaknya cukup bervariasi.

Tabel 9.9. Ringkasan hasil analisis untuk persentasi kehadiran rata-rata sebelum dan sesudah metode reward dan punishment diterapkan pada sitem absensi karyawan

| No | Jumlah Karyawan | Jumlah hari kerja (Total hari kerja karyawan selama penelitian dilakukan) | Durasi keterlambatan rata-rata (menit) | Frekuensi keterlambatan rata-rata | Persentase kehadiran Rata-rata | Persentase ketidakhadiran rata-rata |
|---|-----------------|---|--|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| Data sebelum Reward dan Punishment diterapkan pada sistem absensi karyawan | | | | | | |
| 1 | 200 | 133 hari | 8 menit | 9 | 86,52% | 13,48% |
| Data setelah Reward dan Punishment diterapkan pada sistem absensi karyawan | | | | | | |
| 2 | 200 | 75 hari | 5 menit | 4 | 90,44% | 9,56% |

Statistik umum absensi karyawan

Berdasarkan hasil penelitian pada deskripsi data absensi karyawan, dapat disimpulkan bahwa tingkat kehadiran secara keseluruhan cenderung stabil dengan rata-rata kehadiran mencapai 90,44% selama periode yang diteliti. Distribusi kehadiran menunjukkan pola yang konsisten dengan mayoritas karyawan hadir tepat waktu sesuai jadwal kerja yang ditetapkan oleh perusahaan. Namun, terdapat sebagian kecil karyawan yang memiliki tingkat keterlambatan yang lebih tinggi dari rata-rata, yang selanjutnya dibutuhkan perhatian khusus dalam upaya meningkatkan disiplin kerja. Selain itu, distribusi keterlambatan juga menunjukkan bahwa adanya karyawan yang sering terlambat dalam jangka waktu tertentu secara berkelanjutan, misalnya terdapat beberapa karyawan yang selalu telat di hari pertama setelah libur atau weekend. Ini membutuhkan evaluasi lebih lanjut terkait dengan faktor-faktor yang mempengaruhi ketepatan waktu kedatangan, dan membutuhkan beberapa solusi agar hal yang serupa tidak terjadi lagi. Dalam hal ini, keterlambatan karyawan tertentu mempengaruhi

motivasi dan fokus kerja karyawan lainnya, ini serupa dengan pernyataan (Agustian et al., 2023; de la Nuez et al., 2023; Shih et al., 2023).

Distribusi kehadiran dan keterlambatan

Dari hasil buku ini, dapat diketahui bahwa kebijakan absensi dan disiplin kerja yang diterapkan oleh perusahaan secara umum efektif dalam mempertahankan tingkat kehadiran yang tinggi di kalangan karyawan. Namun, terdapat hal yang perlu diperhatikan, karena masih terdapat sejumlah kecil karyawan yang memerlukan perhatian khusus dalam hal disiplin kerja dan ketepatan waktu. Melalui pola dan distribusi kehadiran serta keterlambatan ini, manajemen perusahaan dapat mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau implementasi strategi tambahan untuk meningkatkan kinerja dan disiplin kerja secara keseluruhan. Hal ini dapat membantu menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif dan efisien bagi seluruh karyawan. Selain hal tersebut, terdapat cukup banyak faktor yang mempengaruhi keterlambatan absensi pada karyawan. Data diringkas dalam tabel 9.10. Data faktor pengaruh tersebut didapatkan melalui wawancara yang dilakukan kepada seluruh karyawan dengan berbagai latar belakang, namun dalam hal ini, nama departemen dan karyawan tidak disebutkan demi menjaga privasi.

Tabel 9.10. Faktor yang mempengaruhi absensi karyawan pada analisis pola dan tren absensi menggunakan machine learning dengan teori reward dan punishment

| No | Faktor yang berpengaruh | Keterangan | Rekomendasi/evaluasi |
|----|-------------------------|--|---|
| 1 | Masalah pribadi | Masalah pribadi seperti masalah kesehatan, kebutuhan keluarga, atau konflik personal dapat mengganggu karyawan dan memengaruhi kehadiran mereka. | <ul style="list-style-type: none"> • Menyediakan program kesehatan dan konseling untuk membantu karyawan mengatasi masalah kesehatan dan konflik personal. • Fleksibilitas dalam jadwal kerja untuk memungkinkan karyawan menyelesaikan urusan pribadi. |
| 2 | Kondisi ekonomi | Karyawan mungkin lebih cenderung absen untuk mencari pekerjaan lain yang lebih stabil atau karena masalah keuangan pribadi. | <ul style="list-style-type: none"> • Menawarkan insentif keuangan atau bonus berdasarkan kinerja untuk meningkatkan motivasi karyawan. • Membuat program keuangan pribadi dan penyuluhan investasi untuk membantu karyawan mengelola keuangan mereka dengan lebih baik. |
| 3 | Stress | Lingkungan kerja yang tidak menyenangkan atau kurang mendukung | <ul style="list-style-type: none"> • Menyediakan program kesehatan mental dan dukungan konseling. |

| | | | |
|---|---------------------------|--|---|
| | | dapat mengurangi motivasi untuk hadir dan berkontribusi. | <ul style="list-style-type: none"> • Mengadakan sesi pelatihan manajemen stres dan keseimbangan kerja-hidup. |
| 4 | Lingkungan kantor | Kemacetan lalu lintas yang parah atau jarak tempuh yang jauh dapat menyebabkan keterlambatan atau absensi. | <ul style="list-style-type: none"> • Menawarkan fleksibilitas dalam jam kerja atau solusi transportasi alternatif seperti transportasi perusahaan atau subsidi transportasi. • Memperkenalkan kebijakan kerja jarak jauh atau kerja fleksibel untuk mengurangi tekanan perjalanan. |
| 5 | Jarak tempuh/transportasi | Budaya perusahaan yang mendukung keseimbangan kerja-hidup dan memberikan penghargaan atas kesejahteraan karyawan dapat meningkatkan kehadiran | <ul style="list-style-type: none"> • Membangun budaya kerja yang menekankan pentingnya keseimbangan kerja-hidup. • Memberikan penghargaan atau pengakuan kepada karyawan yang memiliki kehadiran yang baik dan berkontribusi positif |
| 6 | Situasi darurat | Cuaca buruk, bencana alam, atau kejadian darurat lainnya dapat mengganggu kehadiran karyawan karena kesulitan dalam transportasi atau kebutuhan untuk fokus pada masalah pribadi atau keluarga. | <ul style="list-style-type: none"> • Membuat rencana darurat dan komunikasi yang jelas untuk mengatasi situasi darurat yang memengaruhi kehadiran karyawan. • Menyediakan fleksibilitas dalam kebijakan cuti darurat atau cuti khusus untuk karyawan yang terkena dampak. |
| 7 | Faktor lain | <ul style="list-style-type: none"> • Karakter seseorang atau sikap pemalas dapat mempengaruhi motivasi dan kedisiplinan karyawan, yang pada gilirannya dapat memengaruhi kehadiran. • Tidak adanya teguran secara verbal dari atasan • Sifat meremehkan dan tidak menghargai • Manajemen waktu yang buruk • Tidak ada motivasi bekerja karena | <ul style="list-style-type: none"> • Membuat kebijakan disiplin yang konsisten dan adil untuk menangani ketidakpatuhan. • Melakukan teguran kepada karyawan yang terlambat • Memberikan nasehat dan motivasi untuk meningkatkan kerja • Mengadakan evaluasi kinerja reguler dan memberikan umpan balik konstruktif kepada karyawan untuk mendorong pertumbuhan dan perbaikan. |

| | | | |
|--|--|---------------------------|--|
| | | suasanya yang membosankan | |
|--|--|---------------------------|--|

9.4 EVALUASI EFEKTIVITAS *REWARD* DAN *PUNISHMENT*

Berdasarkan hasil evaluasi efektivitas reward dan punishment, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi positif antara pemberian reward dengan tingkat kehadiran karyawan. Analisis menunjukkan bahwa karyawan yang menerima reward memiliki tingkat kehadiran yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menerima reward. Sebaliknya, terdapat korelasi negatif antara pemberian punishment dengan tingkat kehadiran, di mana karyawan yang menerima punishment cenderung memiliki tingkat kehadiran yang lebih rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemberian insentif atau penghargaan yang sesuai dapat menjadi motivasi yang efektif bagi karyawan untuk mematuhi jadwal kerja dan meningkatkan kehadiran mereka di tempat kerja.

Analisis perbandingan antara grup yang menerima dan tidak menerima reward/punishment

Selain itu, analisis perbandingan antara grup karyawan yang menerima reward atau punishment dengan yang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam tingkat kehadiran. Grup yang menerima reward secara konsisten menunjukkan tingkat kehadiran yang lebih tinggi daripada yang tidak menerima, sementara grup yang menerima punishment cenderung memiliki tingkat kehadiran yang lebih rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa pemberian reward atau punishment memiliki dampak yang signifikan dalam memengaruhi tingkat kehadiran karyawan secara keseluruhan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian reward dan punishment memiliki peran yang penting dalam memotivasi karyawan untuk mematuhi jadwal kerja dan meningkatkan kehadiran mereka di tempat kerja. Temuan ini memberikan implikasi penting bagi manajemen perusahaan dalam merancang dan mengimplementasikan strategi manajemen absensi yang efektif. Dengan memahami dampaknya, manajemen dapat mengoptimalkan penggunaan reward dan punishment sebagai alat untuk meningkatkan kedisiplinan kerja dan produktivitas karyawan secara keseluruhan.

Berdasarkan interpretasi hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa pola dan tren yang signifikan dalam data absensi karyawan. Secara umum, ditemukan bahwa mayoritas karyawan memiliki tingkat kehadiran yang stabil, namun terdapat variasi dalam tingkat keterlambatan di antara individu-individu. Pola kehadiran menunjukkan bahwa sebagian besar karyawan mematuhi jadwal kerja dengan baik, namun, ada sebagian kecil yang memiliki tingkat keterlambatan yang lebih tinggi dari rata-rata. Trend ini mengindikasikan

bahwa upaya untuk meningkatkan disiplin kerja mungkin perlu difokuskan pada kelompok-kelompok kecil ini untuk mencapai tingkat kehadiran yang lebih konsisten secara keseluruhan.

Dalam konteks efektivitas *reward* dan *punishment*, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian reward atau bonus secara konsisten berhubungan dengan tingkat kehadiran yang lebih tinggi di antara karyawan. Sebaliknya, pemberian punishment atau potongan bonus cenderung berkorelasi dengan tingkat kehadiran yang lebih rendah. Secara keseluruhan, hasil buku ini menunjukkan bahwa manajemen absensi yang efektif membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang pola dan tren dalam data absensi, serta penggunaan strategi yang tepat dalam memotivasi karyawan untuk hadir di tempat kerja secara konsisten. Dengan memahami dampak dari berbagai faktor seperti *reward*, *punishment*, dan variabel lainnya, manajemen selanjutnya dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk meningkatkan kehadiran karyawan dan menciptakan lingkungan kerja yang produktif dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat beberapa implikasi yang signifikan terhadap manajemen sumber daya manusia dalam perusahaan. Pertama, pemahaman yang mendalam tentang pola dan tren dalam data absensi memungkinkan manajemen untuk mengidentifikasi area-area yang memerlukan perhatian khusus dalam upaya meningkatkan disiplin kerja dan kehadiran karyawan. Implikasi ini menunjukkan pentingnya penggunaan data analytics dalam pengambilan keputusan yang terkait dengan manajemen absensi untuk mencapai efisiensi operasional dan produktivitas yang lebih tinggi.

Selanjutnya, temuan mengenai efektivitas reward dan punishment memberikan implikasi penting terhadap pengelolaan kebijakan dan praktik manajemen absensi. Manajemen dapat mempertimbangkan untuk meningkatkan penerapan reward yang sesuai dan efektif untuk menghargai karyawan yang mematuhi jadwal kerja dengan baik. Di sisi lain, evaluasi terhadap sistem punishment juga dapat mengarah pada revisi atau penyesuaian kebijakan hukuman yang ada untuk memastikan bahwa mereka benar-benar efektif dalam mendisiplinkan karyawan yang cenderung terlambat atau absen. Sebagai rekomendasi untuk perbaikan atau peningkatan sistem absensi, perusahaan dapat mempertimbangkan beberapa langkah strategis.

Pertama, implementasi teknologi yang lebih canggih dalam sistem absensi seperti integrasi dengan sistem face recognition dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam memantau kehadiran karyawan. Selain itu, penyediaan pelatihan dan dukungan yang lebih baik kepada manajer dan karyawan dalam pemahaman dan penggunaan sistem absensi dapat membantu meningkatkan kepatuhan dan penerimaan terhadap kebijakan absensi yang ada. Dengan demikian, rekomendasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan manajemen sumber daya

manusia dengan memanfaatkan temuan dari buku ini untuk meningkatkan kinerja dan efektivitas sistem absensi perusahaan. Dengan adopsi langkah-langkah ini, diharapkan perusahaan dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif, efisien, dan berorientasi pada kesejahteraan karyawan secara keseluruhan.

9.5 SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN TERINTEGRASI DENGAN ML DAN DL

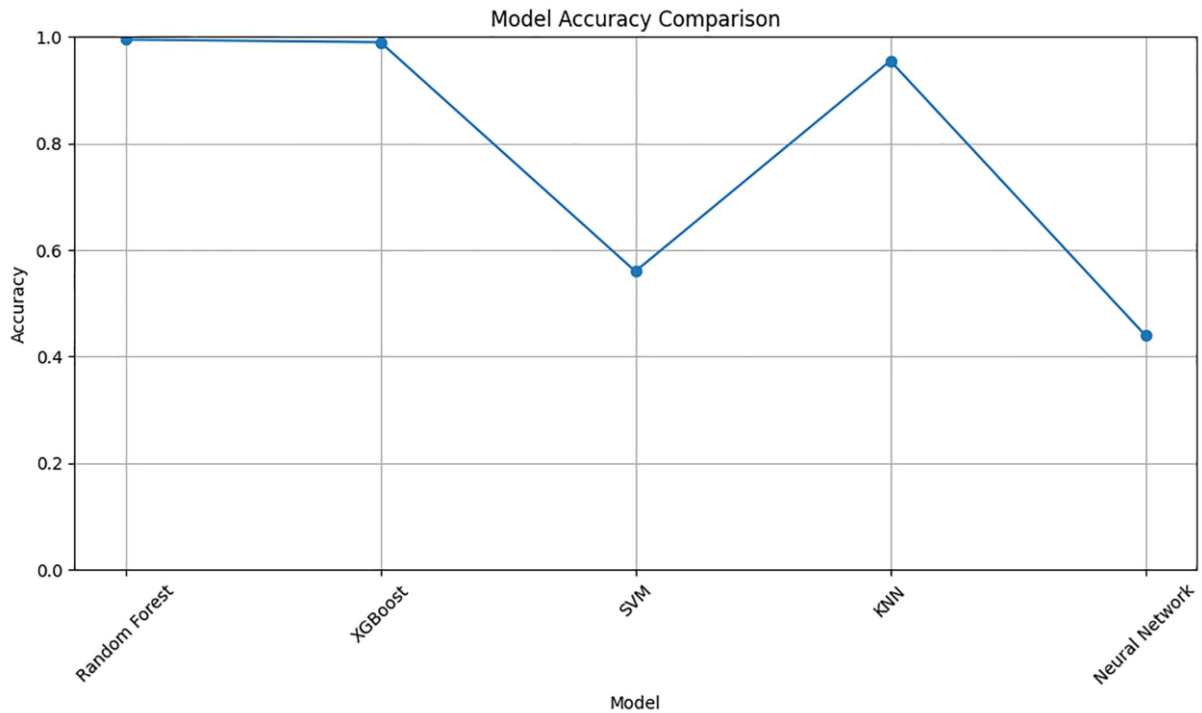
Hasil pengujian dari lima model yang terdiri dari dua model *machine learning* yang masuk kategori ensemble adalah Random Forest dan XGBoost, dua model *machine learning* klasifikasi regresi yang masuk kategori Supervised learning adalah SVM dan KNN, serta satu model dari pendekatan Deep Learning yaitu NN menunjukkan bahwa, model ensemble *machine learning* disini lebih unggul dibanding dengan tiga model lainnya dalam memprediksi pola dan tren absensi pada attendance system-based face recognition. Dimana, model *random forest* dan *XGBoost* memiliki tingkat akurasi tertinggi dengan skor yang sama yaitu 0.99, dan nilai F-1 skor dan recall yang sama tingginya juga. Namun, *Random Forest* memiliki nilai presisi lebih unggul 0.01 poin jika dibandingkan dengan *XGBoost*, sehingga model ini merupakan model yang terbaik untuk digunakan dalam tugas untuk prediksi pada pola absensi dimasa depan. Selain itu, nilai *AUC-ROC* pada model *random forest* dan *Xgboost* berada diatas 0.8, ini menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang kuat dan dapat diandalkan untuk kebanyakan keperluan praktis. Hasil metrik pengukuran ini dapat dilihat melalui Table 9.11.

Tabel 9.11. Hasil metrik pengukuran pada kelima model (machine learning dan deep learning) untuk prediksi pola absensi

| Model Machine Learning dan Deep Learning | Metrik Pengukuran | | | | |
|--|-------------------|----------|-----------|--------|----------|
| | AUC-ROC | Accuracy | Precision | Recall | F1-Score |
| Random Forest | 0.88 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 |
| Extreme Gradient Boosting (XGBoost) | 0.80 | 0.99 | 0.98 | 1.00 | 0.99 |
| Super Vector Machine (SVM) | - | 0.56 | 0.56 | 1.00 | 0.72 |
| K-Nearest Neighbour | - | 0.95 | 0.93 | 0.99 | 0.96 |
| Neural Network | 0.55 | 0.53 | 0.59 | 0.54 | 0.56 |

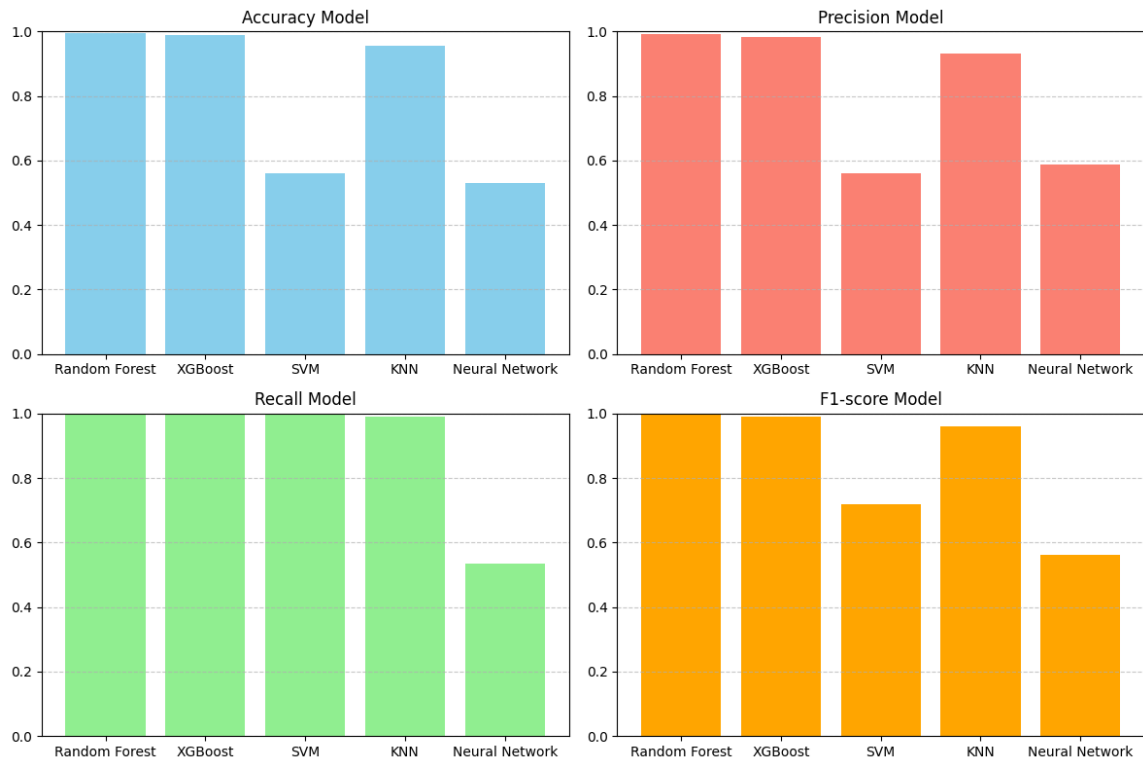
Pada tiga model lainnya, KNN memiliki evaluasi nilai yang lebih baik dari dua model lainnya, nilainya juga tidka berbeda jauh dengan kedua model sebelumnya. Untuk tingkat akurasi KNN adalah 0.95 poin, dimana ini 0.04 poin lebih rendah dari kedua model ensemble sebelumnya, begitu juga dengan presisi, recall dan F1-score pada KNN, walaupun lebih unggul

dari NN dan SVM, model KNN masuk ke urutan ke-3 dalam peringkat prediksi pada penelitian ini. Sedangkan untuk dua model lainnya, memiliki nilai evaluasi yang hampir sama rendahnya walaupun nilai recall-nya sempurna, namun, dalam hal ini, kedua model ini terlihat tidak cukup baik dalam melakukan prediksi pada pola absensi karyawan.

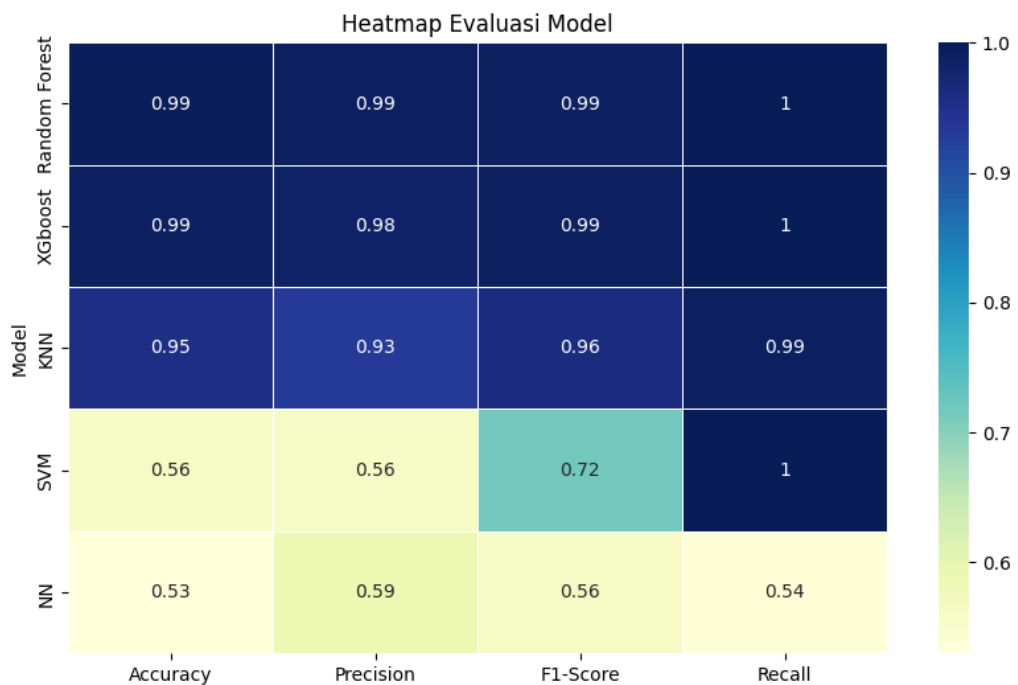


Gambar 9.6. Visualisasi perbandingan akurasi pada model yang digunakan untuk prediksi pola absensi

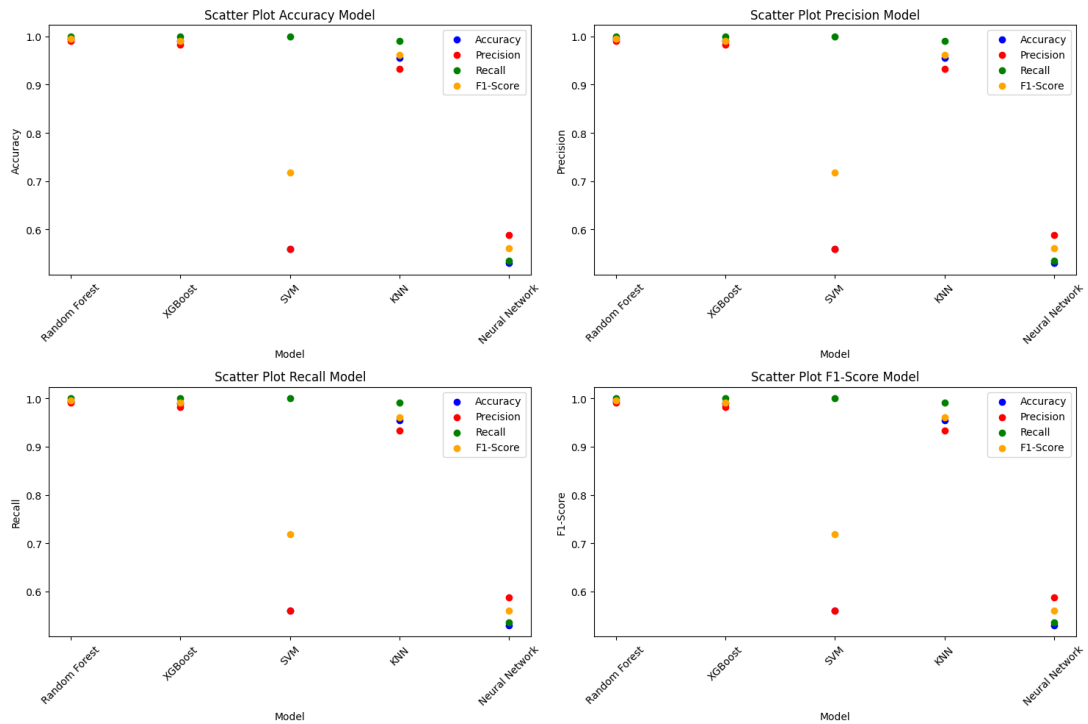
Dari hasil pengukuran empat metrik yang digunakan pada keempat model, dapat dikatakan bahwa model random forest memiliki performa terbaik untuk memprediksi pola dan tren absensi pada attendance sistem, namun XGBoost juga memiliki performa yang sama baiknya dengan Random forest, sehingga kedua model ini dapat diterapkan pada sistem absensi perusahaan untuk memprediksi pola absensi karyawan yang tepat waktu dan telat ketika masuk kantor, serta dapat digunakan untuk memprediksi tren yang muncul dalam sistem absensi perusahaan. Untuk lebih detailnya, hasil pengukuran metrik perbandingan lima model yang digunakan dalam buku ini, dapat dilihat melalui gambar 9.6, 9.7, 9.8, 9.9, 9.10 dan 9.11.



