

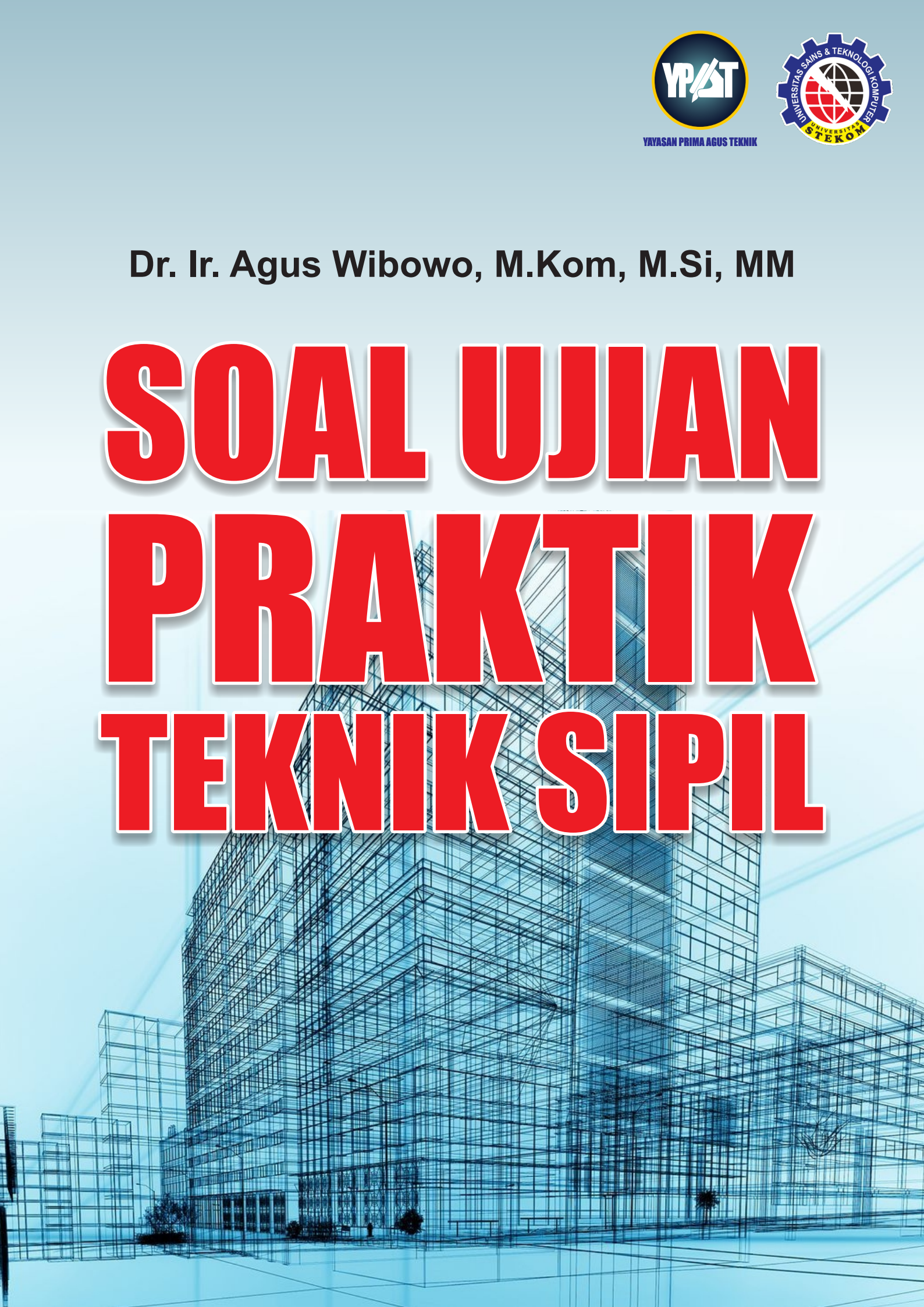


YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK



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

SOAL UJIAN PRAKTIK TEKNIK SIPIL





SOAL UJIAN PRAKTIK TEKNIK SIPIL

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



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

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

ISBN 978-634-7227-42-3 (PDF)



9

786347

227423

Soal Ujian Praktik Teknik Sipil

Penulis :

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

ISBN : 978-634-7227-42-3 (PDF)

Editor :

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

Penyunting :

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

Desain Sampul dan Tata Letak :

Irdha Yuniato, S.Ds., M.Kom

Penebit :

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

Anggota IKAPI No: 279 / ALB / JTE / 2023

Redaksi :

Jl. Majapahit no 605 Semarang

Telp. 08122925000

Fax. 024-6710144

Email : penerbit_ypat@stekom.ac.id

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

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas terselesainya buku *Soal Ujian Praktik Teknik Sipil* ini, yang disusun dengan mengacu secara ketat pada silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES). Buku ini hadir sebagai salah satu upaya untuk membantu para calon profesional teknik sipil dalam mempersiapkan diri menghadapi ujian praktik yang menuntut keahlian dan pemahaman mendalam di berbagai bidang teknik sipil.

Buku ini memuat berbagai soal ujian yang mencakup dua jenis ujian, yaitu ujian keluasaan dan ujian kedalaman, yang masing-masing dirancang untuk menguji kemampuan peserta pada bidang-bidang utama teknik sipil. Ujian keluasaan terdiri dari dua bagian yang menguji pengetahuan umum dan aplikasi dasar, sementara ujian kedalaman meliputi aspek struktur, geoteknik, sumber daya air dan lingkungan, transportasi, serta konstruksi. Selanjutnya, buku ini juga menyediakan solusi lengkap untuk setiap soal yang ada, sehingga memudahkan pembaca dalam memahami metode dan langkah-langkah penyelesaian yang tepat sesuai dengan standar ujian resmi. Dengan pendekatan yang sistematis dan komprehensif, buku ini diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang efektif, memperkuat konsep dan keterampilan praktis para calon insinyur teknik sipil dalam menjalani proses sertifikasi profesional dengan penuh keyakinan.

Dengan struktur bab yang sistematis dan lengkap, pembaca dapat memanfaatkan buku ini tidak hanya sebagai bahan latihan soal, tetapi juga sebagai panduan mendalam untuk memahami metode penyelesaian yang tepat sesuai standar ujian yang berlaku. Diharapkan buku ini dapat meningkatkan kesiapan dan kepercayaan diri peserta ujian dalam menghadapi tantangan praktik teknik sipil secara profesional.

Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini, semoga buku ini bermanfaat dan dapat mendukung kemajuan pendidikan serta profesionalisme teknik sipil di Indonesia.

Semarang, September 2025

Penulis

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

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
BAB 1 UJIAN KELUASAN NO. 1	1
BAB 2 UJIAN KELUASAN NO. 2	15
BAB 3 UJIAN KEDALAMAN STRUKTUR.....	28
BAB 4 UJIAN KEDALAMAN GEOTEKNIK	39
BAB 5 UJIAN KEDALAMAN SUMBER DAYA AIR & LINGKUNGAN	52
BAB 6 UJIAN KEDALAMAN TRANSPORTASI.....	66
BAB 7 UJIAN KEDALAMAN KONSTRUKSI.....	80
BAB 8 SOLUSI UJIAN KELUASAN NO. 1.....	94
BAB 9 SOLUSI UJIAN KELUASAN NO. 2.....	107
BAB 10 SOLUSI UJIAN KEDALAMAN STRUKTUR	121
BAB 11 SOLUSI UJIAN GEOTEKNIK MENDALAM.....	138
BAB 12 SOLUSI UJIAN KEDALAMAN SUMBER DAYA AIR & LINGKUNGAN	152
BAB 13 SOLUSI UJIAN KEDALAMAN TRANSPORTASI	165
BAB 14 SOLUSI UJIAN KEDALAMAN KONSTRUKSI.....	178
DAFTAR PUSTAKA	192

BAB 1

UJIAN KELUASAN NO. 1

Rangkaian pertanyaan berikut, bernomor 1 hingga 40, merupakan representasi dari ujian keluasaan berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Dinding berdiri bebas dengan tinggi 12 ft × panjang 60 ft × tebal 12 inci akan dibangun menggunakan bekisting dinding dengan tinggi 12 ft × panjang 20 ft.

Biaya tenaga kerja untuk memasang bekisting = Rp. 43.000/
 ft^2 (baru) dan Rp. 13.000/ ft^2 (pakai ulang). Biaya tenaga kerja untuk membongkar bekisting = Rp. 10.500/
 ft^2 . Biaya beton (asumsikan limbah 10%) = Rp. 1.200.000/ yard^3 .
Biaya tulangan = Rp. 250.000/ yard^3 .

Biaya (tenaga kerja + material) untuk membangun dinding paling mendekati:

- A. Rp. 7.800.000.
 - B. Rp. 85.000.000
 - C. Rp. 86.000.000
 - D. Rp. 77.005.500
2. Sebuah ruangan berukuran 35 ft x 25 ft dalam denah. Tinggi langit-langit adalah 14 ft. Total bukaan untuk pintu dan jendela adalah 85ft^2 . Data berikut diberikan untuk operasi plesteran dan pengecatan.

Tim plester dan cat:

1 supervisor Rp. 300.000/jam
1 buruh Rp. 120.000/jam
2 tukang cat Rp. 180.000/jam

Produktivitas plesteran = $50\text{ft}^2/\text{L. H.}$

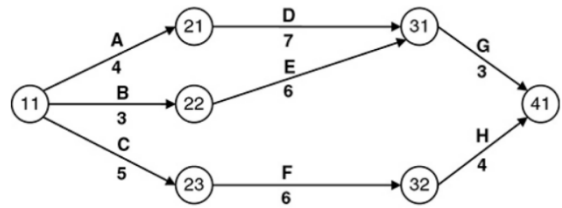
Produktivitas pengecatan = $150\text{ft}^2/\text{L. H.}$

Perkiraan biaya tenaga kerja untuk plesteran dan pengecatan ruangan (dinding dan langit-langit) paling mendekati:

- A. Rp. 10.200.000
- B. Rp. 12.800.000
- C. Rp. 14.600.000
- D. Rp. 16.900.000



3. Sebuah aktivitas pada jaringan panah untuk sebuah proyek ditunjukkan di sini. Angka di samping panah adalah durasi aktivitas (minggu). Asumsikan tanggal mulai proyek adalah minggu 0. Berdasarkan perhitungan akhir minggu untuk waktu mulai dan selesai, tanggal mulai awal (minggu) untuk aktivitas G adalah:

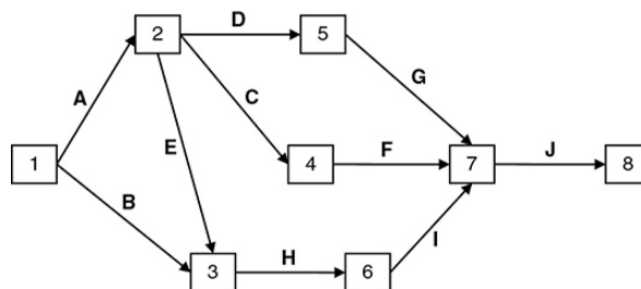


- A. 9
- B. 10
- C. 11
- D. 12

4. Sebuah proyek terdiri dari 10 aktivitas sebagaimana diuraikan dalam tabel berikut. Semua hubungan bersifat selesai-mulai, kecuali dinyatakan lain.

Aktivitas	Durasi (bulan)	Pendahulu	Penerus
A	5	—	C, D, E
B	3	—	H
C	3	A	F
D	4	A	G
E	3	A	H
F	5	C	J
G	4	D (FF LAG = 5)	J
H	3	B, E	I
I	2	H	J
J	2	F, G, I	—

Aktivitas pada representasi panah proyek juga ditunjukkan sebagai berikut.