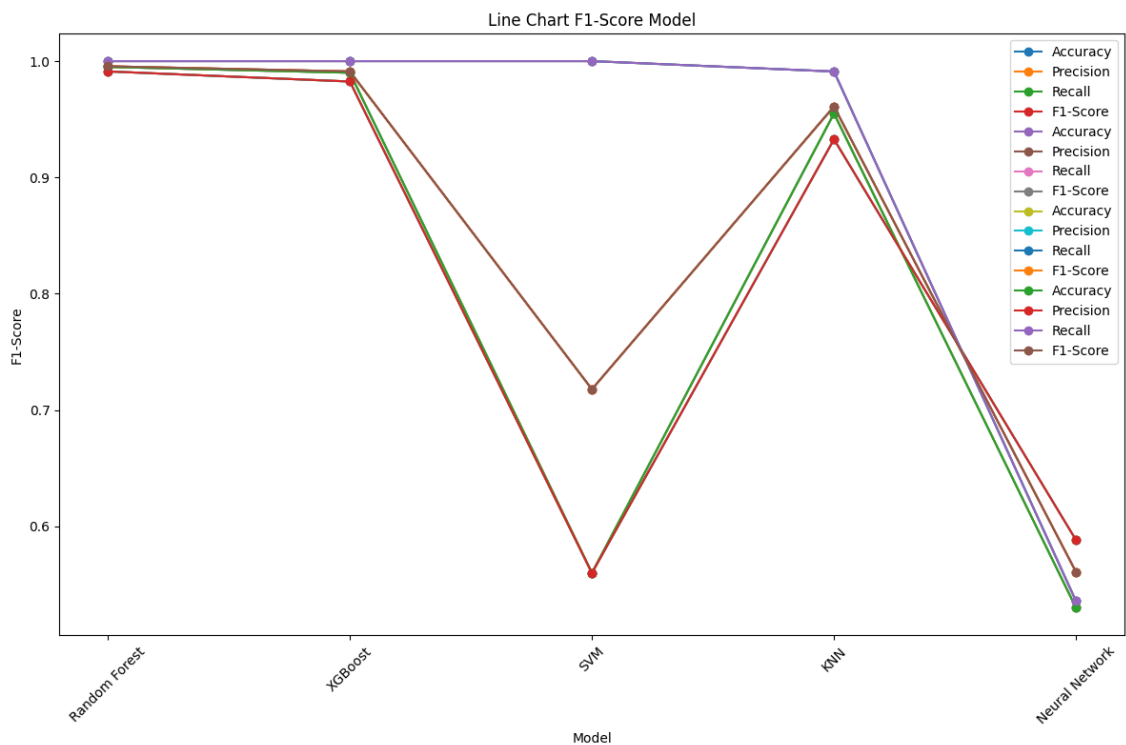
Gambar 9.7. Visualisasi diagram batang pada kinerja 4 metrik pada model yang digunakan untuk prediksi pola absensi



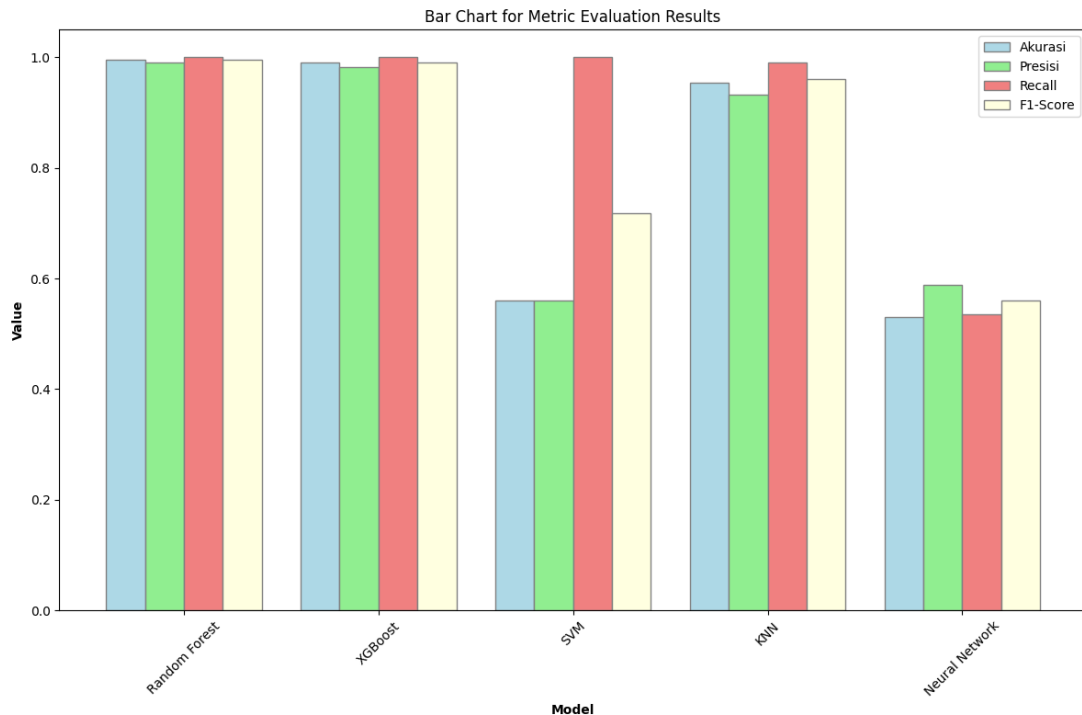
Gambar 9.8. Representasi diagram Heatmap terkait kinerja empat metrik evaluasi pada lima Model yang digunakan untuk prediksi pola absensi



Gambar 9.9. Scatter plot diagram untuk skor akurasi pada lima model yang digunakan untuk prediksi pola absensi



Gambar 9.10. Diagram garis untuk nilai F1-score pada lima model yang digunakan untuk prediksi pola absensi



Gambar 9.11. Diagram batang Hasil Evaluasi model yang digunakan untuk prediksi pola absensi

Hasil Uji Normalitas

Dataset yang digunakan pada penelitian memiliki jumlah lebih dari 1000 data, namun setelah melewati pra-processing data, ditemukan bahwa data tidak terdistribusi secara normal. Dalam hal ini, normalisasi data dilakukan menggunakan beberapa metode, min-max scaling dan pengapusan outlier pada pencilan yang ada pada data. Identifikasi pencilan dilakukan pada data menggunakan IQR, dan dilakukan penghapusan outlier hingga tidak ditemukan lagi data pencilan pada dataset. Dataset dicek kembali melalui array boolean untuk memastikan setiap nilai bukanlah pencilan. Selanjutnya dilakukan uji-p untuk melihat dan membantu menentukan apakah hasil yang diperoleh dari data sampel cukup kuat untuk menolak hipotesis nol (null hypothesis), yang biasanya menyatakan bahwa tidak ada efek atau perbedaan yang signifikan. Untuk statistik deskriptif dari data dapat dilihat melalui gambar 9.12 dengan gambar (kiri) adalah hasil deskriptif dari data yang belum dinormalisasi dan (kanan) adalah hasil data setelah dinormalisasi, sedangkan hasil untuk uji p-value dapat dilihat melalui tabel 9.12.

P-Value Test

```
# -*- coding: utf-8 -*-
"""Shapiro-Wilk p-value.ipynb

Automatically generated by Colab.

Original file is located at
https://colab.research.google.com/drive/1szH7fs94BLZMHaJgS-UoAj4KLQ4-W4wC
"""
```

```

from scipy.stats import shapiro, kstest

# Evaluation data model SVM
svm_accuracy = 0.9722222222222222
svm_precision = 1.0
svm_recall = 0.957983193277311
svm_f1_score = 0.9785407725321889

# Evaluation data model Random Forest
rf_accuracy = 0.9833333333333333
rf_precision = 1.0
rf_recall = 0.9747899159663865
rf_f1_score = 0.9872340425531915

# Evaluation data model Decision Tree
dt_accuracy = 0.9833333333333333
dt_precision = 1.0
dt_recall = 0.9647899159663865
dt_f1_score = 0.9772340425531915

# Shapiro-Wilk Test for model SVM
stat, p_value = shapiro([svm_accuracy, svm_precision, svm_recall, svm_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for SVM:", p_value)

# Shapiro-Wilk Test for model Random Forest
stat, p_value = shapiro([rf_accuracy, rf_precision, rf_recall, rf_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for Random Forest:", p_value)

# Shapiro-Wilk Test for model Decision Tree
stat, p_value = shapiro([dt_accuracy, dt_precision, dt_recall, dt_f1_score])
print("Shapiro-Wilk p-value for decision tree:", p_value)

# Kolmogorov-Smirnov Test model SVM
stat, p_value = kstest([svm_accuracy, svm_precision, svm_recall, svm_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for SVM:", p_value)

# Kolmogorov-Smirnov test model random forest
stat, p_value = kstest([rf_accuracy, rf_precision, rf_recall, rf_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for random forest:", p_value)

# Kolmogorov-Smirnov test model decision tree
stat, p_value = kstest([dt_accuracy, dt_precision, dt_recall, dt_f1_score], 'norm')
print("Kolmogorov-Smirnov p-value for decision tree:", p_value)

import pandas as pd

# Result of Norm data test
data = {
    "Model": ["SVM", "Random Forest", "Decision Tree"],
    "Shapiro-Wilk p-value": [0.8909032344818115, 0.899372935295105, 0.899372935295105],
    "Kolmogorov-Smirnov p-value": [0.0016328371988269892, 0.0014763816503545763,
0.0015677383357370386]
}

# dataframe dict
df = pd.DataFrame(data)

# Show table
display(df)

```

```
# Statistik deskriptif
print(dataset.describe())
```

| | Usia | Jam Masuk | Jam Pulang | | Usia | Jam Masuk | Jam Pulang |
|-------|------------|--------------|--------------|-------|------------|--------------|--------------|
| count | 998.000000 | 998.000000 | 998.000000 | count | 998.000000 | 998.000000 | 998.000000 |
| mean | 24.783567 | 28891.425852 | 59661.434870 | mean | 0.420396 | 28891.425852 | 59661.434870 |
| std | 2.988653 | 122.457124 | 2100.541061 | std | 0.332073 | 122.457124 | 2100.541061 |
| min | 21.000000 | 28800.000000 | 55255.000000 | min | 0.000000 | 28800.000000 | 55255.000000 |
| 25% | 22.000000 | 28800.000000 | 57673.500000 | 25% | 0.111111 | 28800.000000 | 57673.500000 |
| 50% | 25.000000 | 28806.000000 | 58242.500000 | 50% | 0.444444 | 28806.000000 | 58242.500000 |
| 75% | 27.000000 | 28964.000000 | 61803.500000 | 75% | 0.666667 | 28964.000000 | 61803.500000 |
| max | 30.000000 | 29308.000000 | 62755.000000 | max | 1.000000 | 29308.000000 | 62755.000000 |

Gambar 4.12. hasil data normalisasi statistik deskriptif pada prediksi pola absensi menggunakan machine learning dan deep learning untuk pengambilan Keputusan

Tabel 4.12. Hasil uji p-value pada prediksi pola absensi menggunakan machine learning dan deep learning untuk pengambilan keputusan

| No | Model | Shapiro-Wilk p-value | Kolmogorov-Smirnov p-value |
|----|---------------|----------------------|----------------------------|
| 1 | Random Forest | 0.826500 | 0.001337 |
| 2 | XGBoost | 0.829337 | 0.001410 |
| 3 | SVM | 0.184938 | 0.014016 |
| 4 | KNN | 0.862744 | 0.001896 |
| 5 | NN | 0.787177 | 0.026451 |

Nilai p (p-value) dari uji Shapiro-Wilk menunjukkan hasil pengujian normalitas pada distribusi error atau residual dari prediksi model. Dalam interpretasi nilai, secara umum, jika nilai p lebih besar dari α ($\alpha = 0.05$), maka data berasal dari distribusi normal. Dalam hal ini, p-value shapiro-wilk pada random forest adalah 0.826500, dan Xgboost adalah 0.829337, dimana nilai p ini jauh lebih besar dari 0.05, sehingga tidak menolak hipotesis nol. Distribusi error untuk kedua model ini dianggap mengikuti distribusi normal. Sama halnya dengan p-value pada KNN dan NN (0.862744 dan 0.787177) sehingga kedua model ini juga dianggap mengikuti distribusi normal. Sedangkan untuk model SVM yang memiliki nilai *p-value* pada uji *Shapiro-Wilk* adalah 0.184938, merupakan satu-satunya nilai dengan bobot terkecil jika dibandingkan dengan 4 model lainnya namun masih lebih besar dari 0.05, walaupun sedikit kurang sesuai dengan distribusi normal tapi ini tidak cukup signifikan untuk menolak normalitas. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, semua model yang diuji menunjukkan nilai p yang lebih besar dari 0.05 pada uji *Shapiro-Wilk*, yang berarti bahwa tidak ada bukti kuat untuk menolak hipotesis bahwa distribusi error dari prediksi model-model ini mengikuti distribusi normal. Hasil ini menunjukkan indikasi positif terkait performa model.

Dengan demikian, semua model menunjukkan error yang secara statistik dapat dianggap mengikuti distribusi normal berdasarkan uji Shapiro-Wilk. Disisi lain, hasil uji p-value pada Kolmogorov-Smirnov pada model yang digunakan secara keseluruhan menunjukkan bahwa

nilai p yang didapatkan lebih kecil dari 0.05. Ini berarti kita menolak hipotesis nol bahwa distribusi error dari prediksi model-model ini mengikuti distribusi normal. Dengan kata lain, distribusi error dari semua model ini tidak normal menurut uji Kolmogorov-Smirnov. Dapat dikatakan, hasil evaluasi menunjukkan kinerja yang sangat baik pada kelima model yang digunakan karena hasil evaluasi mengikuti distribusi normal berdasarkan uji *Shapiro-Wilk*, meskipun uji *Kolmogorov-Smirnov* menunjukkan sedikit perbedaan.

9.5 ENSEMBLE AI UNTUK DETEKSI ANOMALI DAN ENKRIPSI DATA

Enkripsi Data Menggunakan Algoritma AES

Hasil enkripsi dataset menggunakan algoritma AES menghasilkan data yang terenkripsi, dalam hal ini data berhasil diubah menjadi format yang tidak dapat dibaca secara langsung oleh pihak yang tidak memiliki kunci enkripsi yang sesuai. Hasil enkripsi ini dapat dilihat melalui Table 9.13. Enkripsi data menggunakan kunci enkripsi yang digunakan untuk mengubah setiap blok data menjadi bentuk yang tidak terbaca, sehingga data tidak dapat dibaca oleh siapapun. Dengan demikian, potensi risiko kebocoran atau manipulasi data dapat diminimalisir, karena enkripsi yang dilakukan mampu memberikan lapisan perlindungan tambahan terhadap informasi sensitif yang tersimpan dalam dataset pada sistem absensi. Selain itu, hanya pihak tertentu yang memiliki kunci enkripsi yang dapat mendekripsi dan mengakses data secara sah. Sehingga integritas dan kerahasiaan informasi pengguna dan pihak yang terlibat lebih terjaga.

Tabel 9.13. Hasil tampilan semua kolom pada data attendance system yang dienkripsi menggunakan algoritma AES

| |
|--|
| Tampilan pada semua kolom yang dienkripsi |
| ev68QJGDCMEmXCBSi84Y8dVg3qQNaDOcl4wolK5N0GPSV4Rs7Ad9bkJcpEWMJziS BLyFehGp2u40fdf89WSIUvqwt/0Yxkz5HJlfx7fIQZwv0hIjjT0vzzfEPyrB5j12VGY4Gm/ gWvFPyQyRxO6HznQGWw9+ESuZaDY7DcnwmwB5LVaD03Jl0bJeQiQmTaCIKFMh5 6idA7I15tw6uZNSAA== |

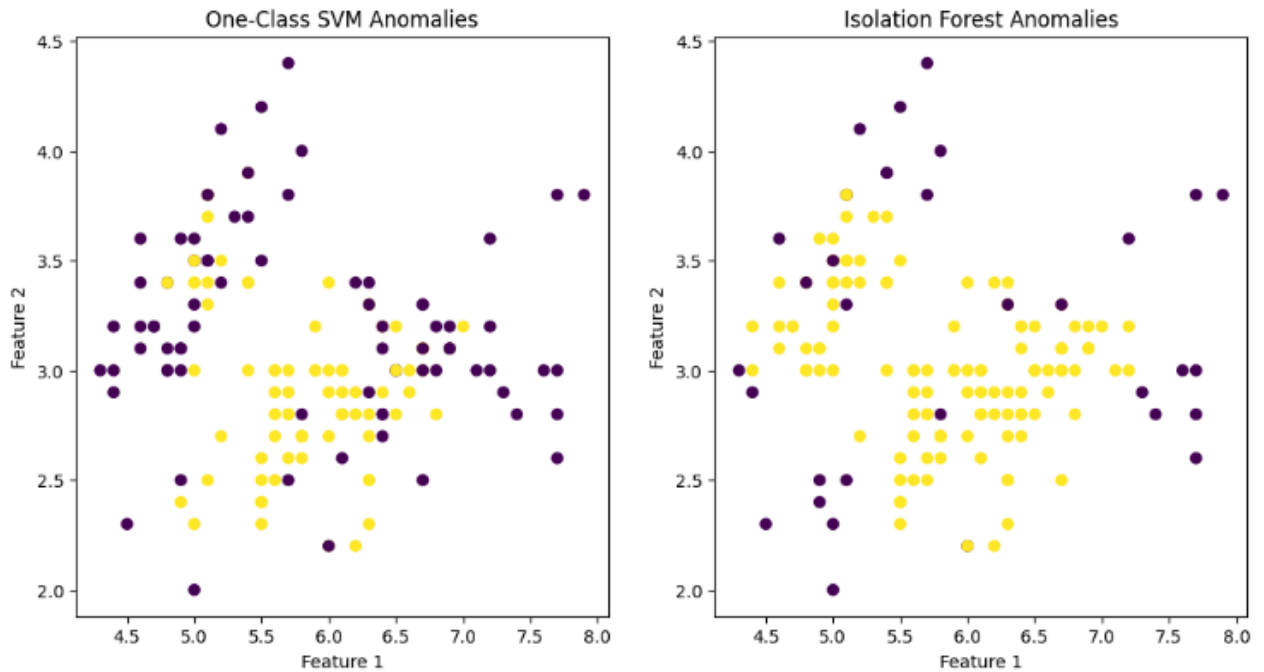
Deteksi Anomali menggunakan Ensemble AI dengan teknik Voting

Hasil dari diagram sebaran masing-masing model dapat dilihat pada gambar 9.13. Hasil menunjukkan bahwa model *One-Class SVM* dan *Isolation Forest* memberikan prediksi yang cukup baik dalam menyebar anomali pada data. Pada diagram sebaran, titik-titik data anomali tersebar dengan baik di seluruh area, ini menunjukkan bahwa kemampuan model dalam mengidentifikasi anomali terdistribusi secara merata. Batas yang dibentuk oleh model *One-Class SVM* menunjukkan pemisahan data normal dan anomali dengan sangat jelas, sementara struktur forest yang dibentuk oleh *Isolation Forest* juga mampu mengekstraksi dan mengisolasi

Meningkatkan Keamanan Data Pada Attendance System Berbasis Face Recognition:

Integrasi Machine Learning, Deep Learning Dan Ensemble AI Pada Manajemen Proyek Teknologi Informasi

anomali dengan baik. Ini sejalan dengan temuan (G. Lee et al., 2023) dan (Wang et al., 2023) yang memiliki hasil baik pada penggunaan *one-class SVM*.

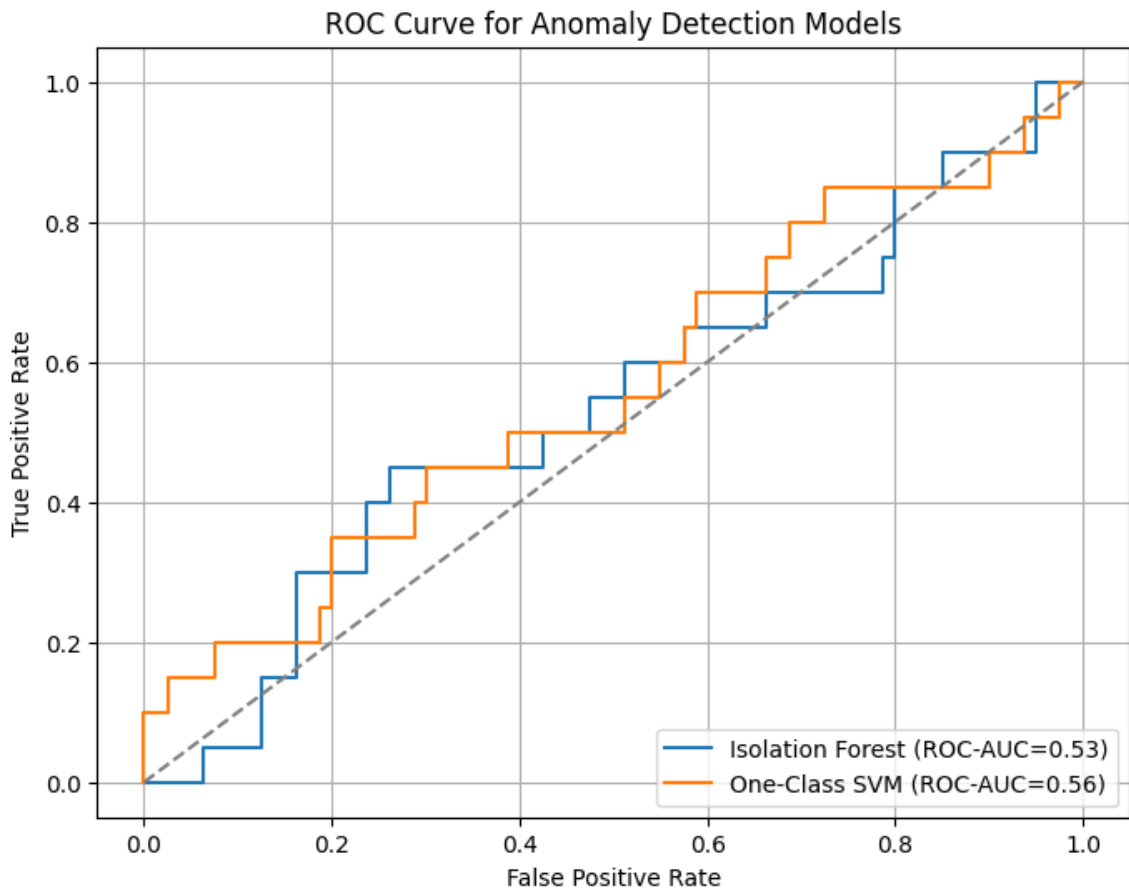


Gambar 9.13. Diagram sebaran untuk prediksi anomali menggunakan model *One-Class SVM* dan *Isolation Forest*

Sedangkan untuk hasil evaluasi metrik *ROC-Curve* dari model yang diterapkan dapat dilihat melalui Gambar 9.13. Dimana, model *Isolation Forest* memiliki nilai *ROC-Curve* sebesar 0.53, sementara model *One-Class SVM* memiliki nilai yang sedikit lebih tinggi, yaitu 0.56. Hasil ini menunjukkan bahwa model *One-Class SVM* cenderung lebih baik dalam memisahkan anomali dari data normal daripada *Isolation Forest* dalam kasus ini. Meskipun kedua model mampu mengidentifikasi anomali, model *One-Class SVM* memberikan performa yang sedikit lebih baik berdasarkan nilai *ROC-Curve*-nya. Oleh karena itu, dalam konteks deteksi anomali yang diuji dalam buku ini, model *One-Class SVM* dapat dianggap lebih efektif. Data ini juga didukung dengan hasil dari nilai proporsisi anomali dan skor ROC-AUC dari dua model yang digunakan untuk deteksi anomali dapat dilihat pada Tabel 9.14.