Jalur kritis untuk proyek ini adalah:

- A. ACFJ
- B. ADGJ
- C. BHIJ
- D. AEHIJ

5. Saat menjalankan pengendalian proyek pada waktu tertentu, manajer proyek menghitung hal-hal berikut:



BCWS = Rp. 4.350.000.000

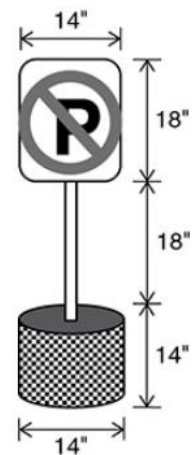
ACWP = Rp. 5.100.000.000

BCWP = Rp. 4.880.000.000

Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

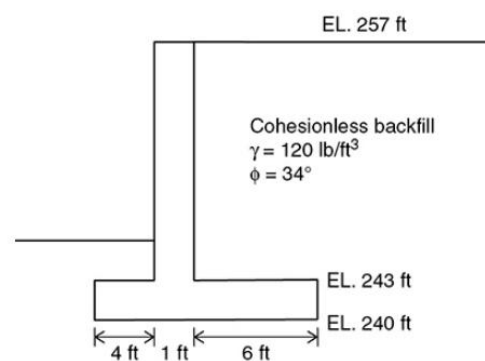
- A. Proyek ini lebih cepat dari jadwal tetapi melebihi anggaran.
 - B. Proyek ini terlambat dari jadwal dan melebihi anggaran.
 - C. Proyek ini lebih cepat dari jadwal dan kurang dari anggaran.
 - D. Proyek ini terlambat dari jadwal tetapi kurang dari anggaran.
6. Seorang kontraktor perlu mendatangkan 4.200yd^3 tanah pilihan untuk mengganti material tanah dasar yang tidak sesuai untuk jalan raya baru. Lokasi peminjaman terletak 2,6 mil jauhnya dengan waktu tempuh/pemuatan/pembuangan pulang pergi rata-rata 30 menit. Tanah tersebut memiliki berat satuan 165 lb/ft^3 , dan pengemudi truk sampah bekerja 10 jam sehari. Jumlah minimum truk 10 ton (kapasitas bersih) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam 8 hari kerja adalah:
- A. 5
 - B. 6
 - C. 7
 - D. 8

7. Sebuah rambu peringatan sementara dibuat di lokasi kerja menggunakan ember berdiameter 14 inci yang diisi dengan pemberat untuk berfungsi sebagai pemberat (lihat gambar). Jika tekanan angin maksimum (hembusan angin 3 detik) adalah 55 psf (abaikan tekanan angin pada ember), berat minimum yang dibutuhkan (lb) untuk pemberat tersebut mendekati:



- A. 165
- B. 280
- C. 330
- D. 560

8. Sebuah dinding penahan beton bertulang kantilever ditunjukkan. Sudut gesek antara pondasi dinding dan tanah adalah 20° . Faktor keamanan untuk geser dinding paling mendekati:



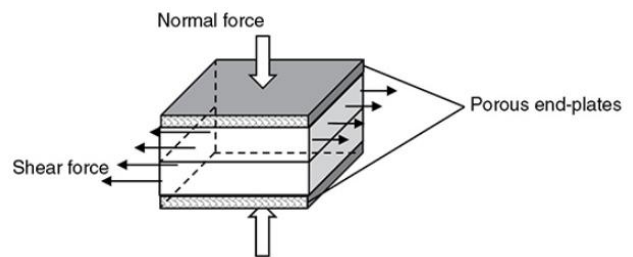
- A. 1,27
- B. 0,93
- C. 1,45
- D. 1,78

9. Uji beban pelat dilakukan pada lapisan tanah berpasir. Pelat berukuran 12 inci \times 12 inci. Beban statis konsentris sebesar 6.000 lb diberikan pada pelat. Tanah tersebut memiliki sifat-sifat berikut:

Berat satuan = 125 lb/ft³
Kadar air = 15%
Rasio rongga = 0,50
Modulus elastisitas = 300 kip/ft³
Koefisien reaksi tanah dasar = 500 lb/in³

Penurunan vertikal (inci) akibat penerapan beban paling mendekati:

- A. 0,02
B. 0,05
C. 0,08
D. 0,11
10. Uji geser langsung dilakukan pada sampel tanah. Sampel ditutup dengan pelat ujung berpori dan diberikan tegangan normal dalam alat kotak terpisah. Sampel kemudian diberikan gaya geser yang menyebabkan kegagalan geser pada bidang antarmuka. Hasilnya dirangkum sebagai berikut:



Sampel A yang diuji pada tegangan vertikal total sebesar 1.000 psf gagal pada tegangan geser sebesar 675 psf; sedangkan sampel B yang diuji pada tegangan vertikal total sebesar 3.000 psf gagal pada tegangan geser sebesar 2.025 psf. Berdasarkan hasil uji geser langsung ini, parameter kuat geser untuk tanah ini paling mendekati:

- A. $c = 0$ psf dan $\phi = 34^\circ$
B. $c = 200$ psf dan $\phi = 34^\circ$
C. $c = 0$ psf dan $\phi = 42,5^\circ$
D. $c = 200$ psf dan $\phi = 42,5^\circ$
11. Deposit tanah lempung memiliki karakteristik sebagai berikut:

Berat satuan = 122 lb/ft³
Sudut gesek internal = 10°
Kuat tekan bebas = 2.400 lb/ft³

Satu tapak persegi akan digunakan untuk menopang beban kolom = 80 kJ. Dasar tapak berada 3 ft di bawah permukaan tanah. Faktor keamanan minimum untuk daya dukung ultimit adalah 3,0. Ukuran pondasi minimum yang dibutuhkan (ft) paling mendekati:

- A. 6
B. 5
C. 4
D. 3



12. Catatan pengeboran untuk proyek rehabilitasi saluran pembuangan ditunjukkan di sini.

Asumsikan berat satuan total berikut:

Semua lempung dan lanau: 130 lb/ft³

Semua pasir: 120 lb/ft³

Ketahanan penetrasi standar, setelah dikoreksi untuk tekanan beban lebih, untuk sampel split-spoon no. 5 paling mendekati:

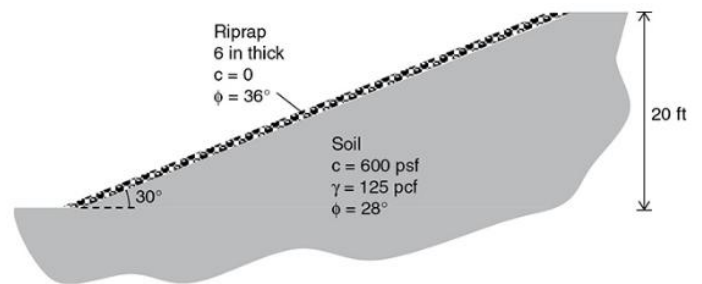
- A. 20
- B. 25
- C. 30
- D. 35

RECORD OF SOIL/ROCK EXPLORATION										
Contracted with _____						Boring # <u>SB-1</u>				
Project Name <u>Power Mil Sewer and Stream Project</u>						Job # <u>16-00053.02a</u>				
Location <u>Baltimore City, Maryland</u>										
SAMPLER										
Datum _____		Hammer Wt <u>140 lb</u>		Hole Diameter <u>6.25 in</u>		Foreman <u>B. Jackson</u>				
Surf. Elev. <u>368.0 ± ft</u>		Hammer Drop <u>30 in</u>		Rock Core Dia. <u>N/A</u>		Inspector _____				
Date Started <u>8/15/16</u>		Spoon Size <u>2 in</u>		Boring Method <u>HSA</u>		Data Completed <u>8/15/16</u>				
ELEV. (ft)	SOIL DESCRIPTION Color, Moisture, Density, Plasticity, Size Proportions	STRATUM DEPTH (ft)	SOIL SYMBOL	DEPTH SCALE	SAMPLE				BORING & SAMPLE NOTES	
					Cond	Blows/6"	No.	Type		Rec (in)
367.6	5-inches of TOPSOIL Brown, damp, stiff, Silty CLAY, (cl)	0.4	[Symbol]							1. Boring offset at 8.0-ft West due to existing sewer line. 2. Bulk Sample taken 6 to 10-ft
365.0	Red-brown, damp, very stiff, Silty CLAY, trace Sand (cl)	3.0	[Symbol]		3-4-5	1	DS	14		
362.0	Gray-brown, damp to moist, medium dense, Silty SAND, And Sandy SILT (sm)	6.0	[Symbol]		6-11-14	2	DS	16		
					6-8-9	3	DS	18		
					7-8-9	4	DS	12		
355.0	Dark gray, brown, moist, medium dense, Silty SAND (sm)	13.0	[Symbol]		6-11-14	5	DS	18		
348.0	Bottom of Boring at 20.0 ft	20.0	[Symbol]		6-7-9	6	DS	15		

SAMPLER TYPE	SAMPLE CONDITIONS	GROUNDWATER DEPTH	BORING METHOD
DS - DRIVEN SPLIT SPOON	D - DISINTEGRATED	AT COMPLETION <u>13.0</u> ft	HSA - HOLLOW STEM AUGERS
PT - PRESSED SHELBY TUBE	I - INTACT	AFTER _____ HRS _____ ft	CFA - CONTINUOUS FLIGHT AUGERS
CA - CONTINUOUS FLIGHT AUGER	U - UNDISTURBED	AFTER 24 HRS <u>8.0</u> ft	DC - DRIVING CASING
RC - ROCK CORE	L - LOST	CAVED AT <u>13.0</u> ft	MD - MUD DRILLING

STANDARD PENETRATION TEST DRIVING 2" OD SAMPLER 1' WITH 140W HAMMER FALLING 30". COUNT MADE AT 6" INTERVALS

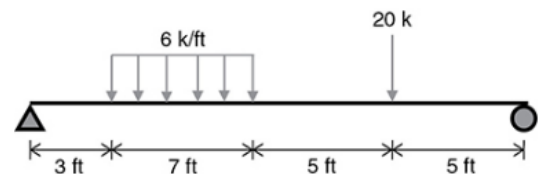
13. Lapisan riprap setebal 6 inci digunakan sebagai perlindungan untuk lereng tanah ($\theta = 30^\circ$) seperti yang ditunjukkan di sini. Faktor keamanan untuk stabilitas lereng paling mendekati:



- A. 1,25
B. 1,35
C. 1,45
D. 1,55

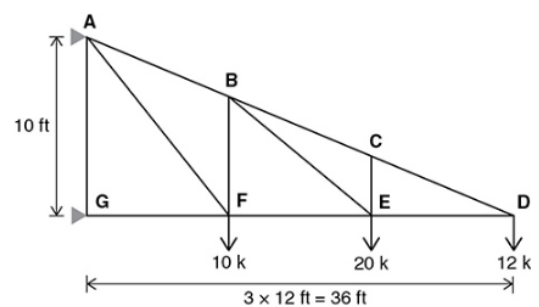
14. Untuk balok yang dibebani seperti yang ditunjukkan di sini, jarak (ft), diukur dari tumpuan kiri, di mana gaya geser transversal = 0, paling mendekati:

- A. 5,5
B. 8,5
C. 11,5
D. 14,5



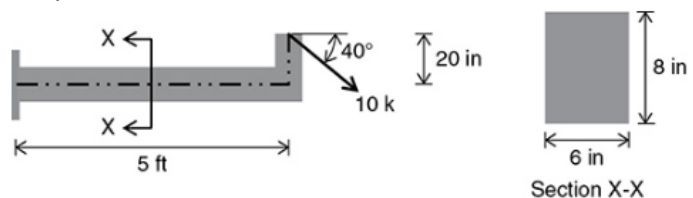
15. Untuk rangka batang bidang yang ditunjukkan di sini, gaya (lb) pada komponen BE paling mendekati:

- A. 27.000 (tekan)
B. 27.000 (tarik)
C. 41.000 (tekan)
D. 41.000 (tarik)

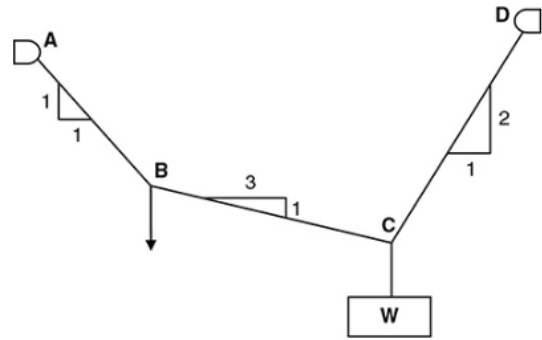


16. Sebuah balok kantilever persegi panjang dibengkokkan menjadi bentuk L seperti yang ditunjukkan di sini. Gaya $P = 10$ k bekerja pada balok seperti yang ditunjukkan. Tegangan normal maksimum (lb/in^2) paling mendekati:

- A. 8.600
B. 9.000
C. 9.500
D. 9.800



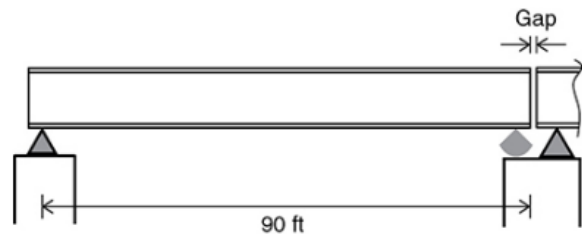
17. Sebuah mekanisme pengangkat menggunakan sistem kabel seperti yang ditunjukkan di sini. Jika beban $W = 3$ ton, gaya yang dibutuhkan (lb) di titik B paling mendekati:
- A. 1.345
 - B. 1.715
 - C. 2.065
 - D. 2.350



18. Girder jembatan baja dipasang pada bantalannya ketika suhu sekitar 65°F . Jika suhu baja diperkirakan mencapai titik ekstrem 15°F dan 95°F , berapakah celah ekspansi (inci) yang paling mendekati yang harus disediakan pada bantalannya?

Koefisien ekspansi termal untuk baja: $\alpha_s = 7,3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{F}$

- A. 1/8
- B. 1/4
- C. 3/4
- D. 15/16



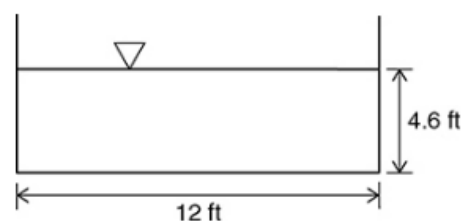
19. Balok baja dengan tumpuan sederhana (bentang = 25 ft) memikul beban terdistribusi seragam = 2,75 kJ/ft.