Hasil menunjukkan bahwa, proporsi anomali yang terdeteksi pada model *One-Class SVM* sebesar 0.133, dengan skor ROC-AUC sebesar 0.847775. Sementara itu, pada model *Isolation Forest*, proporsi anomali yang terdeteksi lebih tinggi, yaitu sebesar 0.222, namun skor ROC-AUC-nya justru lebih rendah, yaitu 0.571566. Ini menunjukkan bahwa meskipun *Isolation Forest* dapat mendeteksi lebih banyak anomali, kinerja keseluruhan model dalam

memisahkan anomali dari data normal lebih rendah dibandingkan dengan *One-Class SVM*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa, *One-Class SVM* merupakan pilihan yang baik untuk deteksi anomali.



Gambar 9.14. Hasil visualisasi Kurva ROC pada model seteksi anomali

Tabel 9.14. Hasil nilai proporsisi anomali dan skor ROC-AUC pada masing-masing model ensemble AI untuk deteksi anomali

| Model | Anomaly Proportion | ROC-AUC Score |
|--------------------|--------------------|---------------|
| 0 One class SVM | 0.133 | 0.847775 |
| 1 Isolation Forest | 0.222 | 0.571566 |

Simpulan

Integrasi teknologi liveness detection dengan model deep learning pada sistem kehadiran berbasis pengenalan wajah, hasil menunjukkan bahwa akurasi pengujian sebesar 87% dalam *face recognition*, ini memperlihatkan kemampuan sistem untuk mengidentifikasi individu dengan akurat dan membedakan subjek hidup dari upaya pemalsuan. Selain itu nilai akurasi 95% didapatkan pada pada kinerja teknologi *Liveness Detection* dan 98% integrasi

teknologi *Liveness Detection* dengan *Deep Learning*. Sedangkan untuk integrasi teori DSS menggunakan machine learning untuk memprediksi guru yang berprestasi, hasil menunjukkan bahwa, model *Random Forest* merupakan model terbaik untuk prediksi guru yang berprestasi dan yang perlu dibina, dimana hasil *F1 score* dan *recall* pada *Random Forest* memiliki tingkat skor paling tinggi masing-masing 97% dan 98% dibanding *SVM* dan *Decision Tree*.

Dalam penerapan teori reward dan punishment, hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi sistem reward dan punishment dalam manajemen absensi memiliki dampak signifikan terhadap tingkat kehadiran karyawan. Ini ditunjukkan dengan persentase kehadiran naik sekitar 5% dari 86.52% tingkat kehadiran menjadi 90.44% ketika metode reward dan punishment diterapkan pada sistem absensi karyawan. Pemberian reward yang sesuai dapat meningkatkan motivasi karyawan untuk mematuhi jadwal kerja dan hadir secara konsisten, sementara pemberian punishment cenderung mengarah pada tingkat kehadiran yang lebih rendah.

Pada prediksi pola absensi untuk mendukung pengambilan keputusan, temuan mengungkapkan bahwa *Random Forest* dan *XGBoost* merupakan prediktor paling akurat dalam menentukan ketepatan waktu atau keterlambatan karyawan, dengan mempertimbangkan rentang usia dan faktor-faktor relevan lainnya, mencapai tingkat akurasi sebesar 99%. *Random Forest* sedikit lebih unggul dibandingkan *XGBoost* dalam hal akurasi dan skor F1 dengan selisih 0,01%. Studi ini menonjol karena menggabungkan data sistem kehadiran dengan metode *Machine Learning (ML)* dan *Deep Learning (DL)* untuk memprediksi pola kehadiran berdasarkan usia dan berbagai parameter lainnya, sehingga meningkatkan proses pengambilan keputusan dan manajemen kinerja. Terakhir, dalam deteksi anomali dan penerapan teori kriptografi, hasil enkripsi database menunjukkan tingkat keamanan lebih sehingga data yang tersimpan pada database *MySQL* untuk sistem absensi yang digunakan menjadi lebih aman. Selain itu, hasil penggunaan model ensemble AI untuk deteksi anomali menunjukkan bahwa teknik ensemble voting yang diusulkan mampu meningkatkan akurasi deteksi anomali dan menjaga keamanan data dari potensi pencurian dengan skor akhir ROC-AUC adalah 0.84 untuk *One class SVM* dan 0.57 untuk *Isolation Forest*.

BAB 10

EFISIENSI SISTEM ABSENSI

10.1 DAMPAK PENERAPAN SISTEM ABSENSI

Buku ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas sistem absensi berbasis pengenalan wajah dalam meningkatkan kehadiran karyawan serta menganalisis dampak penerapan reward dan punishment terhadap tingkat kehadiran. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa, dalam sistem absensi berbasis pengenalan wajah, teknologi yang diintegrasikan dengan *liveness detection* dan *deep learning* mampu meningkatkan akurasi dan keamanan dalam mencatat kehadiran karyawan. Sistem ini berhasil mengidentifikasi wajah dengan tingkat akurasi yang tinggi, sehingga meminimalkan kecurangan dalam pencatatan absensi. Selain itu, penerapan *reward* terbukti efektif dalam meningkatkan kehadiran karyawan, sementara punishment memiliki dampak yang cenderung negatif. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan yang lebih positif dalam memotivasi karyawan dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pendekatan yang bersifat menghukum.

Dalam penggunaan teknologi *Liveness Detection* dan *Deep Learning* untuk optimisasi sistem absensi berbasis pengenalan wajah (*Face Recognition*), hasil akurasi menunjukkan adalah 87%. Hasil ini menunjukkan bahwa model *Deep Learning* (*Convolution Neural Network*) menggunakan arsitektur VGG 16 dengan *fine-tuning* mampu mengidentifikasi wajah dengan akurat. Sistem juga menunjukkan kinerja yang baik dalam membedakan subjek hidup dengan subjek palsu (foto atau video) yang diujikan melalui *face recognition* mencapai akurasi 95%. Selain itu, model *deep learning* yang dilatih menggunakan 20% dataset dengan teknik *liveness detection* juga mampu mencapai tingkat akurasi pengenalan yang tinggi untuk identifikasi wajah guru dengan hasil akurasi 98%, serta menunjukkan toleransi yang baik terhadap variasi pose dan kondisi pencahayaan.

Disisi lain, integrasi teori DSS menunjukkan hasil dengan tingkat presisi yang cukup tinggi. Model *machine learning* (*Super Vector Machine*, *Decision Tree*, dan *Random Forest*) yang diintegrasikan dengan teori DSS menunjukkan tingkat akurasi yang baik terutama pada model *Decision Tree* (98.3%) dan *Super Vector Machine* (97.2%). Selain itu, analisis sensitivitas pada teori DSS yang diterapkan pada model prediksi *machine learning* dengan pendekatan klasifikasi

untuk menganalisis kinerja dan memprediksi guru SMK yang berprestasi dan yang perlu diibina menunjukkan bahwa semua model yang digunakan cukup jarang melakukan kesalahan dalam mengklasifikasikan guru yang berprestasi dan yang perlu dibina. Ketiga model yang digunakan juga menunjukkan hasil evaluasi metrik yang sama baiknya namun dalam hal ini, model *Super Vector Machine* dan *Decision Tree* memiliki keunggulan lebih dalam memprediksi klasifikasi guru. Dengan demikian, untuk tugas prediksi dalam buku ini, dapat disimpulkan bahwa *random forest* dan *decision tree* merupakan pilihan yang sangat baik jika dibandingkan dengan model *Super Vector Machine*.

Untuk penerapan teori *Reward* dan *Punishment* pada pola dan tren absensi menggunakan teknik *Machine Learning (Clustering K-Means)* dengan 3 model *machine learning (Super Vector Machine, Naïve Bayes, dan Decision Tree)* pada sistem absensi berbasis *face recognition*, menunjukkan dampak yang cukup signifikan terhadap tingkat kehadiran guru disekolah. Hal ini, didukung dengan persentase kehadiran yang naik sekitar 5% dari 86.52% menjadi 90.44% setelah metode *reward* dan *punishment* diterapkan pada sistem absensi guru. Para guru menjadi lebih disiplin dan tepat waktu dalam melakukan absensi masuk dan absensi pulang. Pemberian *reward* yang sesuai dapat meningkatkan motivasi guru untuk mematuhi jadwal kerja dan hadir secara konsisten, sementara pemberian *punishment* cenderung mengarah pada tingkat kehadiran yang lebih rendah. Selain itu hasil menunjukkan bahwa implementasi sistem *reward* dan *punishment* dalam manajemen absensi dapat memengaruhi tingkat kehadiran guru, di mana pemberian *reward* berkorelasi positif dengan tingkat kehadiran yang lebih tinggi, sementara pemberian *punishment* berkorelasi negatif dengan tingkat kehadiran.

Pada prediksi pola absensi menggunakan *Deep Learning* dan *Machine Learning* berdasarkan rentang usia guru di SMK, hasil menunjukkan bahwa, dari 5 model yang digunakan (*Random Forest, Extreme Guardiant Boost (XGBoost), Super Vector Machine, K-Nearest Neighbor (KNN)* dan *Neural Network*), hanya dua model yang saja yang menghasilkan nilai prediksi terbaik yaitu *Random Forest* dan *XGBoost* dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi (0.99), disusul dengan KNN sebagai urutan ke tiga dengan tingkat akurasi yang sedikit lebih rendah. Tingkat akurasi pada kedua model pertama menunjukkan bahwa kedua model (*Random Forest* dan *XGBoost*) memiliki keunggulan lebih dalam memprediksi klasifikasi dan pola absensi yang muncul berdasarkan usia guru.

Untuk tugas prediksi pola berdasarkan rentang usia, *random forest* dan *XGBoost* dapat dianggap sebagai pilihan yang sangat baik dibanding KNN, SVM dan *Neural network*. Sedangkan model NN dalam hal ini memiliki hasil evaluasi yang cukup buruk pada semua metrik evaluasi, dimana, model ini butuh lebih dikembangkan lagi karena terlalu sederhana sehingga dimasa depan, model ini bisa lebih di kembangkan lagi terkait penyyetelan lebih lanjut dan peningkatan dalam arsitektur atau pelatihan modelnya. Dalam hal ini, dapat dikatakan bahwa, model *Random Forest* dan *XGBoost* merupakan prediktor yang paling akurat untuk pediksi ketepatan waktu atau keterlambatan absensi guru SMK dengan pertimbangan usia dan faktor-faktor relevan lainnya, mencapai tingkat akurasi sebesar 99%. *Random Forest* sedikit mengungguli *XGBoost* dalam hal akurasi dan *F1-score* sebesar 0,01%.

Terakhir, penggunaan algoritma AES untuk enkripsi data dan *Ensemble Artificial Intelligence (AI)* dalam meningkatkan keamanan data pada sistem absensi dan deteksi anomali, hasil menunjukkan bahwa *ensemble AI* dengan teknik *voting* yang diusulkan mampu meningkatkan akurasi deteksi anomali dan meningkatkan keamanan data dari potensi pencurian. Ini didukung dengan hasil skor akhir *ROC-AUC* sekitar 0.84 untuk *One class SVM* dan 0.57 untuk *Isolation Forest*. Pendekatan *ensemble AI (one-class SVM dan Isolation Forest)* dengan teknik *voting* dan enkripsi data dapat secara signifikan meningkatkan kinerja model deteksi anomali. Penggunaan metrik *ROC-AUC* membantu dalam mengevaluasi kinerja relatif dari dua model *AI* yang digunakan untuk membedakan antara data normal dan anomali. Enkripsi data menggunakan algoritma AES memberikan lapisan perlindungan tambahan terhadap informasi sensitif dalam dataset, mengurangi risiko kebocoran atau manipulasi data. Walaupun berbeda sekitar 3% pada hasil akhir, metrik *AUC-ROC* menunjukkan tingkat sensitif terhadap kedua kelas, tidak hanya mayoritas, yang konsisten dengan kebutuhan dalam deteksi anomali di mana pola anomali merupakan pola minoritas dalam data.

10.2 KONTRIBUSI SISTEM ABSENSI DALAM MANAJERIAL

Buku ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan teori dalam manajemen sumber daya manusia, khususnya dalam konteks IT manajemen proyek absensi, serta penerapan sistem reward dan punishment dalam konteks sistem absensi berbasis face recognition. Secara teoritis, buku ini memperkuat argumen bahwa penggunaan *data analytics* dan teknologi pengenalan wajah dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai faktor-faktor yang

mempengaruhi kehadiran guru SMK. Selain itu, melalui mengintegrasikan teknologi pengenalan wajah dengan mekanisme reward and punishment, buku ini telah menunjukkan bagaimana teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan disiplin dan kepatuhan dalam lingkungan kerja pendidikan (SMK). Hasil buku ini telah memperkaya pemahaman kita tentang efektivitas insentif dan disinsentif dalam konteks teknologi modern. Pada penelitian sebelumnya, aplikasi teknologi dalam konteks ini belum banyak dieksplorasi, sehingga melalui buku ini telah berhasil menambah dimensi baru dalam literatur penelitian yang ada (B. F. Skinner, 1965; Bakar et al., 2022; Kubanek et al., 2015; Nuttin & Greenwald, 1968; Podsakoff & Todor, 1985; Wibowo et al., 2022; Wu et al., 2022). Begitu juga dengan penggunaan teknologi dalam manajemen absensi memberikan wawasan baru dalam teori manajemen SDM (sumber daya manusia). Hasil penelitian telah menunjukkan bahwa, reward yang tepat dapat meningkatkan motivasi, disiplin dan kehadiran karyawan, sedangkan punishment perlu diterapkan dengan hati-hati untuk menghindari dampak negatif pada motivasi.

Dalam kaitannya dengan teori pengenalan wajah (*face recognition*), buku ini memperkuat argumen bahwa teori pengenalan pola yang menjadi dasar dari teknologi pengenalan wajah memberikan pemahaman lebih mendalam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, ekstraksi fitur dan perbandingan vektor fitur wajah dapat diimplementasikan dengan akurasi tinggi untuk mengidentifikasi individu pada sistem absensi berbasis *face recognition*. Metode PCA (*Principal Component Analysis*) yang digunakan terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi pengenalan wajah. Ini berkaitan erat dengan integrasi teknologi *Liveness Detection* yang dikombinasikan dengan *Deep Learning*. Dimana, hasil penelitian menegaskan pentingnya validasi keaslian subjek dan penggunaan model *deep learning* terlatih secara intensif dalam meningkatkan kinerja pengenalan wajah. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan keamanan sistem *face recognition*, tetapi juga mampu meningkatkan akurasi pengenalan wajah dengan nilai akurasi pengujian yang mencapai 87%. Pada penelitian sebelumnya, belum banyak integrasi *liveness detection* yang digunakan meningkatkan keamanan sistem (Kamanga et al., 2022; Khairnar et al., 2023; Surantha & Sugijakko, 2024a), sehingga, hasil buku ini memberikan landasan bagi pengembangan lebih lanjut dalam bidang pengenalan pola wajah dan keamanan data, serta menunjukkan potensi teknologi *liveness detection* dalam meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem manajemen absensi di berbagai konteks. Dengan demikian, buku ini memberikan kontribusi

yang berharga dalam memperluas pemahaman tentang integrasi teknologi *liveness detection* dan *deep learning* dalam aplikasi manajemen absensi berbasis *face recognition*.

Buku ini menguatkan pentingnya teori keamanan informasi dalam menjaga data absensi yang sensitif serta menerapkan teknik enkripsi data, seperti algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES), untuk melindungi data dari akses yang tidak sah dan menjaga integritas serta kerahasiaan data karyawan. Di samping itu, buku ini juga menyoroti aplikasi machine learning dan deep learning dalam sistem absensi. Penggunaan algoritma deep learning dalam pengenalan wajah menunjukkan bahwa teknologi ini mampu mempelajari dan mengenali pola dengan tingkat akurasi yang tinggi, yang secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem absensi. Implikasi teoritis dari buku ini berbeda dari penelitian sebelumnya dengan menekankan integrasi antara keamanan informasi dan kemajuan teknologi pengenalan wajah (Aware et al., 2021; Gode et al., 2023; Painuly et al., 2024; Pattnaik & Mohanty, 2020; Surantha & Sugijakko, 2024b; Suriya et al., 2023), menunjukkan pentingnya pendekatan holistik dalam merancang sistem absensi yang aman dan efisien. Selain itu, implikasi ini juga menyoroti pentingnya penelitian lintas disiplin antara keamanan informasi dan machine learning untuk mengoptimalkan sistem absensi. Dengan menggabungkan kedua teori ini, buku ini membuka peluang baru untuk mengembangkan metode baru dalam bidang keamanan data serta meningkatkan kinerja sistem absensi secara keseluruhan. Hal ini menggarisbawahi perlunya kolaborasi antara ahli keamanan informasi dan pakar machine learning untuk menghadapi tantangan yang kompleks dalam melindungi data sensitif dan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan.

Buku ini merupakan sebuah terobosan baru karena menggabungkan elemen-elemen manajemen dengan teknologi, khususnya dalam bidang Manajemen Proyek Teknologi Informasi (ITPM). Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya fokus pada salah satu aspek (Arefazar et al., 2022; Brandl et al., 2021; Ghorbani & Shafaghat, 2020; Islam & Evans, 2020; Lalmi et al., 2021; Marnewick & Marnewick, 2022; Miller et al., 2023), buku ini menawarkan inovasi melalui pengembangan sistem manajemen absensi yang terintegrasi dengan teknologi pengenalan wajah (*face recognition*). Sistem ini tidak hanya mengelola kehadiran karyawan secara efisien, tetapi juga mengintegrasikan teknologi canggih seperti *Machine Learning*, *Deep Learning*, dan *Kecerdasan Buatan* (AI) untuk meningkatkan akurasi dan keandalan. Selain itu, untuk menjamin keamanan data, sistem ini dilengkapi dengan enkripsi AES yang kuat. Dengan memadukan prinsip-prinsip manajemen proyek yang sistematis dan teknologi mutakhir, buku ini berpotensi memberikan

kontribusi signifikan dalam meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keamanan manajemen proyek di era digital.

10.3 MANAJERIAL KARYAWAN BERBASIS SISTEM ABSENSI

Implikasi praktis dari buku ini mencakup beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan oleh sekolah atau instansi lainnya untuk meningkatkan manajemen absensi karyawan:

1. ***Penerapan Teknologi Canggih***. Sekolah dapat mempertimbangkan penggunaan teknologi pengenalan wajah dengan liveness detection untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam memantau kehadiran guru. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan akurasi pencatatan, tetapi juga meningkatkan keamanan data absensi. Integrasi teknologi *Liveness Detection* dengan *Deep Learning* tidak hanya meningkatkan keamanan dan akurasi dalam pencatatan kehadiran wajah guru SMK, tetapi juga memiliki potensi untuk diterapkan dalam berbagai bidang terkait seperti pengelolaan keamanan fisik, manajemen akses, dan keamanan informasi. Dengan memanfaatkan teknologi ini, sekolah dapat memastikan data absensi yang lebih dapat dipercaya dan akurat, serta meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas.
2. ***Program Reward yang Efektif***. Implementasi program reward yang tepat dapat memotivasi guru untuk hadir lebih disiplin. Sekolah dapat merancang program insentif yang adil dan transparan untuk meningkatkan motivasi dan produktivitas guru.
3. ***Evaluasi Kebijakan Punishment***. Kebijakan punishment harus dievaluasi secara berkala untuk memastikan bahwa tindakan yang diambil efektif dan tidak merusak motivasi guru. Sebaiknya sekolah fokus pada pendekatan yang lebih positif dan suportif dalam menangani masalah absensi.
4. ***Optimalisasi Sumber Daya Manusia***. Implementasi model Random Forest dan XGBoost dapat membantu manajemen dalam merencanakan penjadwalan kerja yang lebih efisien, mengurangi ketidakhadiran, dan meningkatkan produktivitas guru secara keseluruhan.
5. ***Peningkatan Ketertiban dan Kedisiplinan***. Dengan menggunakan model prediksi, manajemen dapat mengidentifikasi pola absensi guru dan mengambil langkah-langkah yang tepat untuk meningkatkan ketertiban dan kedisiplinan di tempat kerja, seperti mendorong guru untuk menjadi lebih disiplin dan tepat waktu dalam melakukan absensi.

6. ***Pengambilan Keputusan yang Lebih Baik dan Efisien.*** Prediksi pola absensi guru berdasarkan usia dan kategori tertentu memberikan informasi yang berharga bagi manajemen dalam mengambil keputusan yang lebih terarah dan strategis dalam mengelola kinerja guru serta merancang kebijakan yang lebih efektif untuk meningkatkan performa perusahaan.
7. ***Peningkatan Efektivitas Manajemen Kinerja.*** Dengan menggunakan teknik machine learning dan deep learning, manajemen dapat meningkatkan efektivitas dalam mengelola kinerja guru. Model prediktif dapat membantu mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja guru, memprediksi kinerja masa depan, dan memberikan rekomendasi untuk langkah-langkah yang dapat diambil guna meningkatkan kinerja secara keseluruhan.

Selain itu, dalam hal deteksi anomali dan keamanan data, manajemen perlu mempertimbangkan investasi dalam teknologi enkripsi data dan ensemble AI untuk meningkatkan keamanan data pada sistem kehadiran berbasis face recognition. Dengan menerapkan rekomendasi ini, diharapkan sekolah dapat meningkatkan kehadiran karyawan, mengurangi tingkat absensi, dan secara keseluruhan meningkatkan efisiensi operasional serta produktivitas guru disekolah.

10.4 KETERBATASAN DAN AGENDA MENDATANG

Dalam buku ini terdapat beberapa keterbatasan, diantaranya adalah:

1. **Keterbatasan data.** Salah satu keterbatasan utama dalam buku ini terkait dengan keterbatasan data yang digunakan. Buku ini menggunakan dataset absensi guru SMK yang spesifik, sehingga generalisasi hasil ke berbagai konteks mungkin memerlukan penyesuaian tambahan. Selain itu, penggunaan teknologi *ensemble AI* dan enkripsi data dapat memerlukan sumber daya dan keahlian khusus yang tidak selalu tersedia secara luas. Pengembangan model prediktif yang lebih akurat dan dapat diandalkan memerlukan dataset yang representatif dan komprehensif. Oleh karena itu, penelitian mendatang perlu memperluas dataset dengan mencari data tambahan dari sumber yang berbeda untuk meningkatkan validitas dan generalisasi hasil penelitian. Selanjutnya, evaluasi kinerja model deteksi anomali perlu diperluas dengan mempertimbangkan metrik lainnya untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif.

2. **Variabel yang terlibat.** Buku ini juga terbatas dalam jumlah dan variasi variabel yang digunakan dalam analisis. Melibatkan variabel yang lebih banyak dan bervariasi dapat membantu peneliti untuk memahami lebih dalam faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja guru dan menangkap kompleksitas yang lebih besar dari fenomena yang diamati. Selain itu, buku ini fokus pada prediksi pola absensi guru berdasarkan usia dan beberapa faktor tertentu. Untuk meningkatkan keakuratan prediksi, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan penambahan variabel lain seperti jenis pekerjaan, tingkat pendidikan, atau faktor lingkungan kerja lainnya yang dapat memengaruhi pola absensi
3. **Ukuran Sampel dan Generalisasi:** Keterbatasan utama buku ini adalah ukuran sampel yang digunakan cukup terbatas pada lingkungan atau perusahaan tertentu. Oleh karena itu, generalisasi hasil buku ini ke berbagai industri atau skala perusahaan yang berbeda mungkin memerlukan penelitian lebih lanjut dengan sampel yang lebih representatif.
4. **Evaluasi Model yang Lebih Komprehensif:** Meskipun buku ini telah menggunakan metrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, F1 score, dan ROC, AUC, penelitian mendatang dapat mempertimbangkan evaluasi model yang lebih komprehensif seperti analisis error yang lebih mendalam untuk memahami kinerja model secara menyeluruh

Dari keterbatasan yang disebutkan di atas, terdapat agenda penelitian mendatang/rekomendasi penelitian yang disarankan dimasa depan. Beberapa diantaranya adalah:

1. **Eksplorasi Model Machine Learning Alternatif:** Penelitian mendatang dapat memperluas wawasan dengan mengeksplorasi penggunaan berbagai model pembelajaran mesin alternatif. Membandingkan beberapa model dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang keefektifan dan kecocokan masing-masing model dalam konteks spesifik studi yang dilakukan.
2. **Pengembangan Model Prediktif yang Lebih Kompleks:** Agenda penelitian mendatang dapat fokus pada pengembangan model prediktif yang lebih kompleks dan adaptif. Dengan memperhatikan faktor-faktor yang lebih beragam dan kompleks, model prediktif dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat dan relevan untuk manajemen kinerja guru. Hal ini dapat meningkatkan kemampuan model dalam memprediksi pola absensi guru dengan lebih akurat dan holistik.
3. **Pengembangan Metode Evaluasi yang Lebih Komprehensif:** Penelitian selanjutnya dapat memperluas metode evaluasi yang digunakan untuk menilai kinerja model prediktif.

Selain metrik-metrik seperti akurasi, presisi, recall, F1-score, dan kurva AUC-ROC penelitian dapat mempertimbangkan penggunaan metode evaluasi lain yang dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang kualitas prediksi model.

4. **Studi longitudinal yang lebih luas.** Ini juga dapat dilakukan untuk mengamati dampak jangka panjang dari penerapan strategi *reward* dan *punishment* dalam manajemen absensi. Penelitian lintas sektor dan lintas negara juga dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif tentang faktor-faktor yang memengaruhi kehadiran guru.
5. **Memperluas Cakupan Variabel.** Penelitian lebih lanjut dapat memperluas cakupan variabel yang dipertimbangkan, seperti faktor motivasi intrinsik dan ekstrinsik, untuk memahami lebih dalam mekanisme di balik pengaruh reward dan punishment terhadap kehadiran guru.
6. **Studi Kasus Lintas Industri:** Penelitian mendatang dapat melibatkan studi kasus lintas industri untuk menguji generalisabilitas model prediktif yang dikembangkan. Dengan demikian, dapat dipahami sejauh mana model-model tersebut dapat diterapkan dalam berbagai konteks industri yang berbeda.
7. **Integrasi Teknologi Terbaru:** Penelitian mendatang dapat mengintegrasikan teknologi terbaru seperti pengolahan citra, analisis teks, atau Internet of Things (IoT) untuk meningkatkan kinerja model prediktif dalam memprediksi pola absensi guru dengan lebih baik. Agenda penelitian mendatang dapat juga mencakup eksplorasi lebih lanjut tentang integrasi teknologi ini dalam konteks aplikasi lain di luar manajemen kehadiran, seperti pengelolaan keamanan fisik, manajemen akses, dan keamanan informasi untuk memperluas dampak positif teknologi ini dalam berbagai bidang. Selain itu, perlu juga dilakukan penelitian lebih lanjut dalam mengidentifikasi dan mengatasi potensi risiko privasi dan keamanan data yang terkait dengan penggunaan teknologi liveness detection dan deep learning dalam sistem kehadiran.
8. **Memperluas cakupan dataset.** Ini dapat dilakukan dengan melibatkan data dari berbagai jenis organisasi dan sistem kehadiran.
9. **Eksplorasi integrasi teknologi.** Pada penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi integrasi teknologi lainnya, misalnya blockchain untuk meningkatkan keamanan data yang disimpan. Rekomendasi lainnya adalah untuk mengembangkan model deteksi anomali yang lebih kompleks dengan mempertimbangkan faktor-faktor tambahan yang dapat

memengaruhi keamanan data. Selain itu, penelitian mendatang dapat fokus pada pengembangan strategi respons yang adaptif terhadap ancaman keamanan data yang berkembang. Dengan demikian, penelitian di masa depan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih luas dalam bidang keamanan informasi dan deteksi anomali.

Dengan memperhatikan keterbatasan penelitian dan agenda penelitian mendatang yang disarankan, penelitian selanjutnya diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar dalam pengembangan model prediktif yang lebih efektif dan relevan dalam konteks manajemen kinerja guru di sekolah kejuruan dan keamanan data yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ab Wahab, K., Yew, L. W., & Jusoh, N. A. (2022). Online Attendance System Using Face Recognition. *Engineering, Agriculture, Science and Technology Journal (EAST-J)*, 1(1), 57–61. <https://doi.org/10.37698/eastj.v1i1.120>
- Abd El-Rahiem, B., Sedik, A., El Banby, G. M., Ibrahim, H. M., Amin, M., Song, O. Y., Khalaf, A. A. M., & Abd El-Samie, F. E. (2023). An Efficient Deep Learning Model for Classification of Thermal Face Images. *Journal of Enterprise Information Management*, 36(3), 706–717. <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2019-0201/FULL/XML>
- Abdelli, K., Cho, J. Y., Azendorf, F., Griesser, H., Tropschug, C., & Pachnicke, S. (2022). Machine-learning-based anomaly Detection in Optical Fiber Monitoring. *Journal of Optical Communications and Networking*, Vol. 14, Issue 5, Pp. 365-375, 14(5), 365–375. <https://doi.org/10.1364/JOCN.451289>
- AbdELminaam, D. S., Almansori, A. M., Taha, M., & Badr, E. (2020). A Deep Facial Recognition System Using Computational Intelligent Algorithms. *PLOS ONE*, 15(12). <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0242269>
- Abraham, A., Bapse, M., Kalaria, Y., & Usmani, A. (2020). Face Recognition Based Attendance System. *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)*, 22(1), 56–60. <https://doi.org/10.9790/0661-2201045660>
- Abusitta, A., de Carvalho, G. H. S., Wahab, O. A., Halabi, T., Fung, B. C. M., & Mamoori, S. Al. (2023). Deep Learning-Enabled Anomaly Detection for IoT Systems. *Internet of Things*, 21. <https://doi.org/10.1016/J.IOT.2022.100656>
- Achmad, S., Budiman, A., Aryatama Yupitera, R., & Kurniawan, A. (2022). Student Attendance with Face Recognition (LBPH or CNN): Systematic Literature Review. *7th International Conference on Computer Science and Computational Intelligence 2022*, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.108>
- Adeniyi, A. E., Abiodun, K. M., Awotunde, J. B., Olagunju, M., Ojo, O. S., & Edet, N. P. (2023). Implementation of a Block Cipher Algorithm for Medical Information Security on Cloud Environment: Using Modified Advanced Encryption Standard Approach. *Multimedia Tools and Applications*, 82(13), 20537–20551. <https://doi.org/10.1007/S11042-023-14338-9/METRICS>
- Adeoye, I. (2024). Unveiling Tomorrow's Success: A Fusion of Business Analytics and Machine Learning for Employee Performance Prediction. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/SSRN.4729244>
- Adnan, R. M., Mirboluki, A., Mehraein, M., Malik, A., Heddami, S., & Kisi, O. (2024). Improved prediction of monthly streamflow in a mountainous region by metaheuristic-Enhanced deep learning and machine learning models using hydroclimatic data. *Theoretical and Applied Climatology*, 155(1), 205–228. <https://doi.org/10.1007/S00704-023-04624-9/METRICS>
- Aggarwal, D., Sharma, D., & Saxena, A. B. (2023). Role of AI in cyber security through Anomaly detection and Predictive analysis. *Journal of Informatics Education and Research*, 3(2), 1846. <https://doi.org/10.52783/JIER.V3I2.314>
- Agustian, K., Pohan, A., Zen, A., Wiwin, W., & Malik, A. J. (2023). Human Resource Management Strategies in Achieving Competitive Advantage in Business Administration. *Journal of Contemporary Administration and Management (ADMAN)*, 1(2), 108–117. <https://doi.org/10.61100/ADMAN.V1I2.53>

- Ahmed, H. (2024). *Insights of Pakistan, Iran and the Caucasus Studies Strategic HRM Practices: Leveraging SMART Goals for Talent Management in Pakistan Umar Shehzad Laiba Mushtaq* (Vol. 3, Issue 02). <http://www.ipics.rmrpublishers.org><http://journals.rmrpublishers.org/insights-of-pakistan-iran-and-the-caucasus-studies/>
- Ahmed, S. F., Alam, M. S. Bin, Hassan, M., Rozbu, M. R., Ishtiak, T., Raza, N., Mofijur, M., Shaukat Ali, A. B. M., & Gandomi, A. H. (2023). Deep learning modelling techniques: current progress, applications, advantages, and challenges. *Artificial Intelligence Review*, 56(11), 13521–13617. <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10466-8>
- Ajike, C. (2023). Performance Management System: The Catalyst to Boosting Public Sector Productivity in Nigeri. *Economic and Policy Review*, 21(2), 34–41. <https://www.ajol.info/index.php/epr/article/view/261294>
- Akcaay, S., Ameln, D., Vaidya, A., Lakshmanan, B., Ahuja, N., & Genc, U. (2022). ANOMALIB: A DEEP LEARNING LIBRARY FOR ANOMALY DETECTION. *Proceedings - International Conference on Image Processing, ICIP*, 1706–1710. <https://doi.org/10.1109/ICIP46576.2022.9897283>
- Al Ka'bi, A. (2023). Proposed Artificial Intelligence Algorithm and Deep Learning Techniques for Development of Higher Education. *International Journal of Intelligent Networks*, 4, 68–73. <https://doi.org/10.1016/J.IJIN.2023.03.002>
- Alemami, Y., Al-Ghonmein, A. M., Al-Moghrabi, K. G., & Mohamed, M. A. (2023). Cloud Data Security and Various Cryptographic Algorithms. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(2), 1867–1879. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i2.pp1867-1879>
- Alhanaee, K., Alhammadi, M., Almenhali, N., & Shatnawi, M. (2021). Face Recognition Smart Attendance System Using Deep Transfer Learning. *25th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems*, 192, 4093–4102. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.09.184>
- Al-Harrasi, A., Shaikh, A. K., & Al-Badi, A. (2023). Towards protecting organisations' data by preventing data theft by malicious insiders. *International Journal of Organizational Analysis*, 31(3), 875–888. <https://doi.org/10.1108/IJOA-01-2021-2598/FULL/XML>
- Ali, M., Diwan, A., & Kumar, D. (2024). Attendance System Optimization through Deep Learning Face Recognition. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 15(1), 1527–1540. <https://doi.org/10.12785/ijcds/1501108>
- Ali, M., Scandurra, P., Moretti, F., & Sherazi, H. H. R. (2024). Anomaly Detection in Public Street Lighting Data Using Unsupervised Clustering. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. <https://doi.org/10.1109/TCE.2024.3354189>
- Alkhowaiter, M., Kholidy, H., Alyami, M. A., Alghamdi, A., & Zou, C. (2023). Adversarial-Aware Deep Learning System Based on a Secondary Classical Machine Learning Verification Approach. *Sensors*, 23(14). <https://doi.org/10.3390/s23146287>
- Alonso, E., Javier Garcia Villalba, L., de Sousa, R. T., de Oliveira Albuquerque, R., Lucila Sandoval Orozco, A., Díaz-Verdejo, J., Muñoz-Calle, J., Estepa Alonso, A., Estepa Alonso, R., & Madinabeitia, G. (2022). On the Detection Capabilities of Signature-Based Intrusion Detection Systems in the Context of Web Attacks. *Applied Sciences 2022*, Vol. 12, Page 852, 12(2), 852. <https://doi.org/10.3390/AP12020852>
- Al-zawahreh, A., & Nayef Al-Madi, F. (2012). *The Utility of Equity Theory in Enhancing Organizational Effectiveness*. <http://www.eurojournals.com/EJEFAS.htm>
- Armstrong, M., & Taylor, S. (2014). *Armstrong's Handbook Of Human Resource Management Practice* (Thirteenth Edition). www.koganpage.com

- Anthony, E. A. (2017). Effects of Discipline Management on Employee Performance in an Organization: The Case of County Education Office Human Resource Department, Turkana County. *International Academic Journal of Human Resource and Business Administration* |, 2(3), 1–18. http://www.iajournals.org/articles/iajhrba_v2_i3_1_18.pdf
- Anwarul, S., & Dahiya, S. (2020). A Comprehensive Review on Face Recognition Methods and Factors Affecting Facial Recognition Accuracy. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 597, 495–514. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29407-6_36
- Anyalewechi, G. O., & Ezeagwu, C. E. C. (2023). Securing Organizational Operation: An Electronic Gate System Integrating Facial Recognition for Attendance Tracking and Access Control. *Interdisciplinary Journal of Agriculture and Environmental Sciences (IJAES)*, 10(3), 1–10. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.8234103>
- Arboretti, R., Biasetton, N., Ceccato, R., Molena, A., Peruzzo, E., Salmaso, L., & Sani, A. (2024). Predictive Stadium Attendance Using Machine Learning: A Case Study in Italian Football. *Journal of Machine Intelligence and Data Science*, 5. <https://doi.org/10.11159/jmids.2024.004>
- Ardebili, A., Latifian, A., Aziz, C. F., BinSaeed, R. H., Alizadeh, S. M., & Kostyrin, E. V. (2023). A Comprehensive and Systematic Literature Review on the Employee Attendance Management Systems Based on Cloud Computing. *Journal of Management & Organization*, 29(4), 679–696. <https://doi.org/10.1017/JMO.2022.63>
- Arefazar, Y., Nazari, A., Hafezi, M. R., & Maghool, S. A. H. (2022). Prioritizing Agile Project Management Strategies as a Change Management Tool in Construction Projects. *International Journal of Construction Management*, 22(4), 678–689. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1644757>
- Arogundade, R. O. (2023). Network Security Concepts, Dangers, and Defense Best Practical. *Computer Engineering and Intelligent Systems*, 14(2). <https://doi.org/10.7176/ceis/14-2-03>
- Arora, M., Prakash, A., Mittal, A., & Singh, S. (2021). HR Analytics and Artificial Intelligence-Transforming Human Resource Management. *2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application, DASA 2021*, 288–293. <https://doi.org/10.1109/DASA53625.2021.9682325>
- Assa-Agyei, K., Olajide, F., & Alade, T. (2023). Optimizing the Performance of the Advanced Encryption Standard Techniques for Secured Data Transmission. *International Journal of Computer Applications*, 185(21), 31–36. <https://doi.org/10.5120/IJCA2023922941>
- Asselman, A., Khaldi, M., & Aammou, S. (2023). Enhancing the Prediction of Student Performance based on the Machine Learning XGBoost Algorithm. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3360–3379. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1928235>
- Aviral Rai, Barada Prasad Rout, Bhushan, & Ashima Mehta. (2024). Unveiling the Power of Data: A Journey Through Machine Learning Techniques. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 42–47. <https://doi.org/10.48175/ijarsct-17807>
- Aware, M., Labade, P., Tambe, M., Jagtap, A., & Beldar, C. (2021). Attendance Management System using Face-Recognition. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 336–341. <https://doi.org/10.32628/cseit217370>
- B. F. Skinner. (1965). Science And Human Behavior - B.F Skinner. In *The Free Press*.
- Babu Jha, P., Basnet, A., Pokhrel, B., Pokhrel, B., Kumar Thakur, G., Chhetri, S., Professor, A., & Bhandari, M. (2023). An Automated Attendance System Using Facial Detection and Recognition Technology. *Apex Journal of Business and Management*, 01(01), 103–120. <https://doi.org/10.61274/apxc.2023.v01i01.008>

- Bae, G., de La Gorce, M., Baltrušaitis, T., Hewitt, C., Chen, D., Valentin, J., Cipolla, R., & Shen, J. (2023). *DigiFace-1M: 1 Million Digital Face Images for Face Recognition*. 3526–3535.
- Bah, S. M., & Ming, F. (2020). An improved face recognition algorithm and its application in attendance management system. *Array*, 5, 100014. <https://doi.org/10.1016/J.ARRAY.2019.100014>
- Bakar, N. I. A., Dawi, A. H., Hashim, A. T. M., Zalli, M. M. M., & Suppian, Z. (2022). Transforming juvenile behavior through reward and punishment approaches. *Humanities and Social Sciences Letters*, 11(1), 37–46. <https://doi.org/10.18488/73.v11i1.3244>
- Bali, A., & Mansotra, V. (2024). Analysis of Deep Learning Techniques for Prediction of Eye Diseases: A Systematic Review. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 31(1), 487–520. <https://doi.org/10.1007/S11831-023-09989-8/METRICS>
- Balint, K. (2022). Data Security Structure of a Students' Attendance Register Based on Security Cameras and Blockchain Technology. *IEEE Joint 22nd International Symposium on Computational Intelligence and Informatics and 8th International Conference on Recent Achievements in Mechatronics, Automation, Computer Science and Robotics, CINTI-MACRO 2022 - Proceedings*, 185–190. <https://doi.org/10.1109/CINTI-MACRO57952.2022.10029471>
- Barhate, Prof. M., Ramdasi, I., Shaikh, I., Ingawale, V., Ingle, P., Ingle, P., & Jadhao, M. (2024). Innovative Attendance Tracking: Facial Recognition. *International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ESCI59607.2024.10497364>
- Barnes, C. M., Power, A. L., Barber, D. G., Tennant, R. K., Jones, R. T., Lee, G. R., Hatton, J., Elliott, A., Zaragoza-Castells, J., Haley, S. M., Summers, H. D., Doan, M., Carpenter, A. E., Rees, P., & Love, J. (2023). Deductive automated pollen classification in environmental samples via exploratory deep learning and imaging flow cytometry. *New Phytologist*, 240(3), 1305–1326. <https://doi.org/10.1111/nph.19186>
- Bartakke, R., Wahutre, S., Bhalerao, R., Chavan, S., & Jaware, Y. (2024). Real Time Attendance System Using Image Processing. *International Research Journal of Modernization in Engineering*, 6(1), 2703–2709. www.irjmets.com
- Basurah, M., Swastika, W., & Kelana, H. O. (2023). Implementation of Face Recognition and Liveness Detection Using TensorFlow.js. (*JIP*) *Jurnal Informatika Polinema*, 9(4), 509–516. <https://jurnal.polinema.ac.id/index.php/jip/article/view/3977/2759>
- Bergman, N., Yitzhaky, Y., & Halachmi, I. (2024). Biometric Identification of Dairy Cows via Real-time Facial Recognition. *The International Journal of Animal Biosciences*, 18(3), 101079. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2024.101079>
- Beyerer, J., Hagmanns, R., & Stadler, D. (2024). *Pattern Recognition: Introduction, Features, Classifiers and Principles* (2nd Edition).
- Bharadiya, J., & Bharadiya, J. P. (2023). Machine Learning and AI in Business Intelligence: Trends and Opportunities. *International Journal of Computer (IJC)*, 48(1), 123–134. <https://www.researchgate.net/publication/371902170>
- Bhatti, U. A., Tang, H., Wu, G., Marjan, S., & Hussain, A. (2023). Deep Learning with Graph Convolutional Networks: An Overview and Latest Applications in Computational Intelligence. In *International Journal of Intelligent Systems* (Vol. 2023). Wiley-Hindawi. <https://doi.org/10.1155/2023/8342104>
- Bilakanti, H., Pasam, S., Palakollu, V., & Utukuru, S. (2024). Anomaly detection in IoT environment using machine learning. *Security and Privacy*, 7(3), e366. <https://doi.org/10.1002/SPY2.366>
- Bisogni, C., Cimmino, L., De Marsico, M., Hao, F., & Narducci, F. (2023). Emotion recognition at a distance: The robustness of machine learning based on hand-crafted facial features vs deep

- learning models. *Image and Vision Computing*, 136, 104724. <https://doi.org/10.1016/J.IMAVIS.2023.104724>
- Boutros, F., Struc, V., Fierrez, J., & Damer, N. (2023). Synthetic Data for Face Recognition: Current State and Future Prospects. *Image and Vision Computing*, 135, 104688. <https://doi.org/10.1016/J.IMAVIS.2023.104688>
- Brandl, F. J., Roider, N., Hehl, M., & Reinhart, G. (2021). Selecting practices in complex technical planning projects: A pathway for tailoring agile project management into the manufacturing industry. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 33, 293–305. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2021.03.017>
- Brewer, G. A., & Walker, R. M. (2013). Personnel Constraints in Public Organizations: The Impact of Reward and Punishment on Organizational Performance. *Public Administration Review*, 73(1), 121–131. <https://doi.org/10.1111/J.1540-6210.2012.02681.X>
- Budiman, A., Fabian, Yaputera, R. A., Achmad, S., & Kurniawan, A. (2022). Student Attendance with Face Recognition (LBPH or CNN): Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 216, 31–38. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.12.108>
- Cai, W., Gallani, S., & Shin, J. E. (2022). Incentive Effects of Subjective Allocations of Rewards and Penalties. *Https://Doi.Org/10.1287/Mnsc.2022.4501*, 69(5), 3121–3139. <https://doi.org/10.1287/MNSC.2022.4501>
- Cao, H., Lin, T., Li, Y., & Zhang, H. (2019). Stock Price Pattern Prediction Based on Complex Network and Machine Learning. *Complexity*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/4132485>
- Cavalcante, P. H. F. (2023). Results-oriented Strategic Management - Ministry of Planning case. *METHODOLOGY FOCUSED ON THE AREA OF INTERDISCIPLINARITY- VI*. <https://doi.org/10.56238/METHOFOCUSINTERV1-110>
- Cavazos, J. G., Phillips, P. J., Castillo, C. D., & O'Toole, A. J. (2021). Accuracy Comparison across Face Recognition Algorithms: Where Are We on Measuring Race Bias? *IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science*, 3(1), 101–111. <https://doi.org/10.1109/TBIOM.2020.3027269>
- Chamikara, M. A. P., Bertok, P., Khalil, I., Liu, D., & Camtepe, S. (2020). Privacy Preserving Face Recognition Utilizing Differential Privacy. *Computers & Security*, 97, 101951. <https://doi.org/10.1016/J.COSE.2020.101951>
- Chaubey, G., Gavhane, P. R., Bisen, D., & Arjaria, S. K. (2023). Customer Purchasing Behavior Prediction Using Machine Learning Classification Techniques. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(12), 16133–16157. <https://doi.org/10.1007/S12652-022-03837-6/METRICS>
- Chaudhari, V., Jain, S., Chaudhari, R., Chavan, T., & Shahane, P. (2023). Real Time Face Recognition Based Attendance System using Multi Task Cascaded Convolutional Neural Network. *2023 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics, ESCI 2023*. <https://doi.org/10.1109/ESCI56872.2023.10099879>
- Chavan, S. R., & Sherekar, S. (2023). Face Recognition System Using CNN Architecture and Its Model with Its Detection Technique Using Machine Learning. *Heterogenous Computational Intelligence in Internet of Things*, 209–224. <https://doi.org/10.1201/9781003363606-14/FACE-RECOGNITION-SYSTEM-USING-CNN-ARCHITECTURE-MODEL-DETECTION-TECHNIQUE-USING-MACHINE-LEARNING-SONALI-CHAVAN-SWATI-SHEREKAR>
- Chen, C. F., Yang, S. H., Falsafi, B., & Moshovos, A. (2004). Accurate and complexity-effective spatial pattern prediction. *IEEE High-Performance Computer Architecture Symposium Proceedings*, 10, 276–287. <https://doi.org/10.1109/HPCA.2004.10010>

- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial Intelligence in Education: A Review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, Z. (2023). Artificial Intelligence-Virtual Trainer: Innovative Didactics Aimed at Personalized Training Needs. *Journal of the Knowledge Economy*, 14(2), 2007–2025. <https://doi.org/10.1007/S13132-022-00985-0/METRICS>
- Chen, Z., Chen, J., Ding, G., & Huang, H. (2023). A lightweight CNN-based algorithm and implementation on embedded system for real-time face recognition. *Multimedia Systems*, 29(1), 129–138. <https://doi.org/10.1007/S00530-022-00973-Z/METRICS>
- Chen, Z. Y., Fan, Z. P., & Sun, M. (2022). Machine Learning Methods for Data-driven Demand Estimation and Assortment Planning Considering Cross-Selling and Substitutions. *Https://Doi.Org/10.1287/Ijoc.2022.1251*, 35(1), 158–177. <https://doi.org/10.1287/IJOC.2022.1251>
- Cheng, Q., Yang, L., Zheng, J., Tian, M., & Xin, D. (2024). *Optimizing Portfolio Management and Risk Assessment in Digital Assets Using Deep Learning for Predictive Analysis*. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.15994>
- Chitadze, N. (2023). *Basic Principles of Information and Cyber Security*. 193–223. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-5760-3.CH009>
- Cioca, L.-I., Ivascu, L., Filip, F. G., & Doina, B. (Eds.). (2024). *Digital Transformation*. 253. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-55952-5>
- Cook, K. S., & Parcel, T. L. (1977). Equity Theory: Directions for Future Research*. *Sociological Inquiry*, 47(2), 75–88. <https://doi.org/10.1111/J.1475-682X.1977.TB00781.X>
- Cui, M., Wang, J., & Yue, M. (2019). Machine Learning-Based Anomaly Detection for Load Forecasting Under Cyberattacks. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 10(5), 5724–5734. <https://doi.org/10.1109/tsg.2018.2890809>
- Dang, T. V. (2023). Smart Attendance System based on improved Facial Recognition. *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 4(1), 46–53. <https://doi.org/10.18196/JRC.V4I1.16808>
- de la Nuez, H., Nieves, J., & Osorio, J. (2023). Neuroleadership: Affective Experiences in the Workplace and their Influence on Employees' Evaluative Judgements. *International Journal of Hospitality Management*, 114, 103554. <https://doi.org/10.1016/J.IJHM.2023.103554>
- Dechen, K., Pem, K., Dorji, T., Wangdi, T., Powdyel, D. B., & Muramatsu, K. (2024). Attendance Management System Using Face Recognition and E-Mail Notification. *2024 Third International Conference on Intelligent Techniques in Control, Optimization and Signal Processing (INCOS)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/INCOS59338.2024.10527631>
- Doss, A. N., Shah, D., Smaisim, G. F., Olha, M., & Jaiswal, S. (2022). A Comprehensive Analysis of Internet of Things (IOT) in Enhancing Data Security for Better System Integrity - A Critical Analysis on the Security Attacks and Relevant Countermeasures. *2022 2nd International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering, ICACITE 2022*, 165–167. <https://doi.org/10.1109/ICACITE53722.2022.9823817>
- Dutta, D., Mishra, S. K., & Tyagi, D. (2023). Augmented employee voice and employee engagement using artificial intelligence-enabled chatbots: a field study. *The International Journal of Human Resource Management*, 34(12), 2451–2480. <https://doi.org/10.1080/09585192.2022.2085525>
- Dwyer, D. J., & Ganster, D. C. (1991). The effects of job demands and control on employee attendance and satisfaction. *Journal of Organizational Behavior*, 12(7), 595–608. <https://doi.org/10.1002/JOB.4030120704>

- Eid, A. M., Soudan, B., Nasif, A. B., & Injadat, M. N. (2024). Comparative study of ML models for IIoT intrusion detection: impact of data preprocessing and balancing. *Neural Computing and Applications*, 36(13), 6955–6972. <https://doi.org/10.1007/S00521-024-09439-X/METRICS>
- Elbasi, E., Zaki, C., Topcu, A. E., Abdelbaki, W., Zreikat, A. I., Cina, E., Shdefat, A., & Saker, L. (2023). Crop Prediction Model Using Machine Learning Algorithms. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(16). <https://doi.org/10.3390/app13169288>
- Elmrabit, N., Zhou, F., Li, F., & Zhou, H. (2020). *Evaluation of Machine Learning Algorithms for Anomaly Detection*. <https://www2.le.ac.uk/offices/itservices/ithelp/services/hpc>
- Emmert-Streib, F., Yang, Z., Feng, H., Tripathi, S., & Dehmer, M. (2020). An Introductory Review of Deep Learning for Prediction Models With Big Data. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 3, 507091. <https://doi.org/10.3389/FRAI.2020.00004/BIBTEX>
- Fakhriddinovich, I. A., & Al Khorezmi, M. (2024). Enhancing Cybersecurity: Protecting Data In The Digital Age. *Innovations in Science and Technologies*, 1(1), 40–49.
- Fang, X., & Chen, X. (2021). Evolutionary dynamics of trust in the N-player trust game with individual reward and punishment. *The European Physical Journal B 2021 94:9*, 94(9), 1–7. <https://doi.org/10.1140/EPJB/S10051-021-00185-W>
- Fayomi, O., & Akanazu, H. (2024). Strategic Goal-Setting And Organisational Effectiveness In Selected Trading And Manufacturing Companies. *Webology*, 21(2), 25–39. <http://www.webology.org>
- Fei, C., Liu, R., Li, Z., Wang, T., & Baig, F. N. (2021). *Machine and Deep Learning Algorithms for Wearable Health Monitoring*. 105–160. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68723-6_6
- Frimayasa, A., Desty Febrian, W., & Dian Nusantara, U. (2021a). Effect Of Reward And Punishment On Employee Performance. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL AND MANAGEMENT STUDIES (IJOSMAS)*, 2(3). <http://www.ijosmas.org>
- Gaborov, M., Karuović, D., Kavalic, M., Radosav, D., Milosavljev, D., Stanisljev, S., & Bushati, J. (2021). Comparative analysis of agile and traditional methodologies in IT project management. *Journal of Applied Technical and Educational Sciences*, 11(4), 1-ArtNo: 279. <https://doi.org/10.24368/JATES.V11I4.279>
- Gacutan Bangayan, O., Bautista Rivera, R., & Bulan Asis, M. (2023). Timekeeping and Immediate Monitoring of Employees by Consistently Advocating Time Consciousness and Honesty Using Enhanced Attendance Monitoring System. *Pertanika J. Sci. & Technol*, 31(1), 292. <https://doi.org/10.47836/pjst.31.1.18>
- Gaikwad, V., Rathi, D., Rahangdale, V., Pandita, R., Rahate, K., & Rajpurohit, R. S. (2024). Design and Implementation of IOT Based Face Detection and Recognition. *Computing & Intelligent Systems*, 923–933. <https://doi.org/10.56155/978-81-955020-2-8-78>
- Gawande, U., Joshi, P., Ghatwai, S., Nemade, S., Balkothe, S., & Shrikhande, N. (2022). Efficient Attendance Management System Based on Face Recognition. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 321, 113–121. https://doi.org/10.1007/978-981-16-5987-4_12
- George, B., & Wooden, O. (2023). Managing the Strategic Transformation of Higher Education through Artificial Intelligence. *Administrative Sciences 2023, Vol. 13, Page 196*, 13(9), 196. <https://doi.org/10.3390/ADMSCI13090196>
- Ghafoor, S., Shaikat, M. H., & Ashraf, N. (2015). Impact of Human Resource Management Practices on Employees Performance. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 23(2), 329–338. <https://doi.org/10.5829/idosi.mejsr.2015.23.02.22117>

- Ghillani, D. (2022). Deep Learning and Artificial Intelligence Framework to Improve the Cyber Security. *American Journal of Artificial Intelligence*, *x*, No. *x*, *x*–*x*. <https://doi.org/10.22541/au.166379475.54266021/v1>
- Ghorbani, S., & Shafaghat, A. (2020). Representing a conceptual model for integrating Project Management Information Systems in project-based organizations. *Annals of Management and Organization Research*, *1*(3), 235–249. <https://doi.org/10.35912/amor.v1i3.446>
- Gode, C. S., Khobragade, A. S., Thanekar, C., Thengadi, O., & Lakde, K. (2023a). Face Recognition-Based Attendance System. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, *1439*, 159–166. https://doi.org/10.1007/978-981-19-9819-5_12
- Golasangi, A., Choudri, M., Bulla, P., & Devaraddi, V. (2024). A Survey on Face Recognition Based Attendance System. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, *7*(2), 15–18. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.10644334>
- Gondia, A., Siam, A., El-Dakhkhni, W., & Nassar, A. H. (2019). Machine Learning Algorithms for Construction Projects Delay Risk Prediction. *Journal of Construction Engineering and Management*, *146*(1), 04019085. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001736](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001736)
- Goswami, S., & Singh, A. K. (2024). A Literature Survey on Various Sspect of Class Imbalance Problem in Data Mining. *Multimedia Tools and Applications*, 1–26. <https://doi.org/10.1007/S11042-024-18244-6/METRICS>
- Gudimetla, R. S. (2024). Data Encryption in Cloud Storage. *STORAGE Article in International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. <https://doi.org/10.56726/IRJMETS50637>
- Gueguen, M. C. M., Lopez-Persem, A., Billeke, P., Lachaux, J. P., Rheims, S., Kahane, P., Minotti, L., David, O., Pessiglione, M., & Bastin, J. (2021). Anatomical dissociation of intracerebral signals for reward and punishment prediction errors in humans. *Nature Communications*, *12*(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-23704-w>
- Gupta, A., Sriram, S., & Nivethitha, V. (2024). Harnessing Diversity in Face Recognition: A Voting and Bagging Ensemble Approach. *2024 International Conference on Automation and Computation (AUTOCOM)*, 249–255. <https://doi.org/10.1109/AUTOCOM60220.2024.10486188>
- Hamouri, S. K., Shatnawi, R. A., Alzoubi, O., Migdady, A., & Yassein, M. B. (2023). Predicting Bug Severity Using Machine Learning and Ensemble Learning Techniques. *International Conference on Information, Communications and Signal Processing*. <https://doi.org/10.1109/ICICS60529.2023.10330494>
- Hangaragi, S., Singh, T., & Neelima, N. (2023). Face Detection and Recognition Using Face Mesh and Deep Neural Network. *Procedia Computer Science*, *218*, 741–749. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2023.01.054>
- Hidayah, N., & Yunus, M. (2023). Big Data Security Issues: A Review. *Article in Journal of Engineering Technology*. <https://www.researchgate.net/publication/375073116>
- Hosen, M. A., Moz, S. H., Khalid, M. M. H., Kabir, S. S., & Galib, S. M. (2023). Face Recognition-based Attendance System with Anti-Spoofing, System Alert, and Email Automation. *Radioelectronic and Computer Systems*, *0*(2), 119–128. <https://doi.org/10.32620/reks.2023.2.10>
- Husnain, A., Hussain, K. H., Shahroz, M. H., Ali, M., & Hayat, Y. (2024). View of Advancements in Health through Artificial Intelligence and Machine Learning: A Focus on Brain Health. *Revista Espanola De Documentacion Cientifica*, *18*(01), 100–123. <https://redc.revistas-csic.com/index.php/Jorunal/article/view/195/162>

- Hussein, M. R., Farhan, A., & Rahman, M. (2023). Computer Vision Based Automated Attendance System Using Face Recognition. *6th Industrial Engineering and Operations Management Bangladesh Conference*. <https://doi.org/10.46254/BA06.20230105>
- Ibrahim, M., Alsheikh, A., Awaysheh, F. M., & Alshehri, M. D. (2022). Machine Learning Schemes for Anomaly Detection in Solar Power Plants. *Energies*, *15*(3). <https://doi.org/10.3390/en15031082>
- Ikromovich, H. O., & Mamatkulovich, B. B. (2023). Facial Recognition Using Transfer Learning in the Deep CNN. *Open Access Repository*, *4*(3), 502–507. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/NRMK2>
- Ishibashi, H. (2024). Framework for Risk Assessment of Economic Loss from Structures Damaged by Rainfall-Induced Landslides Using Machine Learning. *Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards*, *18*(1), 228–243. <https://doi.org/10.1080/17499518.2023.2288606>
- Islam, S., & Evans, N. (2020). Key Success Factors of PRINCE2 Project Management Method in Software Development Project: KSF of PRINCE2 in SDLC. *International Journal of Engineering Materials and Manufacture*, *5*(3), 76–84. <https://doi.org/10.26776/IJEMM.05.03.2020.02>
- Jackson, S. E., & Schuler, R. S. (1995). Understanding human resource management in the context of organizations and their environments. *Annual Review of Psychology*, *46*(1), 237–264. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV.PS.46.020195.001321/CITE/REFWORKS>
- Jahir Pasha, M., Gaurav, K., Bhanja, A. K., Shamout, M. D., Mupparaju, C. B., & Manohar Bhanushali, M. (2023). Advancing Data Science Using AI-Driven Processes. *2023 International Conference on Power Energy, Environment and Intelligent Control, PEEIC 2023*, 1587–1593. <https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10451426>
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine Learning and Deep Learning. *Electronic Markets*, 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2/Published>
- Järvinen, K., & Soini, A. (2023). *Project Management Selection Criteria : Which Is Better, Traditional Or Agile Method?* <https://www.doria.fi/handle/10024/187968>
- Jia, H., Peng, R., Ding, Y., & Shao, C. (2020). Reliability Analysis of Distributed Storage Systems Considering Data Loss and Theft. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, *234*(2), 303–321. <https://doi.org/10.1177/1748006X19885508>
- Jia, J., Jin, G. Z., & Wagman, L. (2021). The Short-Run Effects of the General Data Protection Regulation on Technology Venture Investment. <https://doi.org/10.1287/Mksc.2020.1271>, *40*(4), 661–684. <https://doi.org/10.1287/MKSC.2020.1271>
- Jia, Q., Guo, Y., Li, R., Li, Y., & Chen, Y. (2018). A Conceptual Artificial Intelligence Application Framework in Human Resource Management. *ICEB 2018 Proceedings (Guilin, China)*. <https://aisel.aisnet.org/iceb2018/91>
- Joo, K., Kim, J., & Hwang, J. (2024). Effects of Foodservice Consumers' Perceptions of Face Recognition Payment on Attitude, Desire, and Behavioral Intentions: A Cross-Cultural Study. *Journal of Travel & Tourism Marketing*, *41*(3), 359–376. <https://doi.org/10.1080/10548408.2024.2318429>
- Kamanga, I. A., Lyimo, J. M., Kamanga, I. A., & Lyimo, J. M. (2022). Anti-spoofing detection based on eyeblink liveness testing for iris recognition. *International Journal of Science and Research Archive*, *7*(1), 053–067. <https://doi.org/10.30574/IJSRA.2022.7.1.0186>
- Kambur, E., & Yildirim, T. (2023). From traditional to smart human resources management. *International Journal of Manpower*, *44*(3), 422–452. <https://doi.org/10.1108/IJM-10-2021-0622/FULL/XML>

- Kamil, M. N., Musah, B. M., & Zakari, M. (2023). The Impact of Biometric Time and Attendance System on Workforce Management Outcomes: The Moderating Role of Managerial Commitment in the Service Sector in Northern Ghana. *International Journal of Business and Technology Management*. <https://doi.org/10.55057/ijbtm.2023.5.3.37>
- Kaplan, M. F., & Anderson, N. H. (1973). Information integration theory and reinforcement theory as approaches to interpersonal attraction. *Journal of Personality and Social Psychology*, 28(3), 301–312. <https://doi.org/10.1037/H0035112>
- Karatay, B., Beştepe, D., Sailunaz, K., Özyer, T., & Alhadj, R. (2024). CNN-Transformer based emotion classification from facial expressions and body gestures. *Multimedia Tools and Applications*, 83(8), 23129–23171. <https://doi.org/10.1007/S11042-023-16342-5/METRICS>
- Karnati, M., Seal, A., Bhattacharjee, D., Yazidi, A., & Krejcar, O. (2023). Understanding Deep Learning Techniques for Recognition of Human Emotions Using Facial Expressions: A Comprehensive Survey. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 72. <https://doi.org/10.1109/TIM.2023.3243661>
- Kasula, Y. B. (2021). Machine Learning Applications in Diabetic Healthcare: A Comprehensive Analysis and Predictive Modeling. *International Numeric Journal of Machine Learning and Robots*, 5(5). <https://injm.com/index.php/fewfewf/article/view/19/1>
- Kaur, R., & Himanshi, E. (2015). Face recognition using Principal Component Analysis. *Souvenir of the 2015 IEEE International Advance Computing Conference, IACC 2015*, 585–589. <https://doi.org/10.1109/IADCC.2015.7154774>
- Kavoliūnaitė-Ragauskienė, E. (2024). Right to Privacy and Data Protection Concerns Raised by the Development and Usage of Face Recognition Technologies in the European Union. *Journal of Human Rights Practice*. <https://doi.org/10.1093/JHUMAN/HUAD065>
- Khairnar, S., Gite, S., Kotecha, K., & Thepade, S. D. (2023a). Face Liveness Detection Using Artificial Intelligence Techniques: A Systematic Literature Review and Future Directions. *Big Data and Cognitive Computing 2023, Vol. 7, Page 37*, 7(1), 37. <https://doi.org/10.3390/BDCC7010037>
- Khairnar, S., Gite, S., Kotecha, K., & Thepade, S. D. (2023b). Face Liveness Detection Using Artificial Intelligence Techniques: A Systematic Literature Review and Future Directions. In *Big Data and Cognitive Computing* (Vol. 7, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/bdcc7010037>
- Khan, W., Ghazanfar, M. A., Azam, M. A., Karami, A., Alyoubi, K. H., & Alfakeeh, A. S. (2022). Stock market prediction using machine learning classifiers and social media, news. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 13(7), 3433–3456. <https://doi.org/10.1007/S12652-020-01839-W/METRICS>
- Kim, H.-G., Lee, D.-Y., Jeong, S.-Y., Yoo, H., & Hong, W.-K. (2019). Machine Learning-Based Method for Prediction Virtual Network Function Resource Demands. *IEEE Conference on Network Softwarization (NetSoft)*.
- Kim, P. T., & Bodie, M. T. (2020). Artificial Intelligence and the Challenges of Workplace Discrimination and Privacy. *ABA Journal of Labor and Employment Law*, 35. <https://heinonline.org/HOL/Page?handle=hein.journals/lablaw35&id=305&div=&collection=>
- Kothapalli, C. D., Navya, G., Jaladhi, U., Sulthana, S. R., Kumar, D. L. S., & Praveen, S. P. (2023). Predicting Buy and Sell Signals for Stocks using Bollinger Bands and MACD with the Help of Machine Learning. *International Conference on Sustainable Computing and Smart Systems, ICSCSS 2023 - Proceedings*, 333–340. <https://doi.org/10.1109/ICSCSS57650.2023.10169500>
- Krishna Suryadevara, C. (2023). Issue 4 DIABETES RISK ASSESSMENT USING MACHINE LEARNING: A COMPARATIVE STUDY OF CLASSIFICATION ALGORITHMS. *International Engineering Journal For Research & Development*, 8. www.iejrd.com

- Krishnan, C., Gupta, A., Gupta, A., & Singh, G. (2022). Impact of Artificial Intelligence-Based Chatbots on Customer Engagement and Business Growth. *Studies in Big Data*, 113, 195–210. https://doi.org/10.1007/978-3-031-10869-3_11
- Krishnapriya, K. S., Albiero, V., Vangara, K., King, M. C., & Bowyer, K. W. (2020). Issues Related to Face Recognition Accuracy Varying Based on Race and Skin Tone. *IEEE Transactions on Technology and Society*, 1(1), 8–20. <https://doi.org/10.1109/TTS.2020.2974996>
- Kubaneck, J., Snyder, L. H., & Abrams, R. A. (2015). Reward and punishment act as distinct factors in guiding behavior. *Cognition*, 139, 154–167. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2015.03.005>
- Kufel, J., Bargieł-Łączek, K., Kocot, S., Koźlik, M., Bartnikowska, W., Janik, M., Czogalik, Ł., Dudek, P., Magiera, M., Lis, A., Paszkiewicz, I., Nawrat, Z., Cebula, M., & Gruszczyńska, K. (2023). What Is Machine Learning, Artificial Neural Networks and Deep Learning?—Examples of Practical Applications in Medicine. In *Diagnostics* (Vol. 13, Issue 15). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics13152582>
- Kumar, A., Samal, S., Saluja, M. S., & Tiwari, A. (2023). Automated Attendance System Based on Face Recognition Using Opencv. *2023 9th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2023*, 2256–2259. <https://doi.org/10.1109/ICACCS57279.2023.10112665>
- Kumar, P., Salman Latheef, A. T., & Santhosh, R. (2023). Face Recognition Attendance System Using Local Binary Pattern Algorithm. *VITECoN 2023 - 2nd IEEE International Conference on Vision Towards Emerging Trends in Communication and Networking Technologies, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/VITECON58111.2023.10157843>
- Kuznetsov, O., Zakharov, D., Frontoni, E., Maranesi, A., & Bohucharskyi, S. (2024). *Cross-Database Liveness Detection: Insights from Comparative Biometric Analysis*. <https://arxiv.org/abs/2401.16232v1>
- Lahmiri, S., Bekiros, S., & Avdoulas, C. (2023). A Comparative Assessment of Machine Learning Methods for Predicting Housing Prices Using Bayesian Optimization. *Decision Analytics Journal*, 6, 100166. <https://doi.org/10.1016/J.DAJOUR.2023.100166>
- Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021). A Conceptual Hybrid Project Management Model for Construction Projects. *Procedia Computer Science*, 181, 921–930. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2021.01.248>
- Landauer, M., Onder, S., Skopik, F., & Wurzenberger, M. (2023). Deep Learning for Anomaly Detection in Log Data: A Survey. *Machine Learning with Applications*, 12, 100470. <https://doi.org/10.1016/J.MLWA.2023.100470>
- Lather, A. S., Malhotra, R., Saloni, P., Singh, P., & Mittal, S. (2019). Prediction of employee performance using machine learning techniques. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3373477.3373696>
- Latrach, A., Malki, M. L., Morales, M., Mehana, M., & Rabiei, M. (2024). A critical review of physics-informed machine learning applications in subsurface energy systems. *Geoenergy Science and Engineering*, 239, 212938. <https://doi.org/10.1016/J.GEOEN.2024.212938>
- Lavens, E., Preuveneers, D., & Joosen, W. (2023). Mitigating undesired interactions between liveness detection components in biometric authentication. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3600160.3604992>
- Lee, D. H., & Yoo, J. H. (2023). CNN Learning Strategy for Recognizing Facial Expressions. *IEEE Access*, 11, 70865–70872. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3294099>