Bagian	$A_g(\text{in}^2)$	$d(\text{in})$	$S_x(\text{in}^3)$	$S_y(\text{in}^3)$
W12×79	23.2	12.4	107.0	35.8
W12×72	21.1	12.3	97.4	32.4
W12×65	19.1	12.1	87.9	29.1
W12×58	17.0	12.2	78.0	21.4
W12×53	15.6	12.1	70.6	19.2
W12×50	14.6	12.2	64.2	13.9

Tegangan lentur yang diizinkan untuk mutu baja yang dipilih adalah 32 ksi. Penampang W paling ringan (pilih dari tabel berikut) adalah:

- A. L12 × 50
- B. L12 × 53
- C. L12 × 58
- D. L12 × 65

20. Air mengalir dalam saluran terbuka berbentuk persegi panjang pada kedalaman normal 4,6 ft seperti yang ditunjukkan. Asumsikan koefisien kekasaran Manning (konstan terhadap kedalaman) = 0,014.



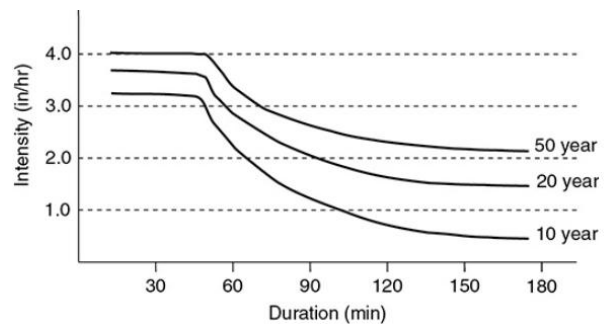
Kemiringan longitudinal dasar saluran adalah 0,4%. Laju aliran (ft^3/detik) paling mendekati:

- A. 600
- B. 700
- C. 800
- D. 900

21. Sebuah kolam detensi menerima aliran dari sebuah subdivisi dengan penggunaan lahan campuran. Aliran dialirkan dari kolam melalui bendung persegi panjang (lebar = 5 ft, elevasi puncak = 124,72 ft di atas permukaan laut). Ketika elevasi permukaan kolam adalah 127,50 ft, laju debit sesaat melalui bendung (MGD) mendekati:

- A. 50
- B. 63
- C. 77
- D. 92

22. Suatu Daerah Aliran Sungai (luas = 370 hektar) dibagi lagi menjadi lima klasifikasi penggunaan lahan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut. Data limpasan badai telah diabstraksikan menjadi serangkaian kurva intensitas–durasi–frekuensi.



Wilayah	Luas (hektar)	Penggunaan Lahan	Tipe Tanah	Waktu untuk Aliran di Permukaan (menit)	Nomor Kurva	Koefisien Aliran Rasional
A	80	Halaman rumput: kondisi baik	B	30	69	0.4
B	80	Hutan	C	45	45	0.2
C	50	Beraspal	B	15	98	0.9
D	90	Perumahan: 4 kavling per hektar	D	25	87	0.6
E	70	Hutan	A	45	35	0.2

Dengan menggunakan Metode Rasional, debit limpasan (ft^3/detik) dari badai 20 tahun dengan curah hujan kotor = 5,6 inci paling mendekati:

- A. 300
- B. 600
- C. 900
- D. 1200

23. Hidrograf satuan 1 jam untuk curah hujan berlebih dijelaskan oleh data berikut:

Waktu (jam)	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
Debit $Q(\text{ft}^3/\text{dtk}/\text{in})$	0	30	95	125	50	0



Badai menghasilkan pola curah hujan berlebih berikut—curah hujan berlebih 1,7 inci selama jam pertama, diikuti oleh 0,8 inci selama jam kedua. Debit sungai (ft^3/dtk) pada akhir jam kedua paling mendekati:

- A. 140
- B. 155
- C. 170
- D. 185

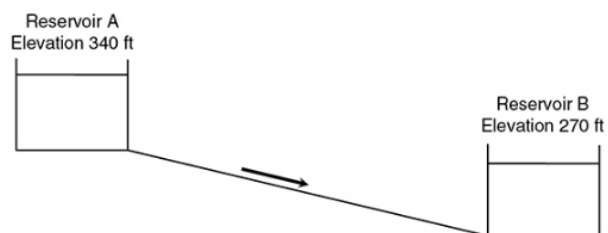
24. Suatu daerah tangkapan air dibagi menjadi delapan poligon Thiessen.

Poligon Thiessen #	ID Stasiun Pengukur Curah Hujan	Luas (A)	Kedalaman D (in)
012891	A-1	2.1	1.7
024119	A-2	3.2	2.1
039003	A-3	5.2	1.9
412002	B-1	2.9	1.2
444511	B-2	4.9	1.1
451903	B-3	6.1	0.9
478122	B-4	3.1	1.5
490021	B-5	2.2	2.0

Setiap poligon berhubungan dengan stasiun pengukur hujan, sebagaimana dirangkum dalam tabel berikut. Curah hujan rata-rata (inci) untuk daerah tangkapan air paling mendekati:

- A. 1,3
- B. 1,4
- C. 1,5
- D. 1,8

25. Reduksi 2:1 pada pipa horizontal dengan diameter hulu 6 inci mengalirkan aliran sebesar 950 gal/menit. Jika kehilangan energi pada reduksi dapat diabaikan, kehilangan tekanan (psi) pada reduksi paling mendekati:



- A. 34
- B. 27
- C. 17
- D. 12

26. Air mengalir secara gravitasi dari reservoir A (ketinggian permukaan 340 ft) ke reservoir B (ketinggian permukaan 270 ft) melalui sistem pipa besi cor. Karakteristik sistem pipa tercantum di sini:

$$\text{Panjang} = 2.500 \text{ ft}$$



Diameter = 24 inci

Faktor gesekan = 0,02

Panjang ekivalen kehilangan minor = 55 ft

Laju aliran (ft^3/detik) paling mendekati:

- A. 42
- B. 55
- C. 65
- D. 76

27. Koordinat (ft) PC dan PI untuk kurva horizontal melingkar diberikan di sini:

PC: 1232,56 LU, 123,32 BT

PI: 509,72 LU, 172,11 BB

Derajat kurva = 4 derajat Kurva menyimpang ke kiri.

Koordinat PT (ft) adalah:

- A. 256,21 LU, 121,72 BB
- B. 1157,28 LS, 811,83 BB
- C. 1149,62 LU, 619,67 BT
- D. 130,18 LS, 275,45 BT

28. Kurva vertikal parabola akan menghubungkan garis singgung +5% dengan gradien -4%. Jika PVI adalah stasiun 123 + 32,50 dan offset garis singgung pada PVT adalah 17,65 ft, stasiun PVC paling dekat dengan:

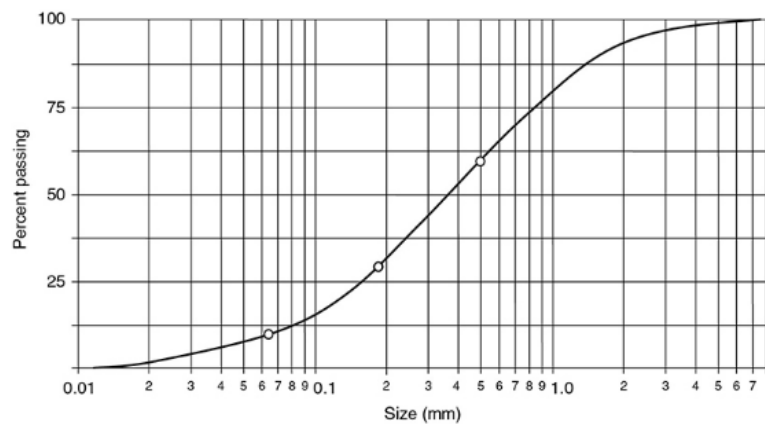
- A. 117 + 12,25
- B. 119 + 40,28
- C. 119 + 24,21
- D. 121 + 36,39

29. Sebuah stadion menyelenggarakan acara dengan 40.000 penonton. Sekitar 30% penonton diperkirakan akan menggunakan stasiun kereta ringan di dekatnya setelah acara. Diperkirakan sekitar 90% stadion akan kosong dalam satu jam pertama setelah acara berakhir. Sebuah jalur pejalan ft khusus menghubungkan stadion dengan stasiun kereta ringan. Lebar efektif jalur pejalan ft adalah 32 ft. Asumsikan PHF (berdasarkan arus puncak 15 menit) untuk jalur pejalan ft tersebut adalah 0,88. Laju arus puncak (pejalan ft/menit/ft) di jalur pejalan ft selama satu jam pertama mendekati:

- A. 4,8
- B. 5,6
- C. 6,4
- D. 7,2



30. Distribusi ukuran butiran untuk sampel tanah ditunjukkan pada kurva berikut. Batas cair = 34%. Batas plastis = 19%. Apa klasifikasi USCS?



- A. SW
- B. SP
- C. ML
- D. CL

31. Sebuah sampel tanah memiliki berat 3,64 lb dan volume = 0,031 ft³. Berat jenis padatan tanah = 2,65. Air ditambahkan ke tanah hingga tanah tersebut mengalami bleeding. Air yang ditambahkan memiliki volume = 5,6 fl. oz. Berat satuan kering sampel tanah awal (lb/ft³) paling mendekati:

- A. 101
- B. 104
- C. 107
- D. 110

32. Campuran beton diproporsikan 1 : 1,8 : 2,6 (semen : pasir : agregat kasar) berdasarkan berat. Spesifikasi berikut diberikan:

Semen	berat jenis = 3.15
Pasir SSD	(kadar air = 0.5%) berat jenis = 2.70
Agregat kasar SSD	(kadar air = 0.7%) berat jenis = 2.60
Air tambahan	5.8 gal per sak semen
Udara	3% (berdasarkan volume)

Agregat yang digunakan untuk mencampur beton mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

Pasir basah	kadar air = 6%
Agregat kasar basah	kadar air = 4%

Kadar air (gal/karung) beton paling mendekati:

- A. 6
- B. 7
- C. 8
- D. 9

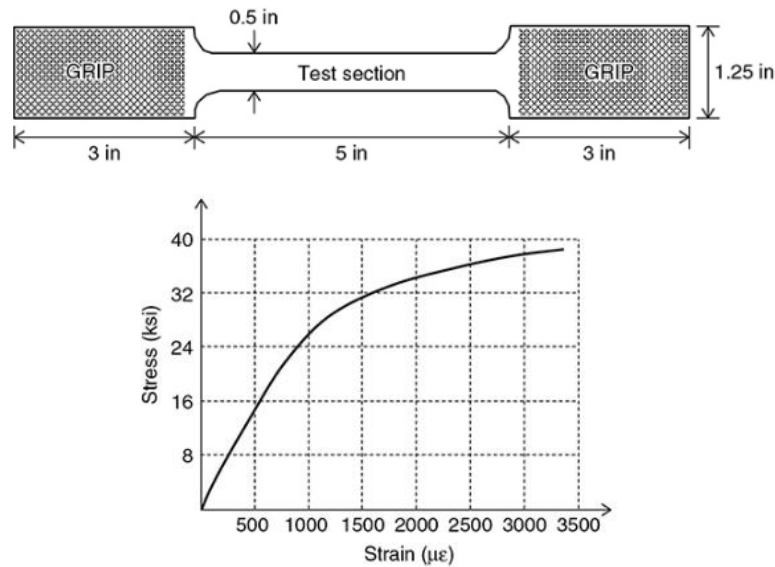
33. Regangan leleh (%) baja A36 paling mendekati:

- A. 0,250
- B. 0,125



- C. 0,095
- D. 0,055

34. Sebuah kupon uji tarik, yang dipotong dari pelat baja setebal $\frac{1}{4}$ inci, sedang diuji dalam Mesin Uji Universal. Dimensi spesimen ditunjukkan di sini. Diagram tegangan-regangan baja juga ditunjukkan.



Gaya aksial (lb) saat spesimen mulai luluh mendekati:

- A. 2.400
 - B. 4.700
 - C. 6.100
 - D. 7.200
35. Sampel tanah yang diambil dari lubang bor memiliki berat jenis padatan tanah sebesar 2,66. Enam sampel dengan kadar air yang bervariasi disiapkan untuk uji Standard Proctor. Hasil uji Standard Proctor ditunjukkan pada tabel berikut.

Sampel	Berat Tanah (lb)	Kadar Air (%)
1	3.20	12.8
2	3.78	13.9
3	4.40	15.0
4	4.10	15.7
5	3.70	16.6
6	3.30	18.1

Berat satuan kering maksimum (lb/ft^3) paling mendekati:

- A. 85
- B. 90
- C. 100
- D. 115

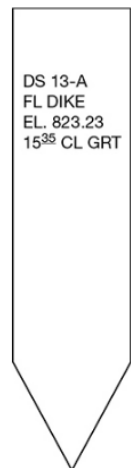


36. Tabel berikut menunjukkan luas penampang galian dan timbunan yang tercatat di lima stasiun dengan jarak 100 ft. Penyusutannya adalah 15%.

Stasiun	Luas (ft ²)	
	Galian	timbunan
0 + 0.00	245.0	423.5
1 + 0.00	312.5	176.3
2 + 0.00	111.5	303.0
3 + 0.00	234.5	188.4
4 + 0.00	546.2	514.5

Jika ordinat diagram massa di stasiun 0 + 00 adalah + 400 yd³, ordinat (yd³) di stasiun 4 + 00 paling mendekati:

- A. -650
 B. -1.450
 C. -27.920
 D. +28.720
37. Sebuah patok konstruksi memiliki tanda yang ditunjukkan di sini. Manakah dari berikut ini yang BUKAN interpretasi yang tepat untuk patok ini?



- A. Elevasi pembalikan garis aliran adalah 823,23 ft.
 B. Ini adalah patok drainase untuk fitur denah 13-A.
 C. Garis tengah kisi berjarak 15,35 ft dari patok.
 D. Patok berada di sepanjang garis aliran tanggul.
38. Pelacakan sedimen dari lokasi konstruksi dapat dikontrol dengan menggunakan pintu masuk konstruksi yang distabilkan. Konfigurasi yang direkomendasikan adalah:
- A. Panjang minimum 9 meter, batu setebal 5 hingga 7,5 cm di atas tanah berumput
 B. Panjang minimum 9 meter, batu berukuran nominal ¾ inci di atas geotekstil
 C. Panjang minimum 15 meter, batu berukuran nominal ¾ hingga 2,5 cm di atas geotekstil
 D. Panjang minimum 15 meter, batu berukuran nominal 5 hingga 7,5 cm di atas geotekstil

39. Teknik manakah dari berikut ini yang umum digunakan untuk konstruksi yang berdekatan dengan bangunan bersejarah?
- I. Penahan bawah
 II. Batang angkur dan deadman
 III. Dinding lumpur
 IV. Tiang pemadatan
- A. I dan II
 B. I dan III
 C. II dan III



D. II dan IV

40. Sebuah struktur telah diperiksa untuk menentukan kebutuhan rehabilitasi. Biaya terkait dirangkum sebagai berikut:

Biaya tahunan berjalan = Rp 400.000.000

Estimasi biaya rehabilitasi = Rp 3.500.000.000

Proyeksi biaya tahunan setelah rehabilitasi = Rp. 150.000.000

Estimasi sisa masa manfaat = 20 tahun

Proyeksi peningkatan nilai residu (pada akhir masa manfaat)
= Rp. 2.000.000.000

Pengembalian investasi (ROI) untuk melakukan rehabilitasi paling mendekati:

- A. 4%
- B. 5%
- C. 6%
- D. 7%

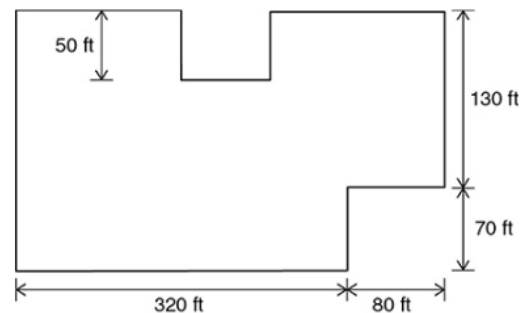


BAB 2

UJIAN KELUASAN NO. 2

Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian keluasaan berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

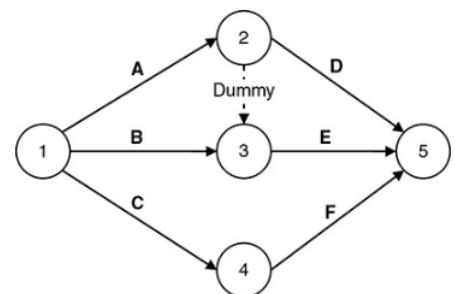
- Balok pondasi dengan lebar 3 ft dan kedalaman 2 ft harus dicor mengelilingi perimeter bangunan yang denahnya ditunjukkan pada gambar berikut. Parit yang digali untuk balok pondasi harus memiliki kemiringan sisi 1V:1H. Penggalan dilakukan dengan trackhoe, dengan produktivitas $9 \text{ yd}^3/\text{jam}$. Asumsikan hari kerja 8 jam. Jumlah hari untuk menyelesaikan aktivitas penggalian paling mendekati:



- 4
 - 5
 - 6
 - 7
- Tugas-tugas dalam suatu proyek beserta data durasi dan biayanya ditunjukkan di bawah ini. Waktu penyelesaian normal dan waktu penyelesaian yang terganggu (dengan mengalokasikan sumber daya tambahan) ditunjukkan dalam tabel berikut.

Aktivitas	Waktu Normal (minggu)	Biaya Normal	Waktu Crash (minggu)	Biaya Crash
A	3	Rp. 30.000.000	2	Rp. 50.000.000
B	4	Rp. 40.000.000	2	Rp. 60.000.000
C	5	Rp. 50.000.000	3	Rp. 80.000.000
D	8	Rp. 50.000.000	6	Rp. 60.000.000
E	3	Rp. 30.000.000	2	Rp. 40.000.000
F	5	Rp.40.000.000	3	Rp. 80.000.000

Aktivitas pada representasi panah proyek juga ditunjukkan pada gambar berikut. Untuk setiap minggu penyelesaian awal, bonusnya adalah Rp. 10.000.000, dan untuk setiap minggu keterlambatan proyek, penaltinya adalah Rp. 8.000.000 Biaya tambahan bersih untuk menyelesaikan proyek dengan waktu penyelesaian yang direvisi selama 9 minggu paling mendekati:

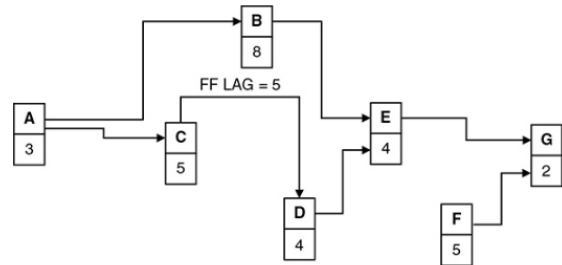


- Rp. 220.000.000
- Rp. 240.000.000



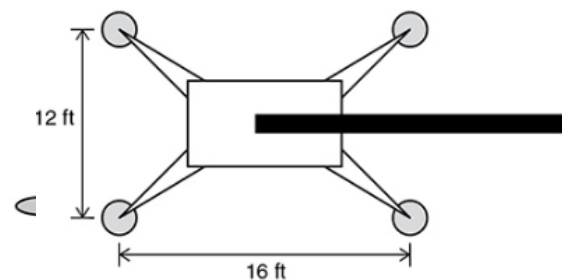
- C. Rp. 250.000.000
- D. Rp. 260.000.000

3. Diagram aktivitas pada simpul untuk proyek yang terdiri dari tujuh aktivitas A hingga G ditunjukkan pada gambar berikut. Angka di samping setiap label aktivitas adalah durasi aktivitas dalam hari. Semua hubungan adalah selesai-mulai, kecuali untuk FF LAG = 5 antara aktivitas C dan D. Waktu minimum untuk menyelesaikan proyek paling mendekati:



- A. 21
 - B. 20
 - C. 19
 - D. 18
4. Bahan kimia berikut manakah yang umum digunakan untuk pengendalian debu di lokasi konstruksi?
- A. Kalsium klorida
 - B. Natrium tiosulfat
 - C. Kalsium bikarbonat
 - D. Natrium fosfat

5. Sebuah derek digunakan untuk mengangkat beban seberat 16 ton seperti yang ditunjukkan. Kabin derek memiliki berat pemberat 24 ton. Tekanan tanah yang diizinkan adalah 2.800 lb/ft^2 . Jika derek ditopang oleh empat penopang seperti yang ditunjukkan, luas kontak minimum (ft^2) bantalan penopang mendekati:



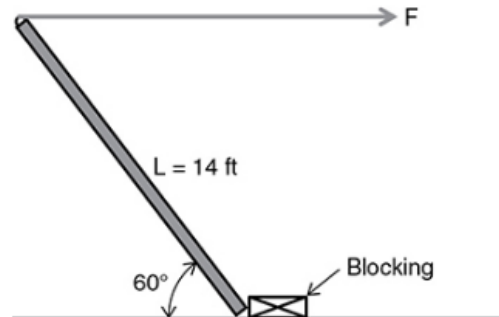
- A. 9,0
 - B. 12,3
 - C. 16,0
 - D. 20,3
6. Sebuah TPA menerima sampah padat perkotaan dari kota A (berpenduduk 20.000 jiwa). TPA tersebut telah beroperasi selama 6 tahun dan memiliki sisa kapasitas 1 juta yard^3 . Sebuah subdivisi baru (berpenduduk 5.000 jiwa) telah dibangun dan dihuni. Tingkat timbulan sampah adalah 5 lb/kapita-hari. Kepadatan rata-rata TPA



adalah 40 lb/ft^3 . Pengurangan masa pakai TPA akibat penambahan subdivisi baru tersebut mendekati:

- A. 12 tahun
- B. 10 tahun
- C. 8 tahun
- D. 6 tahun

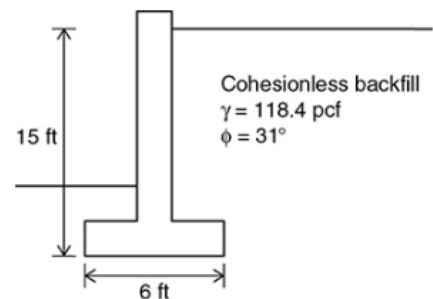
7. Sebuah panel dinding pracetak dengan panjang 20 ft (tegak lurus bidang gambar) \times tinggi 14 ft \times tebal 4 inci sedang dimiringkan ke posisinya menggunakan kabel horizontal tunggal yang terhubung ke bagian atas panel seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Berat satuan material dinding adalah 80 lb/ft^3 . Pada posisi yang ditunjukkan, tegangan pada kabel (k) paling mendekati:



- a. 2.2
- b. 3.6
- c. 5.2
- d. 6.6

8. Sebuah dinding penahan kantilever ditunjukkan. Resultan aktif per satuan panjang (lb/ft) dinding tersebut paling mendekati:

- a. 280
- b. 1.900
- c. 4.260
- d. 8.530

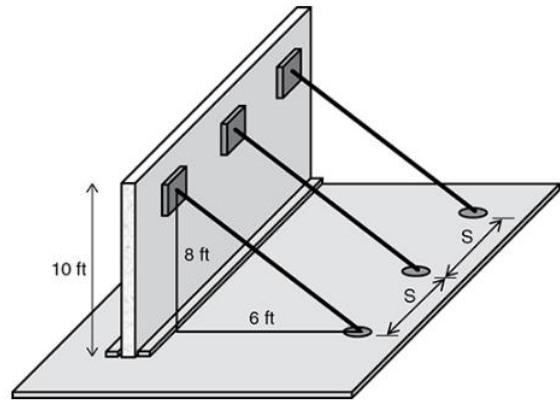


9. Endapan lempung setebal 32 ft. Endapan ini memiliki sifat-sifat berikut: $\gamma = 126 \text{ pcf}$, kadar air = 12%, rasio rongga = 0,60, $C_c = 0,20$, $C_r = 0,05$. Jika pembangunan di permukaan menyebabkan tegangan efektif pada lapisan lempung menjadi dua kali lipat, penurunan akhir (inci) akibat konsolidasi paling mendekati:

- a. 14,4
- b. 10,0
- c. 5,1
- d. 3,5

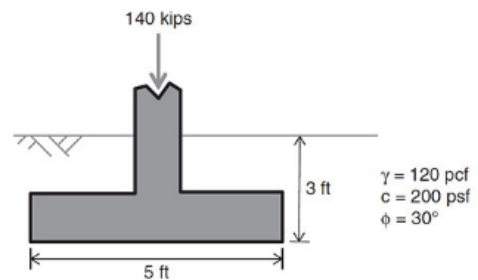


10. Dinding pasangan bata setinggi 10 ft yang didirikan di lokasi konstruksi harus dikencangkan semalaman agar stabil terhadap tekanan angin statis setara dengan 28 psf. Bagian bawah dinding ditopang secara terus-menerus oleh balok, dan penahan kayu digunakan untuk memberikan penahan sementara pada dinding. Jika kapasitas kompresi aksial setiap brace adalah 2.350 lb, maka jarak maksimum yang diizinkan S (ft) paling mendekati:



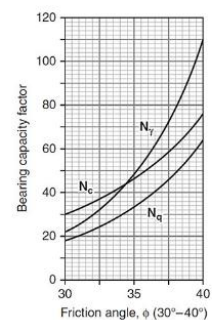
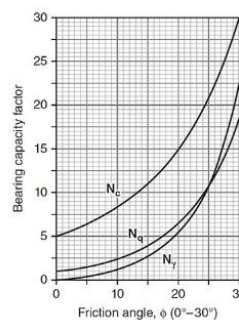
- a. 13
- b. 10
- c. 8
- d. 5

11. Sebuah tapak kaki berukuran 5 ft × 5 ft mentransfer beban kolom sebesar 140 kg ke tanah berpasir seperti yang ditunjukkan. Kedalaman tapak kaki tersebut adalah 3 ft. Faktor keamanan terhadap kegagalan daya dukung umum paling mendekati:



- a. 1,3
- b. 2,0
- c. 2,7
- d. 3,3

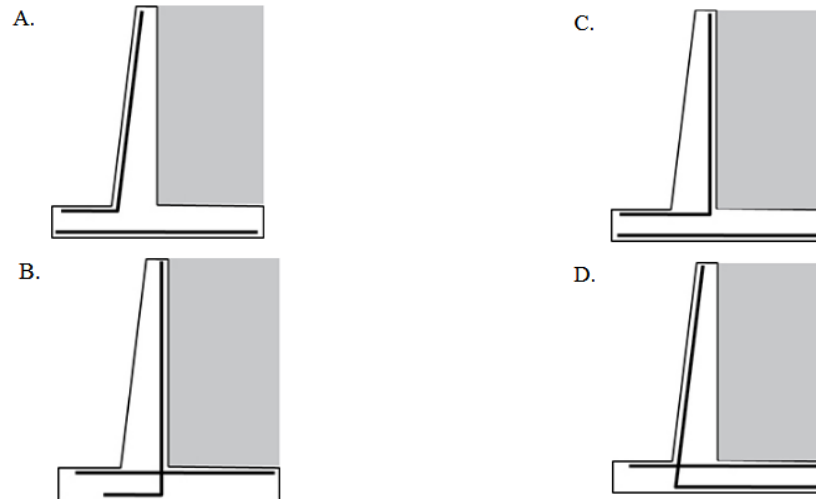
12. Dalam uji triaksial, sampel lempung berbentuk silinder (diameter 2 inci, panjang 4 inci) diuji hingga gagal. Sebelum beban aksial diterapkan, sampel diberi tekanan hidrostatis ruang sebesar 15 lb/in². Sampel mengalami kegagalan geser ketika beban aksial tambahan sebesar 38 lb. Pada saat ini, tekanan pori terukur sebesar 6,5 lb/in². Kohesi (lb/ft²) tanah paling mendekati:



- a. 1.000
- b. 2.100
- c. 3.000
- d. 4.200

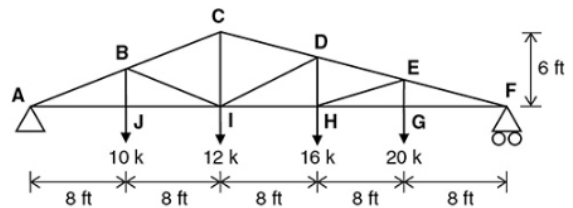


13. Dinding kantilever beton bertulang digunakan untuk menahan timbunan yang direkayasa seperti yang ditunjukkan. Saluran drainase dirancang agar tekanan air tidak menumpuk di belakang dinding. Manakah dari pola berikut yang menunjukkan penempatan tulangan lentur yang tepat pada dinding?