- Lee, G., Woo, P., & Lee, K. (2023). Data Generation Using Geometrical EDGE Probability for One-Class Support Vector Machines. *Expert Systems with Applications*, 229, 120387. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2023.120387>
- Lei, L., Chen, W., Wu, B., Chen, C., & Liu, W. (2021). A building energy consumption prediction model based on rough set theory and deep learning algorithms. *Energy and Buildings*, 240, 110886. <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2021.110886>
- Li, J. hua. (2018). Cyber security meets artificial intelligence: a survey. In *Frontiers of Information Technology and Electronic Engineering* (Vol. 19, Issue 12, pp. 1462–1474). Zhejiang University. <https://doi.org/10.1631/FITEE.1800573>
- Li, R., Zhang, H., Chen, Z., Yu, N., Kong, W., Li, T., Wang, E., Wu, X., & Liu, Y. (2022). Denoising method of ground-penetrating radar signal based on independent component analysis with multifractal spectrum. *Measurement*, 192, 110886. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2022.110886>
- Lifandali, O., Abghour, N., & Chiba, Z. (2023). Feature Selection Using a Combination of Ant Colony Optimization and Random Forest Algorithms Applied to Isolation Forest Based Intrusion Detection System. *Procedia Computer Science*, 220, 796–805. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.03.106>
- Liu, H. (2024). Designing And Implementing a Chat System with Enhanced Security Via AES Encryption Methods. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 85, 480–486. <https://doi.org/10.54097/WKFK9P24>
- Liu, J., Deng, Y., Bai, T., Wei, Z., & Huang, C. (2015). *Targeting Ultimate Accuracy: Face Recognition via Deep Embedding*. <https://arxiv.org/abs/1506.07310v4>
- Liu, L., Mei, Q., Skogstad, A., Wu, J., Liu, S., & Wang, M. (2022). Linking Safety-Specific Leader Reward and Punishment Omission to Safety Compliance Behavior: The Role of Distributive Justice and Role Ambiguity. *Frontiers in Public Health*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.841345>
- Lohrasbinasab, I., Shahraki, A., Taherkordi, A., & Delia Jurcut, A. (2022). From statistical- to machine learning-based network traffic prediction. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 33(4). <https://doi.org/10.1002/ett.4394>
- Loi, M. (2020). *People Analytics must benefit the people. An ethical analysis of data-driven algorithmic systems in human resources management*.
- Lu, P. (2023). Deeper Learning Needed from Machine Learning. <https://doi.org/10.2514/1.G008061>, 47(1), 1–4. <https://doi.org/10.2514/1.G008061>
- Lubbad, M., Karaboga, D., Basturk, A., Akay, B., Nalbantoglu, U., & Pacal, I. (2024). Machine learning applications in detection and diagnosis of urology cancers: a systematic literature review. *Neural Computing and Applications*, 36(12), 6355–6379. <https://doi.org/10.1007/S00521-023-09375-2/METRICS>
- Ma, J. (2023). Face Recognition Technology and Privacy Protection Methods based on Deep Learning. *International Conference on Computer Application and Information Security (ICCAIS 2023)*, 13090, 899–904. <https://doi.org/10.1117/12.3025901>
- Malik, M. A. R., Butt, A. N., & Choi, J. N. (2015). Rewards and employee creative performance: Moderating effects of creative self-efficacy, reward importance, and locus of control. *Journal of Organizational Behavior*, 36(1), 59–74. <https://doi.org/10.1002/JOB.1943>
- Mallikarjunaradhya, V., Ganesh, A., Mistry, J., & Kiruthiga, T. (2023). The smart analysis of cell damage and cancerous prediction using information clustering model. *2023 2nd International Conference*

on Smart Technologies for Smart Nation, *SmartTechCon 2023*, 870–875. <https://doi.org/10.1109/SMARTTECHCON57526.2023.10391822>

- Mamieva, D., Abdusalomov, A. B., Mukhiddinov, M., & Whangbo, T. K. (2023). Improved Face Detection Method via Learning Small Faces on Hard Images Based on a Deep Learning Approach. *Sensors 2023, Vol. 23, Page 502, 23(1)*, 502. <https://doi.org/10.3390/S23010502>
- Mandol, S., Mia, S., & Ahsan, S. M. M. (2021). Real Time Liveness Detection and Face Recognition with OpenCV and Deep Learning. *2021 5th International Conference on Electrical Information and Communication Technology, EICT 2021*. <https://doi.org/10.1109/EICT54103.2021.9733685>
- Manthiramoorthy, C., Mohamed, K., Khan, S., & Ameen, N. (2024). Comparing Several Encrypted Cloud Storage Platforms. *International Journal of Mathematics, Statistics, and Computer Science, 2*, 44–62. <https://doi.org/10.59543/IJMSSCS.V2I.7971>
- Marlina, L., Setyoningrum, N. G., Mulyani, Y. S., Permana, T. E., Sumarni, R., Triguna Tasikmalaya, P., Bsi, U., Tasikmalaya, K., Sekretaris, A., & Ariyanti, M. (2021). IMPROVING EMPLOYEES WORKING DISCIPLINE WITH PUNISHMENT, REWARD, AND IMPLEMENTATION OF STANDARD OPERATIONAL PROCEDURES. In *Perwira International Journal of Economics & Business (PIJEB)*. <https://ejournal.unperba.ac.id/index.php/pijeb>
- Marnewick, C., & Marnewick, A. L. (2022). Digitalization of Project Management: Opportunities in Research and Practice. *Project Leadership and Society, 3*, 100061. <https://doi.org/10.1016/J.PLAS.2022.100061>
- Matthew, P., & Canning, S. (2020). An algorithmic approach for optimising biometric systems using liveness and coercion detection. *Computers & Security, 94*, 101831. <https://doi.org/10.1016/J.COSE.2020.101831>
- Meden, B., Rot, P., Terhorst, P., Damer, N., Kuijper, A., Scheirer, W. J., Ross, A., Peer, P., & Struc, V. (2021). Privacy-Enhancing Face Biometrics: A Comprehensive Survey. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security, 16*, 4147–4183. <https://doi.org/10.1109/TIFS.2021.3096024>
- Meena, G., Mohbey, K. K., Indian, A., Khan, M. Z., & Kumar, S. (2024). Identifying emotions from facial expressions using a deep convolutional neural network-based approach. *Multimedia Tools and Applications, 83(6)*, 15711–15732. <https://doi.org/10.1007/S11042-023-16174-3/METRICS>
- Miller, J., Connolly, R., Uzoka, F. M., Keavey, K., & Khemka-Dolan, N. (2023). Information technology project management: success, failure and risk factors. *International Journal of Business Information Systems, 44(4)*, 485–507. <https://doi.org/10.1504/IJBIS.2023.135348>
- Miner, J. B. (2015). Organizational behavior 1: Essential theories of motivation and leadership. *Organizational Behavior 1: Essential Theories of Motivation and Leadership*, 1–416. <https://doi.org/10.4324/9781315702018>
- Minovski, D., Ogren, N., Mitra, K., & Ahlund, C. (2023). Throughput Prediction Using Machine Learning in LTE and 5G Networks. *IEEE Transactions on Mobile Computing, 22(3)*, 1825–1840. <https://doi.org/10.1109/TMC.2021.3099397>
- Mishra, A., & Yadav, P. (2020). *Anomaly-based IDS to Detect Attack Using Various Artificial Intelligence & Machine Learning Algorithms: A Review*.
- Misra, R., Kumar Shakya, S., & Professor, A. (2023). *Face Recognition Attendance System, Smart Learning, College Enquiry Using AI Chat-Bot*. www.ijcstjournal.org
- Mohammed Sahan, J., Abbas, E. I., & Abood, Z. M. (2023). A facial recognition using a combination of a novel one dimension deep CNN and LDA. *Materials Today: Proceedings, 80*, 3594–3599. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.07.325>

- Mohammed, Z. A., Ghenni, H. Q., Hussein, Z. J., & Al-Qurabat, A. K. M. (2024). Advancing Cloud Image Security via AES Algorithm Enhancement Techniques. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(1), 12694–12701. <https://doi.org/10.48084/ETASR.6601>
- Mohtasham Moein, M., Saradar, A., Rahmati, K., Ghasemzadeh Mousavinejad, S. H., Bristow, J., Aramali, V., & Karakouzian, M. (2023). Predictive models for concrete properties using machine learning and deep learning approaches: A review. *Journal of Building Engineering*, 63, 105444. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2022.105444>
- Molan, M., Borghesi, A., Cesarini, D., Benini, L., & Bartolini, A. (2023). RUAD: Unsupervised Anomaly Detection in HPC Systems. *Future Generation Computer Systems*, 141, 542–554. <https://doi.org/10.1016/J.FUTURE.2022.12.001>
- Momin, T., Mehra, S., Khan, I., & Tiwari, H. (2024). End-to-End Facial Recognition System and Data Visualization of Students Attendance. *International Journal of Scientific Research & Engineering Trends*, 10(2), 614–619.
- Moosaei, H., Ganaie, M. A., Hladík, M., & Tanveer, M. (2023). Inverse free Reduced Universum Twin Support Vector Machine for Imbalanced Data Classification. *Neural Networks*, 157, 125–135. <https://doi.org/10.1016/J.NEUNET.2022.10.003>
- Mousavi, A., Arefanjazi, H., Sadeghi, M., Ghahfarokhi, A. M., Beheshtinejad, F., & Masouleh, M. M. (2023). Comparison of Feature Extraction with PCA and LTP Methods and Investigating the Effect of Dimensionality Reduction in the Bat Algorithm for Face Recognition. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 3(3), 500–509. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v3i3.1057>
- Moustafa, N., Koroniotis, N., Keshk, M., Zomaya, A. Y., & Tari, Z. (2023). Explainable Intrusion Detection for Cyber Defences in the Internet of Things: Opportunities and Solutions. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 25(3), 1775–1807. <https://doi.org/10.1109/COMST.2023.3280465>
- Mughaid, A., AlZu'bi, S., Alnajjar, A., AbuElsoud, E., Salhi, S. El, Igried, B., & Abualigah, L. (2023). Improved dropping attacks detecting system in 5g networks using machine learning and deep learning approaches. *Multimedia Tools and Applications*, 82(9), 13973–13995. <https://doi.org/10.1007/S11042-022-13914-9/METRICS>
- Muhammad Abdullah, A., & Muhamad Abdullah, A. (2017). *Advanced Encryption Standard (AES) Algorithm to Encrypt and Decrypt Data*. <https://www.researchgate.net/publication/317615794>
- Murtaza, M., Ahmed, Y., Shamsi, J. A., Sherwani, F., & Usman, M. (2022). AI-Based Personalized E-Learning Systems: Issues, Challenges, and Solutions. *IEEE Access*, 10, 81323–81342. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3193938>
- Nagopiraju, Deepak, M. D., Vinay, V. M., Kumar, A. E., & Supriya, K. (2024). Machine Learning and Blockchain-Based Real-Time Facial Recognition Attendance System. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 15(1), 133–137. <https://doi.org/10.61841/TURCOMAT.V15I1.14554>
- Najafi Moghaddam Gilani, V., Hosseinian, S. M., Ghasedi, M., & Nikookar, M. (2021). Data-Driven Urban Traffic Accident Analysis and Prediction Using Logit and Machine Learning-Based Pattern Recognition Models. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9974219>
- Nanda, S., Zafari, F., Decusatis, C., Wedaa, E., & Yang, B. (2017). Predicting network attack patterns in SDN using machine learning approach. *2016 IEEE Conference on Network Function Virtualization and Software Defined Networks, NFV-SDN 2016*, 167–172. <https://doi.org/10.1109/NFV-SDN.2016.7919493>

- Nasiri Khiavi, A. (2024). Machine Learning Modeling of Base Flow Generation Potential: A Case Study of the Combined Application of BWM and Fallback Bargaining Algorithm. *Journal of Hydrology*, 131220. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2024.131220>
- Nawaal, B., Haider, U., Khan, I. U., & Fayaz, M. (2024). Signature-Based Intrusion Detection System for IoT. *Cyber Security for Next-Generation Computing Technologies*, 141–158. <https://doi.org/10.1201/9781003404361-8>
- Ndudi, E. F., Kifordu, A. A., & Egede, N. M. (2023). The Influence of Intrinsic and Extrinsic Motivation in Workers' Productivity: Empirical Evidence from the Construction Industry. *Global Journal of Human Resource Management*, 11(2), 96–112. <https://doi.org/10.37745/gjhrm.2013/vol11n296112>
- Neelakandan, S., Velmurugan, S., Prakash, M., & Paulraj, D. (2024). A multi-layer encryption with AES and Twofish encryption algorithm for smart assistant security. *Digital Image Security: Techniques and Applications*, 266–293. <https://doi.org/10.1201/9781003468974-13>
- Nguyen, P., Friend, S. B., Chase, K. S., & Johnson, J. S. (2023). Analyzing sales proposal rejections via machine learning. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 43(1), 24–45. <https://doi.org/10.1080/08853134.2022.2067554>
- Nguyen-Tat, B. T., Bui, M. Q., & Ngo, V. M. (2024). Automating Attendance Management in Human Resources: A Design Science Approach using Computer Vision and Facial Recognition. *International Journal of Information Management Data Insights*, 4(2), 100253. <https://doi.org/10.1016/J.IJIMEI.2024.100253>
- Nikou, M., Mansourfar, G., & Bagherzadeh, J. (2019). Stock price prediction using DEEP learning algorithm and its comparison with machine learning algorithms. *Intelligent Systems in Accounting, Finance and Management*, 26(4), 164–174. <https://doi.org/10.1002/ISAF.1459>
- Nuttin, J., & Greenwald, G. A. (1968). *Reward and Punishment in Human Learning: Elements of a Behavior Theory*. https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=ujO0BQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=reward+and+punishment+theory&ots=r815hRXG_J&sig=3tJk5UzdTOfrAOyB3u2JlGOQZB4&redir_esc=y#v=onepage&q=reward%20and%20punishment%20theory&f=false
- Nyathani, R. (2023). AI-Driven HR Analytics: Unleashing the Power of HR Data Management. *Journal of Technology and Systems*, 5(2), 15–26. <https://doi.org/10.47941/JTS.1513>
- Obert, J., Cordeiro, P., Johnson, J. T., Lum, G., Tansy, T., Pala, N., & Ih, R. (2019). *Recommendations for Trust and Encryption in DER Interoperability Standards*. <https://doi.org/https://doi.org/10.2172/1761841>
- Oei, A. J., Tan, M. R. A., Anderies, & Chowanda, A. (2023). Attendance Management System Using Face Recognition. *ICEEIE 2023 - International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering*. <https://doi.org/10.1109/ICEEIE59078.2023.10334708>
- Olu-Ajayi, R., Alaka, H., Sulaimon, I., Sunmola, F., & Ajayi, S. (2022). Building energy consumption prediction for residential buildings using deep learning and other machine learning techniques. *Journal of Building Engineering*, 45, 103406. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.103406>
- Oo, S. B., Oo, N. H. M., Chainan, S., Thongniam, A., & Chongdarakul, W. (2018). Cloud-based Web Application with NFC for Employee Attendance Management System. *3rd International Conference on Digital Arts, Media and Technology, ICDAMT 2018*, 162–167. <https://doi.org/10.1109/ICDAMT.2018.8376516>
- Orazulike, J. O. (2011). Abstract Successful Information Technology Project Process Management Best Practices. *BTech*.

- Ozcan, M., & Peker, S. (2023). A classification and regression tree algorithm for heart disease modeling and prediction. *Healthcare Analytics*, 3, 100130. <https://doi.org/10.1016/J.HEALTH.2022.100130>
- Painuly, K., Bisht, Y., Vaidya, H., Kapruwan, A., & Gupta, R. (2024). Efficient Real-Time Face Recognition-Based Attendance System with Deep Learning Algorithms. *Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent and Innovative Technologies in Computing, Electrical and Electronics, ICIITCEE 2024*. <https://doi.org/10.1109/IITCEE59897.2024.10467743>
- Pangandaheng, A. C., & Sutanto, J. E. (2021). *THE EFFECT OF LEADERSHIP, REWARD, AND PUNISHMENT ON EMPLOYEE PERFORMANCE IN A SWALLOW BIRD NEST EXPORTER COMPANY IN EAST JAVA*. <https://dspace.uc.ac.id/handle/123456789/6795>
- Park, H., Ahn, D., Hosanagar, K., & Lee, J. (2021, May 6). Human-ai interaction in human resource management: Understanding why employees resist algorithmic evaluation at workplaces and how to mitigate burdens. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445304>
- Patel, K. (2019). Performance Analysis of AES, DES and Blowfish Cryptographic Algorithms on Small and Large Data Files. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 11(4), 813–819. <https://doi.org/10.1007/S41870-018-0271-4/METRICS>
- Pathak, A., Dixit, C. K., Somani, P., & Gupta, S. K. (2023). Prediction of Employees' Performance Using Machine Learning (ML) Techniques. *Designing Workforce Management Systems for Industry 4.0: Data-Centric and AI-Enabled Approaches*, 177–195. <https://doi.org/10.1201/9781003357070-11>
- Pattnaik, P., & Mohanty, K. K. (2020). AI-Based Techniques for Real-Time Face Recognition-based Attendance System- A Comparative Study. *Proceedings of the 4th International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2020*, 1034–1039. <https://doi.org/10.1109/ICECA49313.2020.9297643>
- Pävåloaia, V. D., & Husac, G. (2023). Tracking Unauthorized Access Using Machine Learning and PCA for Face Recognition Developments. *Information (Switzerland)*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/info14010025>
- Paz, A. I. L., & López, R. I. (2023). Recommendation method for customized IT project management. *Procedia Computer Science*, 219, 1938–1945. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2023.01.493>
- Perini, L., Bürkner, P.-C., & Klami, A. (2023). Estimating the Contamination Factor's Distribution in Unsupervised Anomaly Detection. *Proceedings of the 40 Th International Conference on Machine Learning*, 27668–27679. <https://proceedings.mlr.press/v202/perini23a.html>
- Pitale, R. R., Tajane, K. D., Mahajan, P. B., Nehate, N. S., Mulimani, A. J., & Lokhande, D. S. (2023). *Cryptographic algorithm development and application for encryption and decryption*. 1–7. <https://doi.org/10.1145/3647444.3647853>
- P.K, R., Khaparde, A., Bendre, V., & Katti, J. (2024). Fraud Detection and Prevention by Face Recognition with and Without Mask for Banking Application. *Multimedia Tools and Applications*, 1–24. <https://doi.org/10.1007/S11042-024-19021-1/METRICS>
- PMI. (2017). *Agile Practice Guide* (Sixth).
- Podsakoff, P. M., & Todor, W. D. (1985). Relationships Between Leader Reward and Punishment Behavior and Group Processes and Productivity. *Journal of Management*, 11(1), 55–73. <https://doi.org/10.1177/014920638501100106>
- Pons, D., & Haefele, S. (1 C.E.). Team Interactions for Successful Project Management in Small and Medium-Sized Enterprises. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 7(2), 17–43. <https://doi.org/10.4018/IJITPM.2016040102>

- Potter, K., & Frank, L. (2024). *Efficient Key Management Schemes for Trigonometry-Based Encryption of Short Messages*. <https://www.researchgate.net/publication/378587871>
- Pradyumna, J., Khan, T., & Kumar, K. (n.d.). Smart Attendance System using Face Recognition. *IJFMR23044583*, 5(4). www.ijfmr.com
- Praseed, A., & Thilagam, P. S. (2022). HTTP Request Pattern Based Signatures for Early Application Layer DDoS Detection: A Firewall Agnostic Approach. *Journal of Information Security and Applications*, 65, 103090. <https://doi.org/10.1016/J.JISA.2021.103090>
- Pratomo, A. B., Mokodenseho, S., & Aziz, A. M. (2023). Data Encryption and Anonymization Techniques for Enhanced Information System Security and Privacy. *West Science Information System and Technology*, 1(01), 1–9. <https://doi.org/10.58812/WSIST.V1I01.176>
- Priyanka Brahmaiah, V., Jaswanth, P. V., Sri Likhitha, D., & Pallavi Sudha, M. (2023). Implementation of AES Algorithm. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 720 LNNS, 161–171. https://doi.org/10.1007/978-981-99-3761-5_16
- Radiya-Dixit, E., & Neff, G. (2023). A Sociotechnical Audit: Assessing Police Use of Facial Recognition. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1334–1346. <https://doi.org/10.1145/3593013.3594084>
- Ragedhaksha, Darshini, Shahil, & Arunnehr, J. (2023). Deep learning-based real-world object detection and improved anomaly detection for surveillance videos. *Materials Today: Proceedings*, 80, 2911–2916. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.07.064>
- Rahim, A., Zhong, Y., Ahmad, T., Ahmad, S., Pławiak, P., & Hammad, M. (2023). Enhancing Smart Home Security: Anomaly Detection and Face Recognition in Smart Home IoT Devices Using Logit-Boosted CNN Models. *Sensors 2023, Vol. 23, Page 6979*, 23(15), 6979. <https://doi.org/10.3390/S23156979>
- RajaSekhar, J., Sakhamuri, S., Dhruva Teja, A., & Siva Sai Bhargav, T. (2023). Automatic Attendance Management System Using AI and Deep Convolutional Neural Network. *Advanced Technologies and Societal Change*, 67–76. https://doi.org/10.1007/978-981-19-4522-9_7
- Raji, I. D., Gebru, T., Mitchell, M., Buolamwini, J., Lee, J., & Denton, E. (2020). Saving Face: Investigating the Ethical Concerns of Facial Recognition Auditing. *Proceedings of the AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (AIES)*, 7, 145–151. <https://doi.org/10.1145/3375627.3375820>
- Ran, X., & Nie, B. (2024). Linear Discriminant Analysis (LDA) based on auxiliary slicing for binary classification data. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 101, 778–785. <https://doi.org/10.54097/GH17V872>
- Rana, M., & Bhushan, M. (2023). Machine learning and deep learning approach for medical image analysis: diagnosis to detection. *Multimedia Tools and Applications*, 82(17), 26731–26769. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-14305-w>
- Rao, P. M., & Deebak, B. D. (2023). Security and Privacy Issues in Smart Cities/Industries: Technologies, Applications, and Challenges. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 14(8), 10517–10553. <https://doi.org/10.1007/S12652-022-03707-1/METRICS>
- Rastogi, P., Saravanan, P., Kerinab Beenu, G. H., Kaur, I., Anandhi, R. J., & Senthilkumar, S. (2023). Analysis Face Recognition based Systems for Employees Attendance Machine Learning. *Proceedings of the 2023 2nd International Conference on Augmented Intelligence and Sustainable Systems, ICAISS 2023*, 515–520. <https://doi.org/10.1109/ICAISS58487.2023.10250622>
- Rastogi, R., Tyagi, A., Upadhyay, H., & Singh, D. (2022). Algorithmic Analysis of Automatic Attendance System Using Facial Recognition: A Revolutionary Approach for Future Education.

- International Journal of Decision Support System Technology*, 14(1).
<https://doi.org/10.4018/IJDSST.286688>
- Rathi, R. A. (2018). Artificial intelligence and the future of HR practices. *International Journal of Applied Research 2018*; 4(6): 113-116, 4(6), 113–116. <https://doi.org/10.1177/205>
- Rausch, T. M., Derra, N. D., & Wolf, L. (2022). Predicting online shopping cart abandonment with machine learning approaches. *International Journal of Market Research*, 64(1), 89–112. https://doi.org/10.1177/1470785320972526/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1470785320972526-FIG1.JPEG
- Ressler, N. (2004). Rewards and punishments, goal-directed behavior and consciousness. In *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* (Vol. 28, Issue 1, pp. 27–39). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2003.10.003>
- Ries, P. D. (2020). Organizational Outcomes and Impacts of Employee Attendance at the Municipal Forestry Institute Leadership Course. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53, 126725. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2020.126725>
- Rodgers, W., Murray, J. M., Stefanidis, A., Degbey, W. Y., & Tarba, S. Y. (2023). An artificial intelligence algorithmic approach to ethical decision-making in human resource management processes. *Human Resource Management Review*, 33(1), 100925. <https://doi.org/10.1016/J.HRMR.2022.100925>
- Rohaam, D., Topan, E., & Groothuis-Oudshoorn, C. G. M. (2022). Using Supervised Machine Learning for B2B Sales Forecasting: A Case Study of Spare Parts Sales Forecasting at an After-Sales Service Provider. *Expert Systems with Applications*, 188, 115925. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2021.115925>
- Rohini, V., Sobhana, M., & Chowdary, C. S. (2022). Attendance Monitoring System Design Based on Face Segmentation and Recognition. *Recent Patents on Engineering*, 17(2). <https://doi.org/10.2174/1872212116666220401154639>
- Rostami, M., Farajollahi, A., & Parvin, H. (2024). Deep Learning-based Face Detection and Recognition on Drones. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, 15(1), 373–387. <https://doi.org/10.1007/S12652-022-03897-8/METRICS>
- Rusan, N., & Voitenko, O. (2021). Emotional-Intellectual and Cognitive Factors of Success in Project Management. *Proceedings of the 2nd International Workshop IT Project Management*.
- S. Jenifa Sabeena, Dr. S. A. (2023). Identification Of Better Encryption Algorithm in Securing Data. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10(4S), 889–896. <https://doi.org/10.17762/SFS.V10I4S.1019>
- Salcedo-Sanz, S., Pérez-Aracil, J., Ascenso, G., Del Ser, J., Casillas-Pérez, D., Kadow, C., Fister, D., Barriopedro, D., García-Herrera, R., Giuliani, M., & Castelletti, A. (2024). Analysis, Characterization, Prediction, and Attribution of Extreme Atmospheric Events with Machine Learning and Deep Learning Techniques: A Review. *Theoretical and Applied Climatology*, 155(1), 1–44. <https://doi.org/10.1007/s00704-023-04571-5>
- Saleem, S., Shiney, J., Priestly Shan, B., & Kumar Mishra, V. (2023). Face Recognition Using Facial Features. *Materials Today: Proceedings*, 80, 3857–3862. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.07.402>
- Samatha Anku, J., Kojo Amewugah, B., & Glover, M. K. (2018). Concept of Reward Management, Reward System and Corporate Efficiency. *International Journal of Economics, Commerce and Management*, VI(2), 621–637. <http://ijecm.co.uk/>
- Sanders, R. (1987). The Pareto Principle: Its Use and Abuse. *Journal of Services Marketing*, 1(2), 37–40. <https://doi.org/10.1108/EB024706/FULL/XML>

- Sandhan, V., Sapkal, R., Rede, S., & Kadam, G. (2024). Smart Attendance Using Face Detection. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 06(02), 1579–1584. <https://doi.org/10.56726/irjmets49477>
- Santhose, S. S., & Anisha, B. (2023). Psychological Improvement in Employee Productivity by Maintaining Attendance System Using Machine Learning Behavior. *Journal of Community Psychology*, 51(1), 270–283. <https://doi.org/10.1002/JCOP.22902>
- Sarkar, M., Ayon, E. H., Mia, M. T., Ray, R. K., Chowdhury, M. S., Ghosh, B. P., Al-Imran, M., Islam, M. T., Tayaba, M., & Puja, A. R. (2023). Optimizing E-Commerce Profits: A Comprehensive Machine Learning Framework for Dynamic Pricing and Predicting Online Purchases. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 5(4), 186–193. <https://doi.org/10.32996/JCSTS.2023.5.4.19>
- Sarker, I. H. (2021). Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. In *SN Computer Science* (Vol. 2, Issue 3). Springer. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Sarvakar, K., Senkamalavalli, R., Raghavendra, S., Santosh Kumar, J., Manjunath, R., & Jaiswal, S. (2023). Facial Emotion Recognition using Convolutional Neural Networks. *Materials Today: Proceedings*, 80, 3560–3564. <https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2021.07.297>
- Sawadogo, A. D., Guimard, Q., Bissyandé, T. F., Kaboré, A. K., Klein, J., & Moha, N. (2021). *Early Detection of Security-Relevant Bug Reports using Machine Learning: How Far Are We?* <http://arxiv.org/abs/2112.10123>
- Sawarkar, C. D., & Alane, S. S. (2024). Attendance System by Face Recognition Using Deep Learning. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. <https://doi.org/10.56726/irjmets48994>
- Sawarkar, Damket, & Alane. (2024). Attendance System by Face Recognition using Deep Learning. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. <https://doi.org/10.56726/irjmets48994>
- Schwalbe, K. (2016). *Information Technology Project Management, 8th ed. - Contents.pdf* (Eight). Cengage Learning.
- Seen Long, N., Amin Mohamad Sukri, K., & Sains Komputer dan Teknologi Maklumat, F. (2023). Face Recognition Attendance System with Face Rolling Motion on Android. *Applied Information Technology And Computer Science*, 4(2), 266–282. <https://doi.org/10.30880/aitcs.2023.04.02.016>
- Seth, B., Dalal, S., Jaglan, V., Le, D. N., Mohan, S., & Srivastava, G. (2022). Integrating Encryption Techniques for Secure Data Storage in the Cloud. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 33(4), e4108. <https://doi.org/10.1002/ETT.4108>
- Severin, J., Svensson, M., & Akerstrom, M. (2022). Cost–Cost-benefit evaluation of an Organizational-Level Intervention Program for Decreasing Sickness Absence among Public Sector Employees in Sweden. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5). <https://doi.org/10.3390/ijerph19052998>
- Sharifani, K., & Amini, M. (2023). Machine Learning and Deep Learning: A Review of Methods and Applications. *World Information Technology and Engineering Journal*, 10(07), 3897–3904. <https://ssrn.com/abstract=4458723>
- Sharma, S. (2023). Advancements in Machine Learning for Intrusion Detection in Cloud Environments. *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 07(07). <https://doi.org/10.55041/IJSREM24430>
- Sharma, S., Bhatt, M., & Sharma, P. (2020). *Face Recognition System Using Machine Learning Algorithm*. 1162–1168. <https://doi.org/10.1109/ICCES48766.2020.9137850>

- Sharmila, S., Kavya Nagasai, G., Sowmya, M., Sai Prasanna, A., Navya Sri, S., & Meghana, N. (2023). Automatic Attendance System based on FaceRecognition using Machine Learning. *Proceedings - 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2023*, 170–174. <https://doi.org/10.1109/ICCMC56507.2023.10084017>
- Shibly, F. H. A., Sharma, U., & Naleer, H. M. M. (2022). Detecting Hate Speech through Machine Learning. *Applied Soft Computing*. <https://doi.org/10.1201/9781003186885-4>
- Shih, F. C., Yeh, S. C. J., & Hsu, W. L. (2023). Abusive supervision and employee well-being of nursing staff: Mediating role of occupational stress. *Journal of Advanced Nursing*, 79(2), 664–675. <https://doi.org/10.1111/JAN.15538>
- Shinohara, I., Mifune, Y., Inui, A., Nishimoto, H., Yoshikawa, T., Kato, T., Furukawa, T., Tanaka, S., Kusunose, M., Hoshino, Y., Matsushita, T., Mitani, M., & Kuroda, R. (2024). Re-tear After Arthroscopic Rotator Cuff Tear Surgery: Risk Analysis Using Machine Learning. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 33(4), 815–822. <https://doi.org/10.1016/J.JSE.2023.07.017>
- Shlezinger, N., Whang, J., Eldar, Y. C., & Dimakis, A. G. (2023). Model-Based Deep Learning. *Proceedings of the IEEE*, 111(5), 465–499. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2023.3247480>
- Shreesha, S., Pai, M. M. M., Pai, R. M., & Verma, U. (2023). Pattern Detection and Prediction Using Deep Learning for Intelligent Decision Support to Identify Fish Behaviour in Aquaculture. *Ecological Informatics*, 78, 102287. <https://doi.org/10.1016/J.ECOINF.2023.102287>
- Shukla, A. K., Shukla, A., & Singh, R. (2023). Neural Networks Based Face Recognition System for Biometric Security. *Indian Journal of Engineering*, 20, 16–1640. <https://doi.org/10.54905/diss/v20i53/e16ije1640>
- Shukla, A. K., Shukla, A., & Singh, R. (2024). Automatic Attendance System based on CNN–LSTM and Face Recognition. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 16(3), 1293–1301. <https://doi.org/10.1007/S41870-023-01495-1/METRICS>
- Shukla, S., George, J. P., Tiwari, K., & Kureethara, J. V. (2022). Data Security. *SpringerBriefs in Applied Sciences and Technology*, 41–59. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0752-4_3
- Sigmund, K., Hauert, C., Nowak, M. A., & Wachter, K. W. (2001). Reward and Punishment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 10757–10762. <https://doi.org/DOI:10.1073/pnas.161155698>
- Singh, A., Rawat, N., & Kesri, R. (n.d.). *Face Recognition Based Attendance System*. www.ijfmr.com
- Singh, G. (2013). A Study of Encryption Algorithms (RSA, DES, 3DES and AES) for Information Security. In *International Journal of Computer Applications* (Vol. 67, Issue 19).
- Singh, G., Bhardwaj, G., Singh, S. V., & Garg, V. (2021). Biometric Identification System: Security and Privacy Concern. *Artificial Intelligence for a Sustainable Industry 4.0*, 245–264. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77070-9_15
- Singh, R. (2017). The Impact of Intrinsic and Extrinsic Motivators on Employee Engagement in Information Organizations. <https://doi.org/10.3138/JELIS.57.2.197>, 57(2), 197–206. <https://doi.org/10.3138/JELIS.57.2.197>
- Skinner, B. F. (1958). Reinforcement today. *American Psychologist*, 13(3), 94–99. <https://doi.org/10.1037/H0049039>
- Sochima, E. P., Ezekiel, P. S., Taylor, O. E., & Deedam-Okuchaba, F. B. (2021). Smart Attendance Monitoring System Using Facial Recognition. *International Journal of Computer Techniques*, 8(2). <http://www.ijctjournal.org>

- Somu, N., Raman M R, G., & Ramamritham, K. (2021). A Deep Learning Framework for Building Energy Consumption Forecast. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2020.110591>
- Sonawane, A., Ahire, V. T. O., Tambat, P., & Kavde, V. (2024). Face Log - Attendance Management System using Face Recognition. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, 4(3), 182–187. <https://doi.org/10.48175/IJARSCT-15535>
- Srivastava, G., & Bag, S. (2024). Modern-Day Marketing Concepts Based on Face Recognition and Neuro-Marketing: a Review and Future Research Directions. *Benchmarking*, 31(2), 410–438. <https://doi.org/10.1108/BIJ-09-2022-0588/FULL/XML>
- Stahl, B. C., Rodrigues, R., Santiago, N., & Macnish, K. (2022). A European Agency for Artificial Intelligence: Protecting fundamental rights and ethical values. *Computer Law and Security Review*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2022.105661>
- Stankevičiūtė, Ž. (2024). Data-Driven Decision Making: Application of People Analytics in Human Resource Management. *Intelligent Systems Reference Library*, 253, 239–262. https://doi.org/10.1007/978-3-031-55952-5_12
- Steers, R. M., & Rhodes, S. R. (1978). Major Influences on Employee Attendance: A Process Model. *Journal of Applied Psychology*, 63(4), 391–407. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.63.4.391>
- Sujanthi, S., Bowshika, A., Dharaneesh, S. K., & Jai Sivadharsini, A. (2023). Iris Liveness Detection using Deep Learning Networks. *7th International Conference on Trends in Electronics and Informatics, ICOEI 2023 - Proceedings*, 1188–1196. <https://doi.org/10.1109/ICOEI56765.2023.10125665>
- Sun, C., Adamopoulos, P., Ghose, A., & Luo, X. (2021). Predicting Stages in Omnichannel Path to Purchase: A Deep Learning Model. *Information Systems Research*, 33(2), 429–445. <https://doi.org/10.1287/ISRE.2021.1071>
- Sun, J., Xu, Y., Liu, P., & Wang, Y. (2023). Memristor-Based Neural Network Circuit of Duple-Reward and Duple-Punishment Operant Conditioning With Time Delay. *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers*, 70(11), 4369–4379. <https://doi.org/10.1109/TCSI.2023.3305679>
- Surantha, N., & Sugijakko, B. (2024). Lightweight Face Recognition-based Portable Attendance System with Liveness Detection. *Internet of Things*, 25, 101089. <https://doi.org/10.1016/J.IOT.2024.101089>
- Surianarayanan, C., Kunasekaran, S., & Chelliah, P. R. (2024). A High-Throughput Architecture for Anomaly Detection in Streaming Data Using Machine Learning Algorithms. *International Journal of Information Technology (Singapore)*, 16(1), 493–506. <https://doi.org/10.1007/S41870-023-01585-0/METRICS>
- Suriya, M., Rajalakshmi, S., Visnupriya, K. V., Saravanaa, G., Vidya, K., Kavya, A., & Mouliswaran, R. (2023). Face Recognition Attendance System. *2023 9th International Conference on Advanced Computing and Communication Systems, ICACCS 2023*, 2042–2047. <https://doi.org/10.1109/ICACCS57279.2023.10113114>
- Surve, M., Joshi, P., Jamadar, S., & Vharkate, Mrs. M. N. (2020). Automatic Attendance System using Face Recognition Technique. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 9(1), 2134–2138. <https://doi.org/10.35940/ijrte.A2644.059120>
- Suryadevara, K. C. (2023). Diabetes Risk Assessment Using Machine Learning: A Comparative Study of Classification Algorithms. *International Engineering Journal For Research & Development*, 8. www.iejrd.com

- Susanto, H., Yie, L. F., Setiana, D., Asih, Y., Yoganingrum, A., Riyanto, S., & Saputra, F. A. (2021). *Digital Ecosystem Security Issues for Organizations and Governments: Digital Ethics and Privacy*. 204–228. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4570-6.CH010>
- Susmitha, C., Srineeharika, S., Laasya, K. S., Kannaiah, S. K., & Bulla, S. (2023). Hybrid Cryptography for Secure File Storage. *Proceedings - 7th International Conference on Computing Methodologies and Communication, ICCMC 2023*, 1151–1156. <https://doi.org/10.1109/ICCMC56507.2023.10084073>
- Syamala, B. R. K. N. L. (2020). Attendance Management System using Face Recognition. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 8(7), 1684–1688. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2020.30625>
- Tang, X., Guo, C., Choo, K. K. R., Jiang, X., & Liu, Y. (2024). A Secure and Lightweight Cloud Data Deduplication Scheme with Efficient Access Control and Key Management. *Computer Communications*, 222, 209–219. <https://doi.org/10.1016/J.COMCOM.2024.05.003>
- Taslim Ahammad. (2017). Personnel Management to Human Resource Management (HRM): How HRM Functions? *Journal of Modern Accounting and Auditing*, 13(9). <https://doi.org/10.17265/1548-6583/2017.09.004>
- Taye, M. M. (2023). Understanding of Machine Learning with Deep Learning: Architectures, Workflow, Applications and Future Directions. In *Computers* (Vol. 12, Issue 5). MDPI. <https://doi.org/10.3390/computers12050091>
- Tejaswi, P., & Swathika, O. V. G. (2023). Power Theft in Smart Grids and Microgrids. *Smart Grids for Smart Cities: Volume 1, 1*, 299–308. <https://doi.org/10.1002/9781119872108.CH16>
- Terhörst, P., Ihlefeld, M., Huber, M., Damer, N., Kirchbuchner, F., Raja, K., & Kuijper, A. (2023). *QMagFace: Simple and Accurate Quality-Aware Face Recognition* (pp. 3484–3494).
- Thapa, P., & Arjunan, T. (2024). AI-Enhanced Cybersecurity: Machine Learning for Anomaly Detection in Cloud Computing. *Quarterly Journal of Emerging Technologies and Innovations*, 9(1), 25–37. <https://vectoral.org/index.php/QJETI/article/view/64>
- Thomas, J. (2024). Preprocessing. *Applied Machine Learning Using Mlr3 in R*, 196–210. <https://doi.org/10.1201/9781003402848-9/PREPROCESSING-JANEK-THOMAS>
- Tian, X., Pavur, R., Han, H., & Zhang, L. (2023). A Machine Learning-based Human Resources Recruitment System for Business Process Management: Using LSA, BERT and SVM. *Business Process Management Journal*, 29(1), 202–222. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-08-2022-0389/FULL/XML>
- Tolendiyev, G., Al-Absi, M. A., Lim, H., & Lee, B. G. (2021). Adaptive Margin Based Liveness Detection for Face Recognition. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 12616 LNCS, 267–277. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68452-5_28
- Tomer, V., & Sharma, S. (2022). Detecting IoT Attacks Using an Ensemble Machine Learning Model. *Future Internet 2022, Vol. 14, Page 102, 14(4)*, 102. <https://doi.org/10.3390/FI14040102>
- Trivedi, A., Mani Tripathi, C., Perwej, Y., Srivastava, A. K., & Kulshrestha, N. (2022). Face Recognition Based Automated Attendance Management System. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 9(1), 261–268. <https://doi.org/10.32628/IJSRST229147>
- Tsantikidou, K., & Sklavos, N. (2024). Threats, Attacks, and Cryptography Frameworks of Cybersecurity in Critical Infrastructures. *Cryptography*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/cryptography8010007>

- Tyagi, M. (2021). Effect of HR interventions based on Biometric Attendance System records to improve Employee Absenteeism. *Article in Journal (Academy of Hospital Administration, 31(2))*. <https://www.researchgate.net/publication/356580661>
- Ukamaka Betrand, C., Juliet Onyema, C., Benson-Emenike, M., Allswell Kelechi, D., & Eberechi Benson-Emenike, M. (2023). Authentication System Using Biometric Data for Face Recognition. *International Journal of Sustainable Development Research, 9(4)*, 68–78. <https://doi.org/10.11648/j.ijedr.20230904.12>
- Van den Eynde, J., Lachmann, M., Laugwitz, K. L., Manlhiot, C., & Kutty, S. (2023). Successfully Implemented Artificial Intelligence and Machine Learning Applications in Cardiology: State-of-the-Art Review. *Trends in Cardiovascular Medicine, 33(5)*, 265–271. <https://doi.org/10.1016/J.TCM.2022.01.010>
- Verbeeten, F. H. M., & Speklé, R. F. (2015). Management Control, Results-Oriented Culture, and Public Sector Performance: Empirical Evidence on New Public Management. *Http://Dx.Doi.Org/10.1177/0170840615580014, 36(7)*, 953–978. <https://doi.org/10.1177/0170840615580014>
- Viswanathan, J., E, K., S, N., & S, V. (2024). Smart Attendance System using Face Recognition. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*. <https://doi.org/10.4108/EETSIS.5203>
- Waelen, R. A. (2023). The Struggle for Recognition in the Age of Facial Recognition Technology. *AI and Ethics, 3(1)*, 215–222. <https://doi.org/10.1007/S43681-022-00146-8>
- Wang, T., He, F., Yang, R., Ye, Z., & Huang, X. (2023). Consensus-Based Distributed Kernel One-class Support Vector Machine for Anomaly Detection. *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks, 2023-June*. <https://doi.org/10.1109/IJCNN54540.2023.10191788>
- Wati, V., Kusriani, K., Al Fatta, H., & Kapoor, N. (2021). Security of Facial Biometric Authentication for Attendance System. *Multimedia Tools and Applications, 80(15)*, 23625–23646. <https://doi.org/10.1007/S11042-020-10246-4/METRICS>
- Weinger, B., Kim, J., Sim, A., Nakashima, M., Moustafa, N., & Wu, K. J. (2022). Enhancing IoT Anomaly Detection Performance for Federated Learning. *Digital Communications and Networks, 8(3)*, 314–323. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.02.007>
- Wholey, J. S. (1982). Result Oriented Management: Integrating Evaluation and Organizational Performance Incentives. *Innovative Approaches to Mental Health Evaluation, 255–275*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-663020-6.50014-0>
- Wibowo, S. N., Solahudin, A., Haryanto, E., Widawati, Y., & Haryanto, B. E. (2022). The Effect of Reward and Punishment on Work Discipline. In *Management and Technology* (Vol. 1, Issue 1).
- Wong, S., Simmons, A., Villicana, J. R., & Barnett, S. (2023). Estimating Patient-Level Uncertainty in Seizure Detection Using Group-Specific Out-of-Distribution Detection Technique. *Sensors (Basel, Switzerland), 23(20)*. <https://doi.org/10.3390/s23208375>
- Woubie, A., Solomon, E., & Attieh, J. (2024). Maintaining Privacy in Face Recognition using Federated Learning Method. *IEEE Access*. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3373691>
- Wu, H., Albiero, V., Krishnapriya, K. S., King, M. C., & Bowyer, K. W. (2023). *Face Recognition Accuracy Across Demographics: Shining a Light Into the Problem* (pp. 1041–1050).
- Wu, J., Luan, S., & Raihani, N. (2022). Reward, Punishment, and Prosocial Behavior: Recent Developments and Implications. *Current Opinion in Psychology, 44*, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.09.003>

- Wu, Y., Li, Z., Zhao, B., Song, Y., & Zhang, B. (2024). Transfer Learning of Spatial Features from High-Resolution RGB Images for Large-Scale and Robust Hyperspectral Remote Sensing Target Detection. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, *62*, 1–32. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2024.3355184>
- Wurzenberger, M., Höld, G., Landauer, M., & Skopik, F. (2024). Analysis of Statistical Properties of Variables in Log Data for Advanced Anomaly Detection in Cyber Security. *Computers & Security*, *137*, 103631. <https://doi.org/10.1016/J.COSE.2023.103631>
- Xin, Y., Kong, L., Liu, Z., Chen, Y., Li, Y., Zhu, H., Gao, M., Hou, H., & Wang, C. (2018). Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity. *IEEE Access*, *6*, 35365–35381. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2836950>
- Xu, H., Sun, Z., Cao, Y., & Bilal, H. (2023). A Data-Driven Approach for Intrusion and Anomaly Detection Using Automated Machine Learning for the Internet of Things. *Soft Computing*, *27*(19), 14469–14481. <https://doi.org/10.1007/S00500-023-09037-4/METRICS>
- Xu, S., Qian, Y., & Hu, R. Q. (2019). Data-Driven Network Intelligence for Anomaly Detection. *IEEE Network*, *33*(3), 88–95. <https://doi.org/10.1109/MNET.2019.1800358>
- Yang, L., Moubayed, A., & Shami, A. (2022). MTH-IDS: A Multitiered Hybrid Intrusion Detection System for Internet of Vehicles. *IEEE Internet of Things Journal*, *9*(1), 616–632. <https://doi.org/10.1109/IIOT.2021.3084796>
- Yao, K., Kone, T., Gérard N’guessan, B., & Kouame, K. F. (2023). Face Liveness Detection and Tracking in a Remote Exam Monitoring System. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, *41*(2), 588–597. <http://www.ijias.issr-journals.org/>
- Yaseen, A. (2023). The Role of Machine Learning in Network Anomaly Detection for Cybersecurity. *Sage Science Review of Applied Machine Learning*, *6*(8), 16–34. <https://journals.sagescience.org/index.php/ssraml/article/view/126>
- Yu, L., Wang, Y., Zhou, L., Wu, J., & Wang, Z. (2023). Residual Neural Network-Assisted One-Class Classification Algorithm for Melanoma Recognition with Imbalanced Data. *Computational Intelligence*, *39*(6), 1004–1021. <https://doi.org/10.1111/COIN.12578>
- Yuniasri, D., Zulfa, N., & Herumurti, D. (2021). The Effect of Visual Reward and Punishment in Mobile Game on Game Experience. *Proceedings - 2021 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: IT Opportunities and Creativities for Digital Innovation and Communication within Global Pandemic, ISemantic 2021*, 6–11. <https://doi.org/10.1109/ISEMANTIC52711.2021.9573227>
- Zaki, U. H. H., Ibrahim, R., Halim, S. A., & Kamsani, I. I. (2024). Prioritized Text Detergent: Comparing Two Judgment Scales of Analytic Hierarchy Process on Prioritizing Pre-Processing Techniques on Social Media Sentiment Analysis. *Baghdad Science Journal*, *21*(2), 662–683. <https://doi.org/10.21123/bsj.2024.9750>
- Zehir, C., Karaboğa, T., & Başar, D. (2020). The Transformation of Human Resource Management and Its Impact on Overall Business Performance: Big Data Analytics and AI Technologies in Strategic HRM. *Contributions to Management Science*, 265–279. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29739-8_12
- Zennayi, Y., Benaissa, S., Derrouz, H., & Guennoun, Z. (2023). Unauthorized Access Detection System to the Equipment in a Room Based on the Person Identification by Face Recognition. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/J.ENGAPPAL.2023.106637>
- Zhang, C., Liu, Y., & Tie, N. (2023). Forest Land Resource Information Acquisition with Sentinel-2 Image Utilizing Support Vector Machine, K-Nearest Neighbor, Random Forest, Decision Trees, and Multi-Layer Perceptron. *Forests*, *14*(2). <https://doi.org/10.3390/f14020254>

- Zhang, W., Gu, X., Tang, L., Yin, Y., Liu, D., & Zhang, Y. (2022). Application of Machine Learning, Deep Learning, and Optimization Algorithms in Geoengineering and Geoscience: Comprehensive Review and Future Challenge. *Gondwana Research*, 109, 1–17. <https://doi.org/10.1016/J.GR.2022.03.015>
- Zhang, X., Guo, F., Chen, T., Pan, L., Beliakov, G., & Wu, J. (2023). A Brief Survey of Machine Learning and Deep Learning Techniques for E-Commerce Research. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research* 2023, Vol. 18, Pages 2188-2216, 18(4), 2188–2216. <https://doi.org/10.3390/JTAER18040110>
- Zhang, Y. M., Jiang, X. Z., Qiu, B., Zhou, X., & Zhu, T.-C. (2024). Survey of Research on Face Recognition Methods Based on Depth Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 2717(1), 012027. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2717/1/012027>
- Zhang, Y., Xie, W., & Yu, X. (2023). Design and Implementation of Liveness Detection System based on Improved Shufflenet V2. *Signal, Image and Video Processing*, 17(6), 3035–3043. <https://doi.org/10.1007/S11760-023-02524-Z/METRICS>
- Zhang, Y., Zheng, L., Thing, V. L. L., Zimmermann, R., Guo, B., & Yu, Z. (2023). FaceLivePlus: A Unified System for Face Liveness Detection and Face Verification. *ICMR 2023 - Proceedings of the 2023 ACM International Conference on Multimedia Retrieval*, 23, 144–152. <https://doi.org/10.1145/3591106.3592289>
- Zhao, B., Zhu, W., Hao, S., Hua, M., Liao, Q., Jing, Y., Liu, L., & Gu, X. (2023). Prediction Heavy Metals Accumulation Risk in Rice Using Machine Learning and Mapping Pollution Risk. *Journal of Hazardous Materials*. <https://doi.org/10.1016/J.JHAZMAT.2023.130879>
- Zhao, F., & Wang, Y. (2022). PBFT Consensus Algorithm based on Reward and Punishment Mechanism. *Proceedings - 2022 3rd International Conference on Information Science and Education, ICISE-IE 2022*, 168–173. <https://doi.org/10.1109/ICISE-IE58127.2022.00043>
- Zhao, Y., Zhang, C., Zhang, Y., Wang, Z., & Li, J. (2020). A Review of Data Mining Technologies in Building Energy Systems: Load Prediction, Pattern Identification, Fault Detection and Diagnosis. *Energy and Built Environment*, 1(2), 149–164. <https://doi.org/10.1016/J.ENBENV.2019.11.003>
- Zhou, M., Wang, Q., Li, Q., Zhou, W., Yang, J., & Shen, C. (2024). Securing Face Liveness Detection on Mobile Devices Using Unforgeable Lip Motion Patterns. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, 01, 1–16. <https://doi.org/10.1109/TMC.2024.3367781>
- Zhou, X. (2020). Application Research of Face Recognition Technology in Smart Campus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1437(1), 012130. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1437/1/012130>
- Zhu, W., Xie, L., Han, J., & Guo, X. (2020). The Application of Deep Learning in Cancer Prognosis Prediction. *Cancers* 2020, Vol. 12, Page 603, 12(3), 603. <https://doi.org/10.3390/CANCERS12030603>
- Zulu, C. L., & Dzobo, O. (2023). Real-Time Power Theft Monitoring and Detection System with Double Connected Data Capture System. *Electrical Engineering*, 105(5), 3065–3083. <https://doi.org/10.1007/S00202-023-01825-3/TABLES/4>

GLOSARIUM

A

- Activation Function : Fungsi matematis yang diterapkan pada output setiap neuron dalam jaringan saraf tiruan untuk memperkenalkan non-linearitas.
- Adaptive Security Strategy : Strategi keamanan yang dapat beradaptasi dengan ancaman keamanan data yang berkembang.
- AES (Advanced Encryption Standard) : Algoritma kriptografi yang digunakan untuk enkripsi data, digunakan secara luas dalam keamanan komputer.
- AI (Artificial Intelligence) : Teknologi yang memungkinkan mesin untuk belajar dari pengalaman, menyesuaikan diri dengan situasi baru, dan melakukan tugas seperti manusia.
- AI Ethics : Prinsip-prinsip dan pedoman etika yang harus dipatuhi dalam pengembangan dan penggunaan teknologi kecerdasan buatan
- Akurasi : Metrik evaluasi yang umum digunakan dalam bidang klasifikasi mengukur seberapa akurat model dalam mengklasifikasikan semua kelas data. Ini adalah rasio prediksi yang benar (positif dan negatif) terhadap total jumlah data.
- Anomaly Detection : Teknik untuk mengidentifikasi pola yang tidak biasa atau tidak sesuai dalam data.
- AUC-ROC Curve : Kurva yang menggambarkan kinerja model klasifikasi di berbagai ambang batas dengan memplotting True Positive Rate (TPR) vs False Positive Rate (FPR).
- Autoencoder : Model Deep Learning yang digunakan untuk melakukan reduksi dimensi dan pembelajaran fitur dengan merekonstruksi input asli.