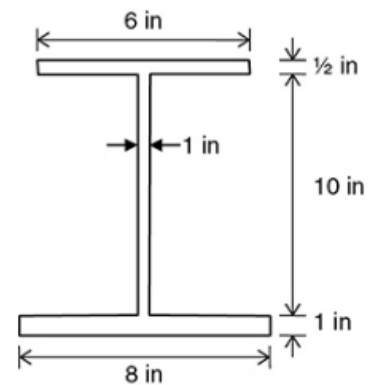
14. Untuk rangka batang yang ditunjukkan pada gambar berikut, gaya batang (k) pada batang DI paling mendekati:

- 22 (tekan)
- 22 (tarik)
- 39 (tekan)
- 39 (tarik)

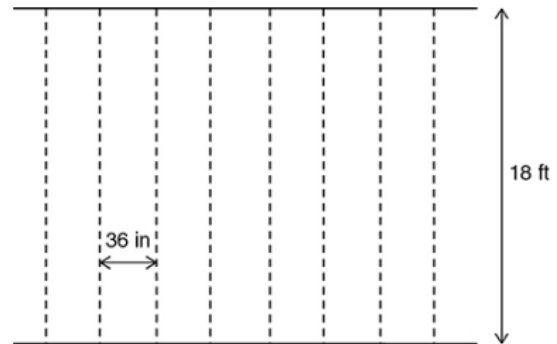


15. Sebuah balok baja memiliki penampang melintang berbentuk I simetris tunggal seperti yang ditunjukkan. Modulus penampang elastis (in^3) terhadap sumbu sentroid mayor paling mendekati:

- 54
- 63
- 66
- 73



16. Sebuah struktur hunian memiliki lantai yang ditopang oleh sistem balok kayu dengan jarak setiap 36 inci seperti yang ditunjukkan. Beban lantai gabungan adalah 90 psf. Tegangan lentur yang diizinkan pada balok kayu adalah 1.700 psi. Modulus penampang yang dibutuhkan (in^3) untuk balok kayu paling mendekati:

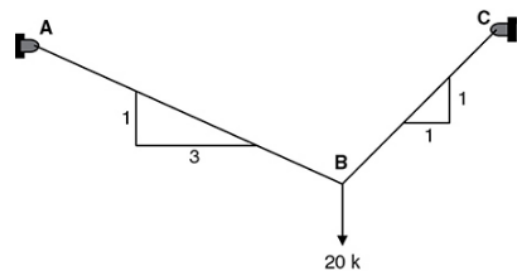


- a. 30
- b. 50
- c. 80
- d. 120

17. Girder jembatan nonkomposit (bentang sederhana 65 ft) memikul beban terdistribusi seragam = 4,75 k/ft. Jika lendutan maksimum yang diizinkan adalah $L/360$, momen inersia yang diperlukan (in^4) paling mendekati:

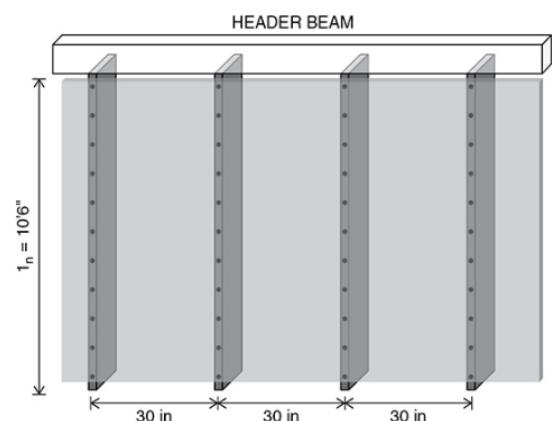
- a. 41.200
- b. 30.500
- c. 25.800
- d. 20.200

18. Untuk sistem kabel yang ditunjukkan, tegangan (k) pada kabel AB paling mendekati:



- a. 16
- b. 19
- c. 22
- d. 25

19. Tiang kayu (Douglas Fir-Larch) dengan jarak setiap 30 inci membentuk dinding penahan beban. Beban vertikal disalurkan ke tiang oleh balok utama, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Tiang-tiang tersebut memiliki penampang persegi panjang berukuran 1,75 inci \times 3,25 inci, dengan tepi 1,75 inci sejajar dengan dimensi panjang dinding. Paku digunakan untuk menghubungkan selubung ke



setiap sisi tiang. Jika tinggi dinding 10 ft 6 inci, beban tekuk Euler (lb) setiap tiang paling mendekati:

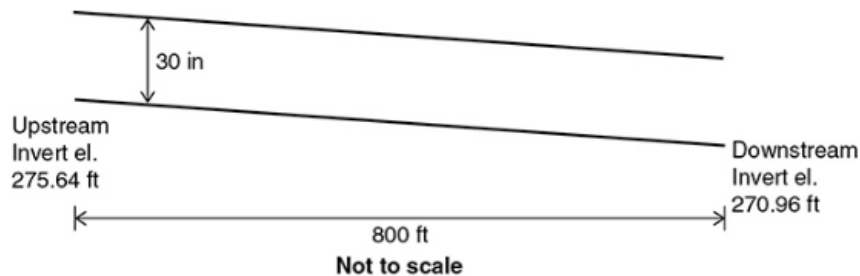
- a. 3.230
- b. 3.505
- c. 4.105
- d. 4.710

20. Laju aliran = $20 \text{ ft}^3/\text{detik}$ mengalir melalui pipa beton berdiameter 30 inci (konstanta n Manning dengan kedalaman = 0,013). Data berikut diberikan:

Panjang pipa = 800 ft

Elevasi inversi pipa di ujung hulu pipa = 275,64 ft

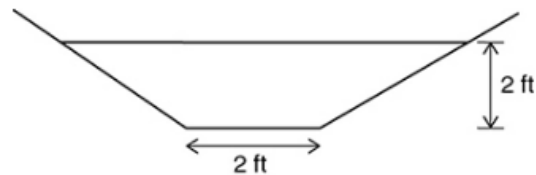
Elevasi inversi pipa di ujung hilir pipa = 270,96 ft



Kedalaman aliran (inci) di dalam pipa paling mendekati:

- A. 14,0
- B. 15,3
- C. 17,5
- D. 21,8

21. Sebuah saluran trapesium memiliki lebar dasar = 2 ft, kemiringan longitudinal 0,5%, dan sisi-sisinya memiliki kemiringan 1V: 3H seperti yang ditunjukkan. Nilai n Manning diberikan sebesar 0,020. Jika kedalaman air yang mengalir adalah 2 ft, kecepatan (fps) paling mendekati:



- A. 5,6
- B. 6,8
- C. 3,5
- D. 3,8

22. Kedalaman aliran normal terjadi pada saluran terbuka berbentuk persegi panjang.

Data berikut diberikan:

Laju aliran = 1.200 cfs

Koefisien kekasaran Manning = 0,015

Lebar dasar = 10 ft

Kemiringan longitudinal = 1%



Bilangan Froude paling mendekati:

- A. 0,5
- B. 1,4
- C. 3,9
- D. 7,2

23. Hidrograf satuan 1 jam untuk curah hujan berlebih ditunjukkan pada tabel berikut.

Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5
Debit Q (cfs/in)	0	35	75	105	40	0

Badai berdurasi 2 jam menghasilkan limpasan 1,7 inci selama jam pertama, diikuti oleh limpasan 0,8 inci selama jam kedua. Debit puncak (ft^3/detik) akibat badai ini paling mendekati:

- A. 210
- B. 239
- C. 263
- D. 287

24. Manakah dari pernyataan berikut yang SALAH?

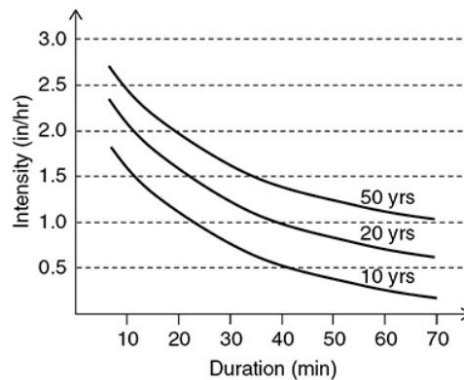
- I. Ketinggian banjir (elevasi) meningkat seiring dengan peningkatan periode ulang.
- II. Probabilitas tahunan terjadinya badai 20 tahun adalah setengah dari probabilitas tahunan untuk badai 10 tahun.
- III. Banjir 50 tahun dijamin terjadi setidaknya sekali dalam interval 100 tahun.
- IV. Periode ulang kejadian desain tidak secara langsung memengaruhi desain.

- A. I dan III
- B. II dan III
- C. III saja
- D. III dan IV

25. Suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) dibagi lagi menjadi lima penggunaan lahan/tutupan lahan yang berbeda sebagaimana dirangkum dalam tabel berikut. Kurva intensitas-durasi-frekuensi disintesis dari catatan badai regional.

Wilayah	Penggunaan Lahan/Tipe Lahan	Luas (hektar)	Koefisien Rasional	Waktu Konsentrasi (menit)
A	Berhutan dan berpepohonan	50	0.20	40
B	Kavling perumahan	65	0.55	30
C	Tempat parkir	20	0.85	25
D	Halaman rumput	240	0.30	35





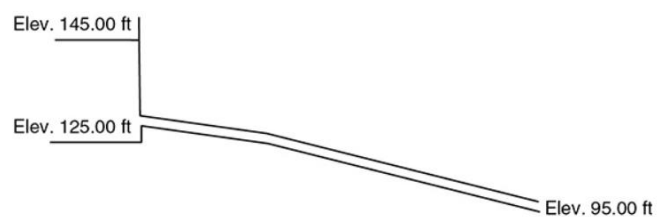
Debit (ft^3/detik) akibat badai 50 tahun paling mendekati:

- A. 70
- B. 110
- C. 190
- D. 260

26. Sebuah pipa 12 inci (besi cor, Hazen Williams $C = 120$) berfungsi sebagai saluran keluar dari waduk besar dengan elevasi muka air 145 ft. Kemiringan longitudinal rata-rata pipa adalah 0,01 ft/ft. Dasar waduk berada pada elevasi 125 ft, dan saluran keluar pipa berada pada elevasi 95 ft. Viskositas kinematik air adalah $1,217 \times 10^{-5} \text{ft}^2/\text{detik}$.

Laju aliran (gal/menit) di dalam pipa paling mendekati:

- A. 1.000
- B. 1.500
- C. 2.000
- D. 2.500

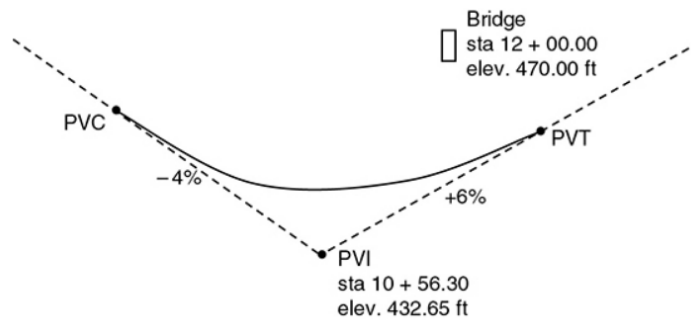


27. Sebuah kurva melingkar horizontal memiliki PC pada koordinat (ft) 4123,64 LU, 1064,32 BB. Jari – jari kurva = 1030 ft. Garis singgung pada PC mengarah ke $S42^\circ30'$ BB. Panjang kurva = 646,35 ft. Koordinat PI adalah:

- A. 3877,23 LU, 1290,12 BB
- B. 3897,84 LU, 1310,73 BB
- C. 4370,05 LU, 838,52 BB
- D. 4349,44 LU, 817,91 BB



28. Sebuah kurva vertikal parabola menghubungkan kemiringan -4% dengan kemiringan $+6\%$. PVI berada di stasiun $10 + 56,30$. Ketinggian PVI adalah $432,65$ ft. Lengkungan tersebut melewati struktur jembatan di stasiun $12 + 00,00$. Ketinggian dasar gelagar jembatan adalah $470,00$ ft. Jarak bebas vertikal minimum di bawah jembatan adalah 14 ft 6 inci. Panjang lengkung yang dibutuhkan (ft) paling mendekati:



- A. 1.665
B. 1.865
C. 2.065
D. 2.265

29. Data berikut diberikan untuk jalan bebas hambatan enam lajur:

$$AADT = 78.500 \text{ vpd}$$

$$K = 0,11$$

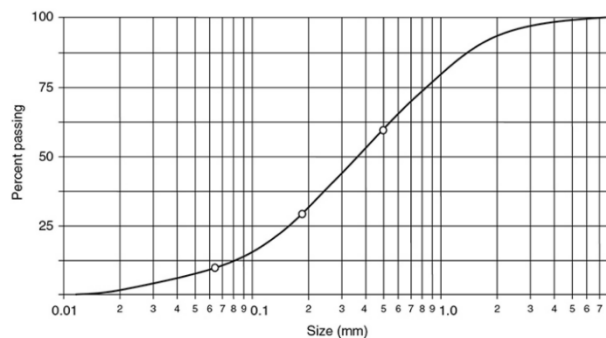
$$D = 0,57$$

$$PHF = 0,94$$

Laju aliran desain puncak (veh/jam/ln) paling mendekati:

- A. 1.650
B. 1.750
C. 1.850
D. 1.950

30. Distribusi ukuran butir untuk sampel tanah ditunjukkan pada kurva berikut. Batas cair = 34% . Batas plastis = 19% . Apa klasifikasi AASHTO?



- a. A-6
b. A-2-6
c. A-2-7
d. A-7

31. Hasil analisis saringan sampel tanah telah dirangkum dalam tabel berikut. Uji Atterberg menghasilkan: batas cair = 54 , batas plastis = 23 .

Ukuran Ayakan	% Lolos
2 in	95
1 in	85
$\frac{1}{2}$ in	60
No. 4	41

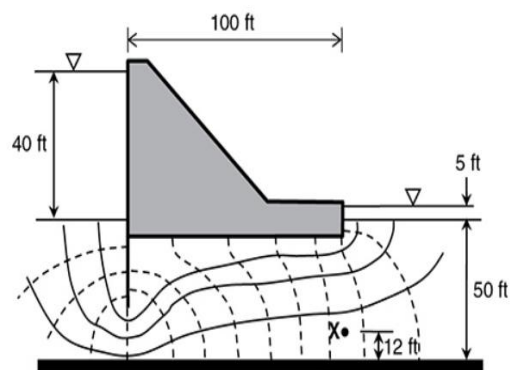


No. 10	31
No. 40	22
No. 200	10

Apa klasifikasi USCS untuk tanah tersebut?

- a. GP
- b. GP-GC
- c. GP-GM
- d. GW-GC

32. Bendungan gravitasi memiliki dinding pembatas di ujung hulu seperti yang ditunjukkan pada gambar. Lebar dasar bendungan adalah 100 ft dan panjang bendungan adalah 150 ft. Terdapat lapisan kedap air sekitar 50 ft di bawah dasar waduk. Kedalaman waduk di hulu adalah 40 ft dan kedalaman air di hilir adalah 5 ft. Konduktivitas hidrolis tanah pada lapisan tanah setebal 50 ft di bawah bendungan adalah 0,0025 ft/detik. Tekanan (psig) di titik X (terletak 12 ft di atas puncak lapisan kedap air) paling mendekati:



- a. 45
- b. 37
- c. 30
- d. 22

33. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- I. Masuknya udara selalu menurunkan kekuatan beton.
- II. Masuknya udara meningkatkan durabilitas beton.
- III. Masuknya udara selalu diinginkan dalam struktur beton.
- IV. Jumlah udara yang terperangkap bergantung pada ukuran agregat maksimum.

- A. II dan III
- B. II dan IV
- C. I dan III
- D. I, II, dan IV

34. Target desain kuat tekan beton 28 hari untuk proyek konstruksi jembatan adalah 6.000 psi. Sampel beton akan diuji sebagai bagian dari upaya QA/QC yang merupakan bagian dari proyek. Simpangan baku sampel adalah 675 psi. Kuat tekan rata-rata minimum yang disyaratkan (psi) untuk digunakan dalam desain campuran beton adalah yang paling mendekati:

- a. 6.500



- b. 6.750
- c. 7.000
- d. 7.250

35. Manakah dari berikut ini yang BUKAN merupakan contoh pengujian tanah?

Radar Penembus Tanah

II. Uji Densitas Nuklir

III. Uji Kekerasan Brinell

Uji Penetran Cair

Uji Penetran Kerucut

- A. III dan IV
- B. II, III, dan V
- C. IV dan V
- D. II dan V

36. Selama pengaspalan ulang segmen jalan raya, spesifikasi proyek menetapkan bahwa zona penyangga selebar 12 ft di kedua sisi jalan selebar 65 ft harus dibersihkan dan digali. Batas proyek (diukur sepanjang kurva garis dasar di sepanjang garis tengah jalan) adalah dari stasiun 5 + 05.25 hingga 25 + 31.20. Biaya satuan untuk pembersihan dan penggalian adalah Rp. 2.000 per ft². Total biaya untuk "Pembersihan dan Penggalian" paling mendekati:

- a. Rp. 100.000.000
- b. Rp. 120.000.000
- c. Rp. 140.000.000
- d. Rp. 160.000.000

37. Patok reng dengan tanda berikut terlihat berdekatan dengan fitur pipa:

1200

21 + 50

12 × 36

CMP W/2

FL END

Interpretasi manakah yang TIDAK sesuai dengan tanda-tanda ini?

- A. Titik referensi berjarak 12 ft dari pipa.
- B. Pipa tersebut memiliki panjang 12 ft dan diameter 36 inci.
- C. Pipa tersebut adalah pipa beton bertulang.
- D. Pipa tersebut memiliki dua ujung yang melebar.

38. Tanggul akan dibangun dengan menempatkan timbunan pada bagian lahan sepanjang 300 ft. Luas bagian timbunan yang berjarak 50 ft ditunjukkan pada tabel berikut.

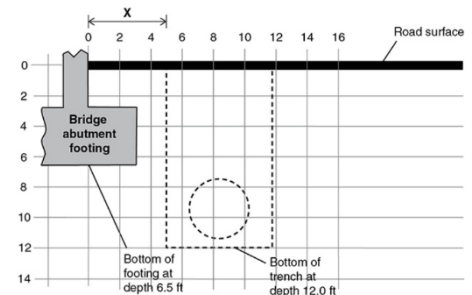
Stasiun	Luas Timbunan (ft ²)
---------	----------------------------------



12 + 00.00	456.33
12 + 50.00	563.97
13 + 00.00	702.24
13 + 50.00	1234.98
14 + 00.00	783.92
14 + 50.00	591.94
15 + 00.00	493.34

Total volume pekerjaan tanah (yd^3) antara stasiun 12 + 0,00 dan 15 + 0,00 paling mendekati:

- 4.030
 - 8.060
 - 12.100
 - 16.100
39. Gambar berikut menunjukkan abutmen jembatan yang terletak berdekatan dengan jalan raya. Kisi koordinat di bawahnya (ft) bermula di (0, 0) pada pertemuan perkerasan dan permukaan dinding abutmen. Dasar tapak terletak pada kedalaman 6,5 ft di bawah permukaan tanah. Saluran pembuangan limbah harus dipasang melalui galian terbuka. Dasar parit berada pada kedalaman 12,0 ft. Garis putus-putus menunjukkan garis luar parit berada pada jarak yang tidak ditentukan (X) dari permukaan dinding abutmen. Tanpa melakukan tindakan khusus untuk menopang abutmen, jarak minimum X (ft) dari permukaan dinding abutmen ke tepi parit adalah yang paling mendekati:



CATATAN: Lokasi tepi parit ditunjukkan pada jarak 5 ft, hanya untuk ilustrasi.

- 4
 - 5
 - 6
 - 7
40. Sebuah dinding pasangan bata berdiri bebas dengan tinggi 16 ft sedang dibangun. Selama konstruksi, lebar "zona terbatas" harus diperluas:
- 18 ft di satu sisi dinding
 - 18 ft di kedua sisi dinding
 - 20 ft di satu sisi dinding
 - 20 ft di kedua sisi dinding

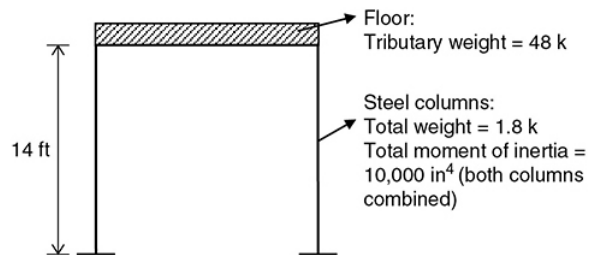


BAB 3

UJIAN KEDALAMAN STRUKTUR

Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian kedalaman struktur berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES)

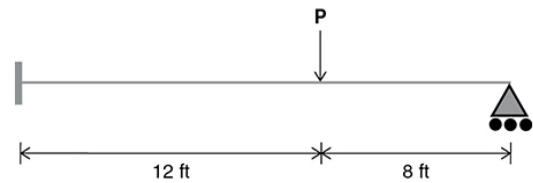
1. Sebuah rangka baja ditunjukkan pada gambar berikut. Beban lantai yang bekerja pada setiap rangka adalah 48.000 lb. Periode dasar (detik) getaran paling mendekati:
A. 0,1
B. 0,2
C. 0,3
D. 0,4



2. Sebuah balok kayu gergajian persegi panjang yang terbuat dari Pinus Selatan memiliki penampang nominal 6 inci × 12 inci (dimensi terpotong 5,5 inci × 11,25 inci). Balok tersebut memikul beban terdistribusi seragam $w_{DL} = 200$ lb/ft dan $w_{LL} = 650$ lb/ft pada bentang sederhana $L = 24$ ft. Tegangan geser maksimum (lb/in₂) paling mendekati:
A. 170
B. 250
C. 335
D. 495
3. Sebuah balok beton bertulang ($f'_c = 5.000$ psi; $f_y = 60.000$ psi) memiliki penampang persegi panjang (lebar = 20 inci, kedalaman = 28 inci), memiliki momen inersia retak $I_{cr} = 11.480$ in₄ dan momen retak $M_{cr} = 115$ k – ft. Balok memikul beban terfaktor yang terdistribusi merata $w_u = 6$ k/ft pada bentang sederhana $L = 24$ ft. Lendutan maksimum (inci) paling mendekati:
A. 0,90
B. 1,20
C. 1,50
D. 1,80
4. Beban vertikal P bekerja pada balok kantilever yang disangga seperti ditunjukkan pada gambar berikut. Penampang balok memiliki sifat-sifat berikut—kedalaman $d = 16$ inci; momen inersia sumbu kuat $I_x = 1.240$ inci₄, momen inersia sumbu lemah



$I_y = 340 \text{ inci}_4$; modulus penampang plastis $Z_x = 189 \text{ inci}_3$; $Z_y = 46 \text{ inci}_3$. Baja yang digunakan untuk balok memiliki sifat-sifat berikut: $F_y = 50 \text{ ksi}$; $F_u = 65 \text{ ksi}$. Beban maksimum P (k) yang akan menyebabkan keruntuhan sendi plastis balok paling mendekati:

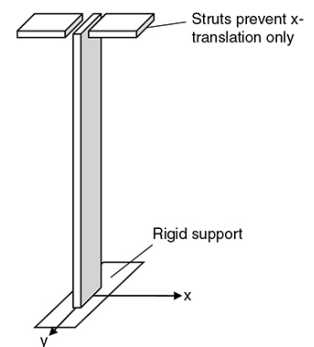


- A. 125
- B. 160
- C. 190
- D. 230

5. Sebuah balok kayu persegi panjang yang digergaji (Douglas Fir, dengan penampang nominal 6 inci \times 10 inci) memiliki bentang sederhana L 20 ft dan menahan beban hidup 125 lb/ft dan beban mati 150 lb/ft. Tegangan lentur maksimum (psi) paling mendekati:

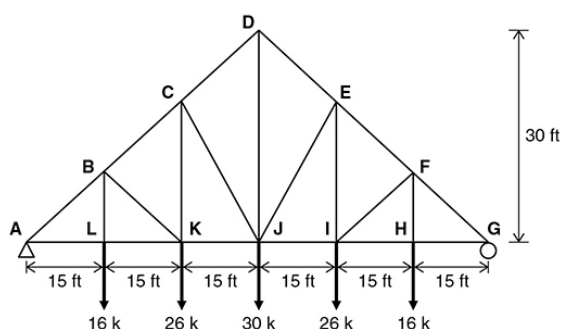
- A. 1.400
- B. 1.600
- C. 1.800
- D. 2.000