B

- Backpropagation : Algoritma yang digunakan dalam pelatihan jaringan saraf tiruan untuk menghitung gradien fungsi loss dan memperbarui bobot jaringan.
- Bagging (Bootstrap Aggregating) : Teknik ensemble learning di mana beberapa model paralel dilatih pada subset data acak.
- Batch Normalization : Teknik yang digunakan untuk meningkatkan stabilitas dan percepatan pelatihan dalam jaringan saraf tiruan.
- Batch Reinforcement Learning : Pendekatan dalam Reinforcement Learning di mana agen belajar dari batch data pengalaman.
- Batch Size : Jumlah sampel data yang digunakan dalam satu iterasi pelatihan model Machine Learning sebelum melakukan pembaruan parameter.
- Bias in Machine Learning : Ketidakeimbangan atau distorsi dalam data yang dapat mempengaruhi keputusan model.
- Bias-Variance Tradeoff : Konsep dalam Machine Learning yang menggambarkan keseimbangan antara kesalahan karena bias dan varians dalam model.

- Biometric Data : Data yang digunakan untuk mengidentifikasi individu berdasarkan karakteristik fisik atau perilaku unik, seperti sidik jari atau wajah.
- Blockchain : Teknologi yang digunakan untuk menyimpan data secara terdesentralisasi dan aman.
- Boosting : Teknik ensemble learning di mana model dibangun secara berurutan dan setiap model berusaha memperbaiki kesalahan model sebelumnya.

C

- Clustering : teknik dalam analisis data yang digunakan untuk mengelompokkan objek atau data ke dalam kelompok-kelompok yang memiliki kesamaan tertentu.
- CNN (Convolutional Neural Network) : Jenis jaringan saraf tiruan yang digunakan dalam pemrosesan gambar dan pengenalan pola, dengan lapisan konvolusi untuk mengekstraksi fitur dari gambar.
- Confusion Matrix : Tabel yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja model klasifikasi dengan menampilkan jumlah prediksi yang benar dan salah.
- Cross-Validation : Metode evaluasi model yang membagi data menjadi subset pelatihan dan validasi untuk menghindari overfitting.

D

- Data Analytics : Proses analisis data untuk mendapatkan wawasan yang berguna dari informasi yang terkandung dalam data.
- Data Augmentation : Teknik yang digunakan untuk meningkatkan jumlah data pelatihan dengan membuat variasi dari data yang ada.
- Data Encryption : Proses mengubah data menjadi bentuk yang tidak dapat dibaca tanpa kunci enkripsi, untuk melindungi kerahasiaan informasi.
- Data Preprocessing : Proses persiapan data sebelum dimasukkan ke dalam model Machine Learning, seperti normalisasi, encoding, dan pengisian nilai yang hilang.
- Dataset : Kumpulan data yang digunakan untuk melatih, menguji, atau mengevaluasi model dalam machine learning.
- DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) : algoritma klusterisasi yang digunakan dalam ilmu data dan machine learning untuk menemukan kluster dalam kumpulan data yang memiliki bentuk yang tidak beraturan dan mengandung noise (data yang tidak termasuk dalam kluster manapun).
- deteksi anomali : proses identifikasi data yang menyimpang dari pola atau perilaku normal dalam kumpulan data.
- Dimensionality Reduction : Proses mengurangi jumlah fitur dalam dataset untuk mengurangi kompleksitas dan mempercepat proses analisis data.
- DL (Deep Learning) : Subbidang dari machine learning yang menggunakan jaringan saraf tiruan (neural networks) yang terdiri dari banyak lapisan tersembunyi (hidden layers) untuk memodelkan dan mempelajari representasi data yang kompleks.

- DNN (Deep Neural Network) : Jenis jaringan saraf tiruan (neural network) yang memiliki banyak lapisan tersembunyi (hidden layers) antara lapisan input dan output, digunakan untuk memodelkan hubungan yang kompleks dalam data.
- Dropout : Teknik regularisasi yang secara acak mengabaikan sebagian unit selama pelatihan untuk mencegah overfitting.
- DSS (Decision Support System) : Sistem informasi yang dirancang untuk membantu pengambilan keputusan dengan menyediakan informasi dan analisis yang relevan.
- DT (Decision Tree) : Metode Machine Learning yang menggunakan struktur pohon keputusan untuk memprediksi nilai target dengan membagi dataset menjadi subset yang lebih kecil.

E

- Early Stopping : Strategi dalam pelatihan model Machine Learning di mana pelatihan dihentikan saat tidak ada peningkatan kinerja pada data validasi.
- Eigenfaces : Representasi wajah manusia sebagai kombinasi linear dari beberapa gambar wajah standar.
- ensemble AI* : Teknik dalam machine learning di mana beberapa model yang berbeda digabungkan untuk meningkatkan kinerja dan keakuratan prediksi.
- Ensemble Learning : Pendekatan Machine Learning yang menggabungkan beberapa model untuk meningkatkan kinerja prediksi.
- Epoch : Satu putaran lengkap data pelatihan yang digunakan untuk melatih model Machine Learning.
- Ethical Considerations in AI : Pertimbangan etika yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan dan implementasi teknologi AI.
- Eviden : Total probabilitas dari semua kemungkinan data yang diamati dalam konteks teorema Bayes.

F

- F1-Score : ukuran yang menggabungkan precision dan recall dalam satu metrik tunggal. Ini memberikan keseimbangan antara precision dan recall.
- Face recognition : Teknologi yang menggunakan pengenalan wajah untuk mengidentifikasi atau memverifikasi identitas seseorang.
- Feature Engineering : Proses mengidentifikasi, memilih, dan mengubah fitur data untuk meningkatkan kinerja model Machine Learning.
- Feature Extraction : Proses mengidentifikasi dan memilih fitur penting dari data mentah untuk digunakan dalam model Machine Learning.
- Feature Selection : Proses memilih subset fitur yang paling relevan dari data untuk meningkatkan kinerja model.
- Fine-tuning : Proses penyyetelan parameter dalam model machine learning yang telah dilatih sebelumnya untuk meningkatkan kinerja pada tugas tertentu.

Fitur : Representasi dari data yang digunakan dalam analisis atau pembelajaran mesin untuk memahami pola atau hubungan dalam data.

G

GAN (Generative Adversarial Networks) : Arsitektur jaringan saraf tiruan yang terdiri dari dua model yang bersaing untuk menghasilkan data baru.

GDPR (General Data Protection Regulation) : Peraturan Uni Eropa yang mengatur perlindungan data dan privasi individu di Uni Eropa dan Area Ekonomi Eropa.

Google Colab : Platform cloud computing yang disediakan oleh Google untuk menjalankan kode Python, khususnya dalam konteks machine learning, dengan menyediakan akses ke GPU dan TPU secara gratis.

Gradien : Vektor yang menunjukkan arah dan tingkat pertumbuhan terbesar dari fungsi.

Gradient Descent : Algoritma optimisasi yang digunakan untuk meminimalkan fungsi loss dengan mengikuti gradien fungsi.

Grid Search : Metode untuk mencari kombinasi parameter terbaik untuk model Machine Learning dengan mencoba semua kombinasi yang mungkin.

GRU (Gated Recurrent Unit) : Varian dari RNN yang lebih sederhana dari LSTM tetapi tetap efektif dalam memodelkan urutan data.

H

HOG (Histogram of Oriented Gradients) : Metode ekstraksi fitur yang digunakan untuk deteksi objek dalam gambar.

Hyperparameter : Parameter yang nilainya diatur sebelum pelatihan model dan tidak diubah selama pelatihan.

Hyperplane : Istilah dalam SVM yang merupakan batas keputusan yang memisahkan kelas data dalam ruang dimensi tinggi.

I

Interpretability vs. Accuracy Tradeoff : Keseimbangan antara interpretabilitas model dan akurasi dalam konteks pengambilan keputusan.

IQR (Interquartile Range) : Rentang antara kuartil pertama dan ketiga dalam distribusi data, digunakan dalam analisis statistik untuk mengukur sebaran data.

ITPM (Information Technology Project Management) : Pendekatan sistematis untuk merencanakan, mengorganisir, dan mengelola proyek-proyek teknologi informasi dalam suatu organisasi.

J

Jarak Euclidean : Ukuran jarak geometris antara dua titik dalam ruang Euclidean, sering digunakan dalam clustering dan machine learning.

K

- Keras : Perpustakaan neural network open-source yang berjalan di atas TensorFlow, dirancang untuk mempercepat pengembangan prototipe model neural network.
- K-Means Clustering : Algoritma clustering yang membagi data menjadi k kelompok berdasarkan pusat cluster yang dihitung
- K-Means : salah satu algoritma klasterisasi yang paling populer dan sederhana yang digunakan dalam analisis data
- KNN (K-Nearest Neighbor) : Algoritma klasifikasi machine learning yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi, di mana prediksi suatu titik data didasarkan pada label data terdekat.
- Kurva AUC-ROC (Area Under the Curve - Receiver Operating Characteristic) : grafik yang menunjukkan kinerja model klasifikasi pada semua threshold klasifikasi
- ## L
- Label : Anotasi atau kelas yang diberikan kepada data, digunakan dalam supervised learning untuk melatih model.
- LD (Liveness Detection) : Teknologi yang digunakan untuk memverifikasi apakah suatu entitas (biasanya manusia) yang terdeteksi oleh sistem adalah nyata atau hanya gambar, video, atau rekaman lainnya, dengan tujuan untuk mencegah manipulasi atau penipuan.
- Learning Rate Decay : Pengurangan learning rate selama pelatihan untuk membantu model konvergensi.
- Learning Rate : Parameter yang mengontrol seberapa cepat atau lambat model Machine Learning belajar dari data selama pelatihan.
- Loss Function : Fungsi yang mengukur seberapa baik model memprediksi nilai target dan digunakan dalam proses optimisasi model.
- Loss Optimization : Proses mengoptimalkan fungsi loss untuk meningkatkan kinerja model Machine Learning.
- LSTM (*Long Short-Term Memory*) : jenis arsitektur model jaringan saraf tiruan (neural network) yang digunakan dalam bidang pemrosesan bahasa alami (NLP) dan tugas-tugas urutan lainnya
- ## M
- Matplotlib : Perpustakaan visualisasi data dalam Python yang digunakan untuk membuat grafik 2D.
- ML (Machine Learning) : Subbidang dari kecerdasan buatan yang memungkinkan komputer untuk belajar dari data tanpa perlu secara eksplisit diprogram, dengan fokus pada pengembangan algoritma dan model yang dapat membuat prediksi atau mengambil keputusan berdasarkan pola dalam data.
- Model Deployment : Proses mengimplementasikan model Machine Learning ke lingkungan produksi untuk digunakan dalam aplikasi nyata.
- Model Evaluation : Proses mengevaluasi kinerja model menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score.
- Model Explainability : Kemampuan untuk menjelaskan secara intuitif bagaimana model Machine Learning membuat prediksi.

Model Interpretability : Kemampuan untuk menjelaskan dan memahami alasan di balik prediksi model Machine Learning.

N

Naive Bayes Classifier : Algoritma klasifikasi probabilistik sederhana yang berdasarkan teorema Bayes dengan asumsi independensi fitur.

Naïve Bayes : Algoritma klasifikasi yang berdasarkan teorema Bayes untuk menghitung probabilitas kelas berdasarkan atribut.

NLP (Natural Language Processing) : Cabang dari kecerdasan buatan yang berfokus pada pemahaman dan pengolahan bahasa manusia oleh komputer, termasuk tugas-tugas seperti pemrosesan teks, analisis sentimen, dan terjemahan mesin.

NN (Neural Network) : Model matematika yang terinspirasi dari struktur jaringan saraf biologis, digunakan dalam machine learning untuk mempelajari pola kompleks dalam data.

NumPy : Perpustakaan utama dalam Python untuk komputasi numerik, yang menyediakan struktur data dan fungsi untuk bekerja dengan array dan matriks multidimensi.

O

OC-SVM (One-Class Support Vector Machine) : Varian dari SVM yang digunakan untuk deteksi anomali atau identifikasi satu kelas saja.

One-Hot Encoding : Representasi data kategorikal dalam bentuk vektor biner di mana hanya satu elemen yang bernilai 1.

Outlier : titik data yang secara signifikan berbeda dari mayoritas data dalam kumpulan data.

Overfitting : Keadaan di mana model Machine Learning terlalu kompleks dan "menghafal" data latih sehingga kinerjanya menurun pada data uji.

P

PCA (Principal Component Analysis) : Teknik reduksi dimensi yang digunakan untuk mengurangi kompleksitas data dengan memproyeksikan data ke ruang fitur yang lebih rendah.

Policy Gradient : Metode dalam Reinforcement Learning yang langsung mengoptimalkan kebijakan agen tanpa memperhitungkan nilai fungsi.

Precision : Metrik evaluasi yang umum digunakan dalam bidang klasifikasi untuk mengukur proporsi positif yang telah diidentifikasi dengan benar oleh model dari total jumlah data yang diidentifikasi sebagai positif oleh model.

Precision-Recall Curve : Kurva yang memplot presisi vs recall untuk berbagai ambang batas klasifikasi.

Prior Probability : Probabilitas sebelum melihat data baru dalam konteks teorema Bayes.

P-Value : ukuran yang digunakan dalam statistik untuk menentukan seberapa kuat bukti yang dimiliki oleh data terhadap hipotesis nol (null hypothesis)

Python : Bahasa pemrograman tingkat tinggi yang digunakan dalam buku ini untuk implementasi model dan analisis

data, machine learning, dan pengembangan perangkat lunak

R

- Recall : Metrik evaluasi yang umum digunakan dalam bidang klasifikasi untuk mengukur proporsi positif sebenarnya yang telah diidentifikasi dengan benar oleh model dari total jumlah data positif sebenarnya.
- Regresi : salah satu teknik dalam statistika yang digunakan untuk memodelkan hubungan antara satu atau lebih variabel independen (biasanya disebut sebagai variabel prediktor, fitur, atau variabel input) dan satu variabel dependen (biasanya disebut sebagai variabel target atau variabel output) dalam bentuk fungsi matematis.
- Regularization : Teknik yang digunakan dalam Machine Learning untuk mencegah overfitting dengan menambahkan penalti pada parameter model.
- Reinforcement Learning : Paradigma pembelajaran mesin di mana agen belajar melalui interaksi dengan lingkungannya dan menerima umpan balik berdasarkan tindakan yang diambil.
- ResNet : Arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang terkenal karena kemampuannya dalam melatih jaringan yang sangat dalam.
- Reward and Punishment System : Sistem yang digunakan untuk memberikan insentif kepada individu yang berprestasi dan memberikan hukuman kepada individu yang melanggar kebijakan. Merupakan konsep dalam reinforcement learning di mana agen belajar dengan mendapatkan imbalan (reward) untuk tindakan yang benar dan hukuman (punishment) untuk tindakan yang salah.
- RF (Random Forest) : Metode machine learning yang menggunakan sejumlah besar pohon keputusan (decision trees) untuk membuat prediksi, di mana setiap pohon dihasilkan secara acak dan hasil prediksi akhir diperoleh dengan menggabungkan prediksi dari setiap pohon.
- RFID (Radio Frequency Identification) : Teknologi identifikasi otomatis yang menggunakan gelombang radio untuk mengidentifikasi dan melacak objek secara individu.
- RNN (Recurrent Neural Network) : Jenis jaringan saraf tiruan yang memiliki koneksi siklik antara neuron untuk memproses data berurutan.
- RNN (Recurrent Neural Network) : Jenis jaringan saraf tiruan yang memiliki koneksi siklik, memungkinkan informasi untuk mengalir maju dan mundur dalam waktu, sering digunakan dalam tugas-tugas yang melibatkan urutan data.
- ROC Curve (Receiver Operating Characteristic Curve) : Kurva yang menggambarkan hubungan antara TPR dan FPR pada berbagai ambang batas klasifikasi.
- ## S
- Scikit-Learn : Perpustakaan machine learning yang populer dalam Python, yang menyediakan algoritma, fungsi, dan utilitas

- untuk membangun dan menganalisis model machine learning.
- Standar Deviasi : Ukuran dispersi atau sebaran data dari rata-rata, mengukur seberapa jauh data tersebar dari rata-rata.
- Supervised Learning : Jenis pembelajaran mesin di mana model dilatih menggunakan data berlabel.
- SVM (Support Vector Machine) : Algoritma machine learning yang digunakan untuk klasifikasi dan regresi, memisahkan data dengan membuat hyperplane terbaik di antara kelas-kelas data.

T

- Teknik Voting : metode yang digunakan dalam Ensemble Learning, di mana beberapa model atau algoritma berbeda digabungkan untuk membuat prediksi yang lebih baik daripada yang bisa dihasilkan oleh setiap model secara individual.
- TensorFlow : Platform open-source untuk komputasi numerik dan machine learning yang dikembangkan oleh Google Brain Team.
- Train-Split-Test : Metode untuk membagi dataset menjadi subset pelatihan (train set) untuk melatih model, subset validasi (validation set) untuk menyesuaikan parameter model, dan subset pengujian (test set) untuk mengevaluasi kinerja model.
- Transfer Learning : Pendekatan dalam Deep Learning di mana model yang sudah dilatih pada tugas tertentu digunakan sebagai titik awal untuk tugas serupa

U

- Uji Kolmogorov-Smirnov : Uji statistik untuk menguji apakah dua sampel data berasal dari distribusi yang sama.
- Uji Normalisasi : prosedur statistik yang digunakan untuk menentukan apakah sebuah sampel data atau sekelompok data berasal dari distribusi normal atau tidak
- Uji Shapiro-Wilk : Uji statistik untuk menguji apakah sampel data berasal dari distribusi normal.
- Underfitting : Kondisi di mana model Machine Learning terlalu sederhana untuk memahami pola dalam data pelatihan.
- Unsupervised Learning : Jenis pembelajaran mesin di mana model belajar dari data yang tidak memiliki label.

V

- VGG16 : Model arsitektur Convolutional Neural Network (CNN) yang terkenal dan sering digunakan untuk tugas pengenalan gambar.

W

- Weight Initialization : Proses inialisasi bobot model dengan nilai awal yang sesuai untuk mempercepat konvergensi.
- Word Embeddings : Representasi vektor dari kata-kata dalam ruang fitur yang digunakan dalam pemrosesan bahasa alami.

X

XGBoost (Extreme Gradient Boost) : Algoritma machine learning yang menggunakan teknik penguatan gradien untuk meningkatkan kinerja model dalam tugas-tugas klasifikasi dan regresi.

MENINGKATKAN KEAMANAN DATA pada ATTENDANCE SYSTEM BERBASIS FACE RECOGNITION

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

BIODATA PENULIS



Dr. Joseph Teguh Santoso, M.Kom adalah pemimpin yang visioner dan praktisi industri berpengalaman, yang menjabat sebagai Rektor Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM), salah satu universitas terkemuka di Jawa Tengah, Indonesia. Dengan pengalaman lebih dari 13 tahun di dunia bisnis dan praktisi industri di China, beliau membawa perspektif global dan inovasi yang signifikan ke dalam dunia akademis. Sebagai seorang entrepreneur, penulis adalah pencipta TopLoker.com, sebuah platform inovatif yang merevolusi cara mencari dan menawarkan pekerjaan. TopLoker.com adalah portal lowongan bursa kerja

terbesar di Indonesia, khusus untuk pendidikan SMA/SMK sederajat. TopLoker.com telah mendapatkan penghargaan sebagai juara 1 Startup4industry 2022 oleh Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Kontribusi Dr. Joseph dalam menyediakan akses pekerjaan yang luas bagi lulusan SMA/SMK telah membantu banyak individu menemukan peluang kerja yang sesuai dengan keahlian mereka. Selain itu, Dr. Joseph Teguh Santoso, M.Kom adalah pendiri dari dua organisasi yaitu (1) organisasi guru/pendidik PTIC (Perkumpulan Teacherpreneur Indonesia Cerdas) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan kesejahteraan guru/pendidik dengan wawasan entrepreneurship, serta (2) organisasi industri PERKIVI (Perkumpulan Komunitas Industri dan Vokasi Indonesia) yang berfokus pada pengembangan link and match antara industri dan dunia pendidikan. Sebagai Rektor, Dr. Joseph Teguh Santoso, M.Kom memiliki kepemimpinan yang berorientasi pada hasil, dan berkomitmen untuk mendorong kemajuan Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM). Saat ini Universitas STEKOM telah mengalami transformasi positif dalam peningkatan kualitas pendidikan, perluasan fasilitas, serta penguatan kemitraan Perguruan Tinggi Nasional dan Internasional. Beliau memprioritaskan pengembangan sumber daya manusia dan penelitian, serta memastikan bahwa universitas berada di garis depan dalam inovasi dan teknologi untuk mencapai tujuan akhir, yaitu lulusan yang mampu bekerja dan sukses setelah lulus. Dr. Joseph Teguh Santoso, M.Kom sering diundang sebagai pembicara di berbagai konferensi nasional maupun internasional dan telah menerima berbagai penghargaan atas dedikasinya dalam bidang pendidikan, industri, dan kewirausahaan.



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 978-623-8642-12-0 (PDF)



9 786238 642120