6. Sebuah tiang kayu berfungsi sebagai batang tekan. Tumpuan bawahnya tertahan dengan baik terhadap translasi dan rotasi. Bagian atas kolom dikencangkan pada arah lemah, seperti yang ditunjukkan. Penampang melintangnya berukuran 2 inci \times 6 inci (nominal). Panjang kolom adalah 12 ft. Modulus elastisitas $E_{\min} = 1,5 \times 10^6 \text{ psi}$. Beban tekuk Euler (k) paling mendekati:



- A. 1,7
- B. 2,5
- C. 3,4
- D. 5,1

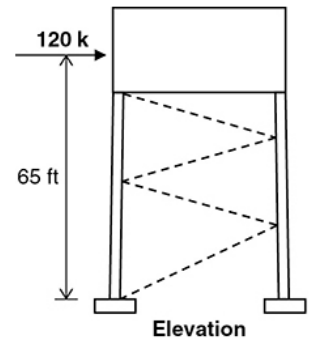
7. Untuk rangka datar yang dibebani seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut, gaya (k) pada komponen CJ paling mendekati:



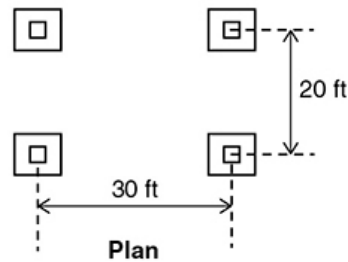
- A. 34 (tegangan)
- B. 34 (kompresi)
- C. 28 (tegangan)
- D. 28 (kompresi)



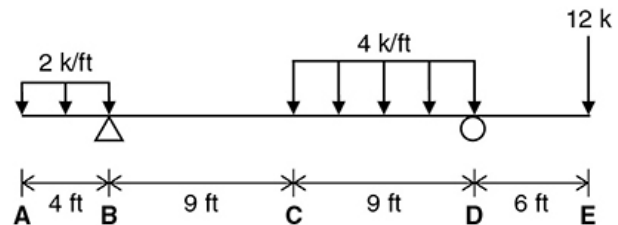
8. Sebuah tangki air yang ditinggikan ditopang oleh empat ft menara seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Tangki kosong berbobot 6 kJ dan tangki penuh berbobot 300 kJ. Gaya angin resultan sebesar 120 kJ bekerja pada ketinggian 65 ft seperti yang ditunjukkan. Setiap ft menara ditopang oleh pondasi persegi yang terisolasi. Gaya angkat desain maksimum (kJ) untuk merancang baut jangkar pada setiap pondasi paling mendekati:



- A. 55,0
B. 128,5
C. 130,0
D. 258,5

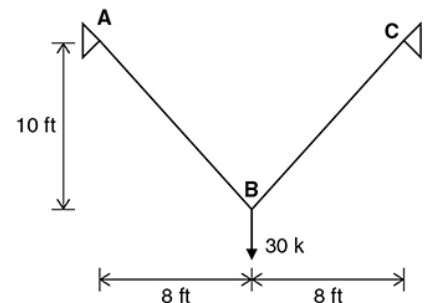


9. Untuk balok yang ditunjukkan pada gambar berikut, momen lentur maksimum (k – ft) paling mendekati:



- A. 64
B. 72
C. 80
D. 88

10. Sebuah rangka batang dua batang dibebani dengan beban vertikal 30 kJ pada titik B seperti ditunjukkan pada gambar berikut. Penampang batang AB dan BC adalah: 2 in^2 untuk AB, 3 in^2 untuk BC. Modulus elastisitas $E = 29.000 \text{ ksi}$ untuk kedua batang. Lendutan vertikal pada B (in) paling mendekati:



- A. 0,05
B. 0,10
C. 0,15
D. 0,20

11. Analisis komputer balok ABCD yang ditunjukkan pada gambar berikut menghasilkan momen-momen sambungan berikut:

$$M_{BA} = 65,5 \text{ k – ft (searah jarum jam)}$$

$$M_{BC} = 65,5 \text{ k – ft (berlawanan arah jarum jam)}$$

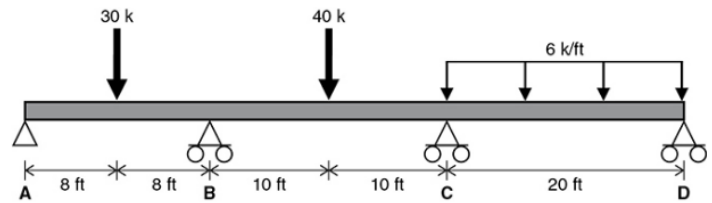
$$M_{CB} = 209,0 \text{ k – ft (searah jarum jam)}$$

$$M_{CD} = 209,0 \text{ k – ft (berlawanan arah jarum jam)}$$



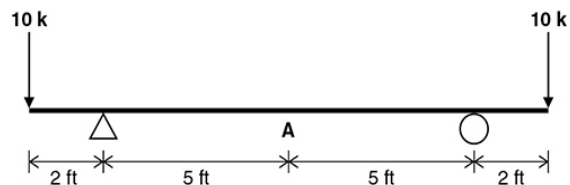
Reaksi vertikal di B (k) paling mendekati:

- A. 12,8
- B. 19,1
- C. 26,4
- D. 32,0



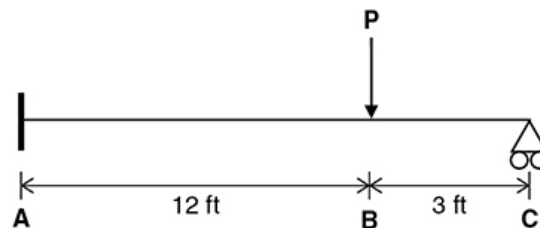
12. Untuk balok baja yang ditunjukkan pada gambar berikut, sifat-sifat berikut diberikan: $A = 24,7 \text{ in}^2$; $I_x = 870 \text{ in}^4$; $I_y = 215 \text{ in}^4$. Lendutan vertikal (in) di titik A paling mendekati:

- A. 0,005
- B. 0,010
- C. 0,017
- D. 0,025



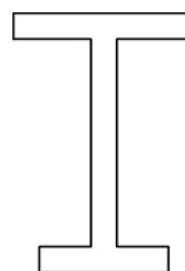
13. Balok kantilever yang disangga pada gambar di atas memikul beban titik P. Balok tersebut merupakan penampang $W18 \times 86$. Asumsikan $F_y = 50 \text{ ksi}$; $F_u = 70 \text{ ksi}$. Besarnya beban P (k) yang akan menyebabkan keruntuhan balok akibat pembentukan sendi plastis adalah:

- A. 210
- B. 256
- C. 388
- D. 775



14. Penampang berbentuk I yang tidak simetris yang ditunjukkan pada gambar berikut terbuat dari baja A36. Kapasitas momen plastis (k-ft) dari penampang yang dibangun mendekati:

- A. 1.350
- B. 1.650
- C. 2.150
- D. 2.650



Top Flange width = 12 in
Bottom Flange width = 10 in
Top Flange thickness = 1.5 in
Bottom Flange thickness = 2 in
Overall depth = 22 in
Web thickness = $\frac{3}{4}$ in

15. Dek jembatan beton terpapar kondisi beku dan mencair dengan kelembapan dan bahan kimia pencair es yang terus-menerus ada. Kuat tekan dua puluh delapan hari $f'_c = 6.000 \text{ psi}$. Ukuran agregat maksimum nominal = 1 inci. Kadar udara minimum (%) paling mendekati:

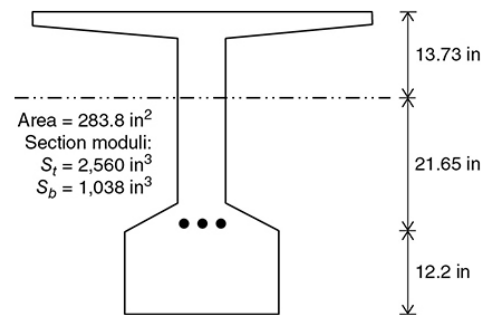
- A. 2
- B. 3



- C. 4
- D. 5

16. Penampang balok-I beton prategang ditunjukkan pada gambar berikut. Sumbu netral terletak 13,73 inci di bawah serat atas. Tendon prategang (luas = 5,90 inci², tegangan ultimit $f_{pu} = 270$ ksi, prategang awal = $0,75f_{pu}$,

kehilangan prategang = 32 ksi) terletak 12,2 inci di atas tepi bawah balok. Tegangan lentur (lb/in²) pada serat atas akibat kombinasi gaya prategang (setelah semua kehilangan) ditambah momen lentur (akibat total DL + LL) = 1.400 k – ft yang bekerja pada balok (beban gravitasi menghasilkan kelengkungan cembung pada permukaan bawah) paling mendekati:



- A. 845 (tegangan)
- B. 1.630 (tekan)
- C. 2.145 (tekan)
- D. 1.230 (tegangan)

17. Unit pasangan bata beton dengan kuat tekan spesifik 1.800 psi mengalami kombinasi tegangan aksial dan lentur. Tegangan tekan yang diizinkan (lb/in²) paling mendekati:

- A. 450
- B. 600
- C. 720
- D. 810

18. Sebuah bangunan tiga lantai memiliki denah persegi panjang (120 ft × 80 ft) dan tinggi atap rata – rata = 42 ft. Periode fundamental bangunan adalah 0,35 detik. Untuk keperluan analisis dan desain angin menurut Kode Bangunan Internasional, manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- A. Bangunan tersebut dianggap bertingkat rendah dan fleksibel.
- B. Bangunan tersebut tidak dianggap kaku tetapi bukan bertingkat rendah.
- C. Bangunan tersebut dianggap fleksibel tetapi bukan bertingkat rendah.
- D. Bangunan tersebut dianggap bertingkat rendah tetapi bukan fleksibel.

19. Tulangan geser untuk balok beton disediakan dalam bentuk sengkang (batang no. 4). Jari-jari dalam minimum (inci) lentur, menurut ketentuan ACI 318, paling mendekati:

- A. 1,0
- B. 2,0
- C. 3,0
- D. 4,0



20. Sebuah kolom beton bertulang melingkar memikul beban mati 300 kJ dan beban hidup 350 kJ. Kuat tekan beton adalah 4.000 psi dan tegangan leleh baja tulangan adalah 60 ksi. Tulangan longitudinal dibatasi secara lateral oleh spiral berdiameter $\frac{3}{8}$ inci dengan jarak antar tulangan 3 inci. Jika tulangan maksimum yang diizinkan digunakan, diameter kolom yang dibutuhkan (inci) paling mendekati:
- A. 13
B. 14
C. 16
D. 17
21. Berapakah geser maksimum (k) pada jembatan bentang sederhana ($L = 125$ ft) akibat pembebanan AASHTO HL-93 (tanpa faktor) yang menempati satu lajur?
- A. 65
B. 76
C. 107
D. 119
22. Balok W16 \times 100 memiliki bentang sederhana 30 ft dan memikul beban yang terdistribusi secara merata. Mutu baja yang digunakan adalah A992 mutu 50. Sayap tekan balok hanya memiliki tumpuan lateral pada tumpuan dan di tengah bentang. Abaikan C_b .

ASD

Beban maksimum (k/ft) yang dapat ditopang balok, sebagaimana diberikan oleh ketentuan AISC-ASD, paling mendekati:

- A. 3.3
B. 4.0
C. 4.7
D. 5.2

LRFD

Beban terfaktor maksimum (k/ft) yang dapat ditopang balok, sebagaimana diberikan oleh ketentuan AISC-LRFD, paling mendekati:

- A. 5.0
B. 6.0
C. 7.0
D. 8.0

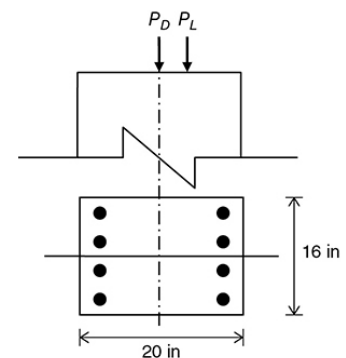
23. Kolom beton bertulang berukuran 16 inci \times 20 inci ($f'_c = 4.000$ psi, $f_y = 60.000$ psi) dibebani dengan beban-beban berikut:

$$PD = 300 \text{ kJ (konsentris)}$$

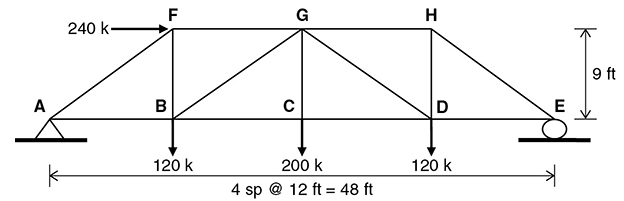
$$PL = 180 \text{ kJ (eksentrik; } e = 4 \text{ inci)}$$

Luas tulangan longitudinal yang dibutuhkan (in^2) mendekati:

- A. 3.2
B. 3.8
C. 5.4
D. 6.0



24. Baja A36 ($F_y = 36\text{ksi}$; $F_u = 58\text{ksi}$) digunakan untuk rangka batang. Semua beban yang ditunjukkan pada gambar berikut adalah beban layan. Berapa luas bruto minimum (in^2) yang dibutuhkan untuk batang bawah? Asumsikan luas neto efektif = $0,75 \times A_g$. (Beban 30% DL + 70% LL).

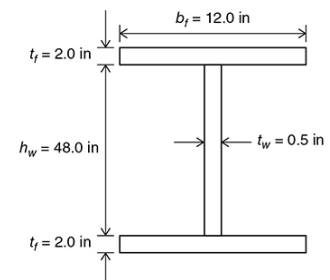


- A. 13,5
 B. 17,5
 C. 21,5
 D. 25,5
25. Sebuah balok beton bertulang ($f'_c = 4\text{ksi}$; $f_y = 60\text{ksi}$) ditopang secara sederhana pada bentang $L = 25\text{ ft}$. Balok tersebut memikul beban yang terdistribusi secara merata $w_{DL} = 2\text{k/ft}$ dan $w_{LL} = 4\text{k/ft}$ sepanjang balok. Jika lebar balok adalah 15 inci, kedalaman minimum yang memuaskan (inci) paling mendekati:

- A. 23
 B. 26
 C. 29
 D. 32

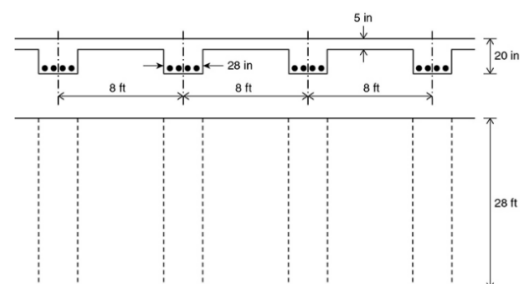
26. Tentukan apakah penampang yang diberikan kompak, tidak kompak, atau ramping. $F_y = 50\text{ksi}$.

- A. Hanya badan kompak
 B. Hanya flensa tidak kompak
 C. Tidak kompak (sebagai penampang utuh)
 D. Kompak (sebagai penampang utuh)



27. Lantai beton bertulang terdiri dari pelat setebal 5 inci yang dicor monolitik dengan balok seperti yang ditunjukkan. Kuat tekan dua puluh delapan hari = 4.000 psi.

Tulangan baja adalah batang deformasi grade 60. Balok memiliki bentang sederhana = 28 ft. Beban hidup lantai adalah 85 psf. Balok harus dirancang hanya dengan baja tarik. Tulangan yang dibutuhkan (in^2) dari tulangan tarik paling mendekati:



- A. 2,8
 B. 3,8
 C. 4,8
 D. 5,8

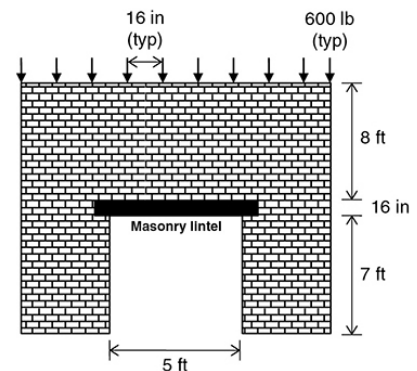
28. Sebuah kolom baja ($F_y = 36\text{ksi}$) memiliki $KL_x = 40\text{ft}$ dan $KL_y = 20\text{ft}$. Carilah penampang W12 terkecil yang memenuhi syarat yang dapat menahan beban aksial



200 kJ beban mati + 200 kJ beban hidup. Diperbolehkan menggunakan ASD atau LRFD.

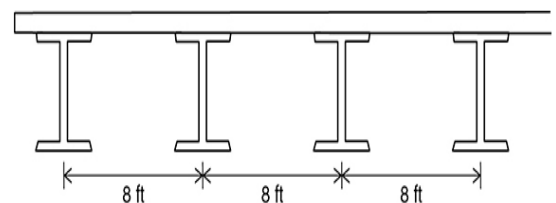
- a. W12 × 79
- b. W12 × 87
- c. W12 × 96
- d. W12 × 106

29. Sebuah ambang pintu batu berukuran 7,5 inci × 16 inci membentang di atas bukaan pintu selebar 5 ft. Dinding di atas ambang pintu setebal 8 inci dengan berat satuan 130lb/ft³. Asumsikan tumpuan 8 inci di kedua sisi bukaan. Asumsikan berat satuan ambang pintu yang diperkuat adalah 140lb/ft³. Bagian atas dinding memikul balok setiap 16 inci. Setiap balok memberikan gaya vertikal sebesar 600 lb pada dinding. Momen lentur maksimum (lb – ft) pada ambang pintu paling mendekati:



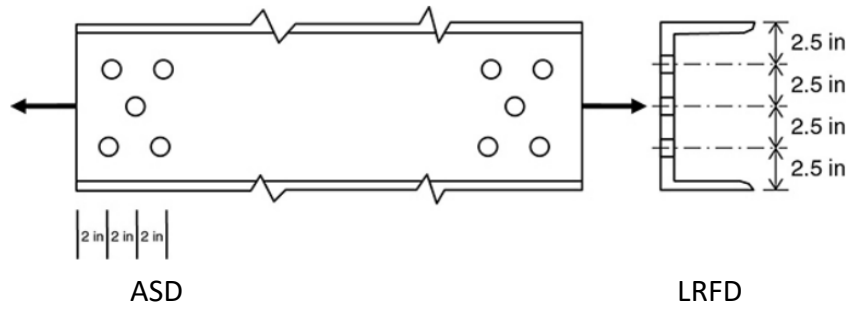
- a. 810
- b. 900
- c. 990
- d. 1080

30. Sistem gelagar baja dek beton komposit untuk jembatan bentang sederhana ($L = 70$ ft) ditunjukkan. Baloknya berupa gelagar pelat simetris ganda ($A_s = 136\text{in}^2$; $I_{xx} = 81.940\text{in}^4$; kedalaman = 60 in). Tebal pelat = 8 in. Kuat tekan beton dua puluh delapan hari adalah 4 ksi. Tegangan leleh baja adalah 60 ksi. Beban pada dek (termasuk berat pelat ditambah lapisan aspal dan beban lalu lintas ekuivalen) dapat diasumsikan sebesar 1,8 kJ/ft². Tegangan lentur maksimum (kJ/in²) pada gelagar baja paling mendekati:



- a. 32
- b. 36
- c. 39
- d. 42

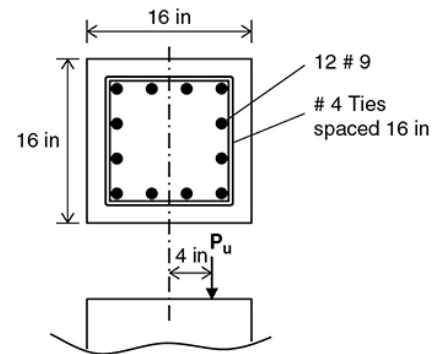
31. Batang C10 × 30 digunakan sebagai batang tarik seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Baja yang digunakan adalah baja A572 grade 50. Baut yang digunakan pada sambungan ini adalah baja A325 berdiameter 3/4 inci.



Kekuatan yang disyaratkan (k) dari elemen, sebagaimana diberikan oleh ketentuan AISC-ASD, paling mendekati: Kekuatan desain (k) dari elemen, sebagaimana diberikan oleh ketentuan AISC-LRFD, paling mendekati:

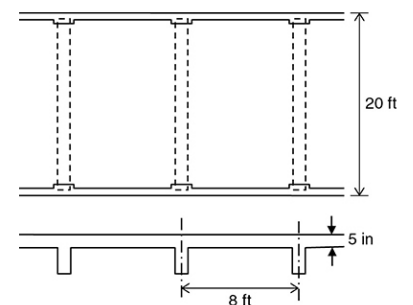
- | | |
|--------|--------|
| A. 205 | A. 310 |
| B. 240 | B. 360 |
| C. 275 | C. 410 |
| D. 305 | D. 460 |

32. Penampang kolom beton bertulang pendek ditunjukkan pada gambar berikut. Asumsikan eksentrisitas beban adalah 4,0 inci. Gunakan $f'_c = 4.000\text{psi}$; $F_y = 60.000\text{psi}$. Kapasitas desain (k) kolom paling mendekati:



- A. 360
- B. 425
- C. 465
- D. 530

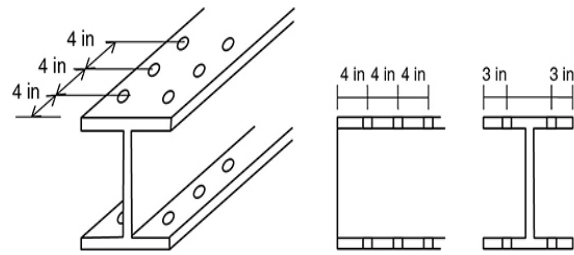
33. Sistem lantai terdiri dari pelat beton bertulang setebal 5 inci yang dibangun secara monolitik dengan balok beton berjarak 8 ft seperti yang ditunjukkan. Balok-balok tersebut membentang 20 ft di antara tumpuan sederhana. Gunakan $f'_c = 4.500\text{psi}$ dan $F_y = 60.000\text{psi}$. Beban layanan pada pelat adalah: Beban mati superimposed = 40 lb/ft^2 . Beban hidup = 85 lb/ft^2 pada pelat. Tulangan lentur yang dibutuhkan (in^2/ft) pada penampang kritis untuk momen positif paling mendekati:



- a. 0,32
- b. 0,21
- c. 0,14
- d. 0,11



34. Sebuah komponen struktur tarik baja memiliki penampang W12 × 72 dan dihubungkan melalui flens-nya menggunakan baut A325 berkekuatan tinggi berdiameter $\frac{3}{4}$ inci seperti yang ditunjukkan. $F_y = 36\text{ksi}$; $F_u = 58\text{ksi}$. Kekuatan nominal (k) berdasarkan geser blok paling mendekati:



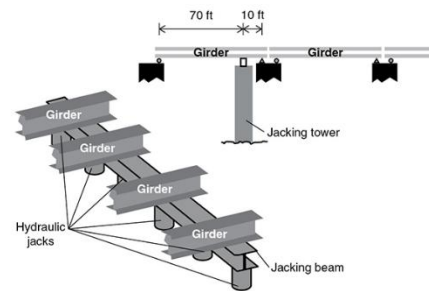
- a. 550
b. 1.090
c. 820
d. 275
35. Untuk perancangan sistem penahan gaya angin utama pada sebuah bangunan, berapa persentase minimum dari luas dinding bruto yang harus ditempati oleh bukaan dinding agar suatu bangunan dapat dianggap sebagai bangunan terbuka?
- a. 80
b. 75
c. 90
d. 85
36. Manakah dari pernyataan berikut yang harus benar untuk menentukan tekanan angin rancangan berdasarkan prosedur yang disederhanakan dalam ASCE 7?
- I. Tinggi atap rata-rata h harus kurang dari atau sama dengan 60 ft ($h \leq 60$ ft).
II. Bangunan tersebut memiliki karakteristik respons yang membuatnya rentan terhadap pelepasan pusaran (vortex shedding).
III. Bangunan tersebut tidak diklasifikasikan sebagai bangunan fleksibel.
IV. Bangunan tersebut tidak memiliki karakteristik respons yang membuatnya rentan terhadap ketidakstabilan akibat galloping atau flutter.
- A. I
B. I dan II
C. I, III, dan IV
D. Semua jawaban di atas
37. Menurut Manual Konstruksi Baja AISC, mutu ASTM yang direkomendasikan untuk bentuk HSS persegi adalah
- a. A500
b. A242
c. A992
d. A36
38. Menurut 29 CFR 1910, sudut kemiringan yang direkomendasikan (dengan bidang horizontal) untuk tangga tetap adalah:
- a. 50° – 60°



- b. 55° – 65°
- c. 60° – 75°
- d. 66° – 75°

39. Sebuah jembatan terdiri dari pelat beton yang ditopang oleh empat gelagar dengan jarak yang sama seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Dek beton tersebut memiliki lebar 36 ft dan tebal 9 inci. Gelagar pelat baja memiliki berat 282 lb/ft. Setiap girder hanya ditopang pada bentang $L = 80$ ft. Sudut kemiringan = 0° . Perbaikan pilar memerlukan penempatan menara dongkrak sementara di samping setiap pilar dan penggunaan enam dongkrak hidrolik untuk mengangkat girder menggunakan balok dongkrak. Dengan menggunakan faktor keamanan 2,0, kapasitas minimum yang dibutuhkan (ton) untuk dongkrak hidrolik adalah:

- A. 45
- B. 40
- C. 35
- D. 30



40. Sebuah struktur telah diperiksa untuk menentukan perlunya rehabilitasi. Biaya terkait dirangkum sebagai berikut:

Biaya tahunan berjalan = Rp. 400.000.000

Estimasi biaya rehabilitasi = Rp. 3.500.000.000

Proyeksi biaya tahunan setelah rehabilitasi = Rp. 150.000.000

Estimasi sisa masa manfaat = 20 tahun

Proyeksi peningkatan nilai residu (pada akhir masa manfaat) = Rp. 2.000.000.000

Pengembalian investasi (ROI) untuk melakukan rehabilitasi paling mendekati:

- A. 5%
- B. 6%
- C. 7%
- D. 8%



BAB 4

UJIAN KEDALAMAN GEOTEKNIK

Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian kedalaman geoteknik berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES)

1. Hasil dari uji kerucut pasir tercantum di bawah ini:

Berat bersih tanah yang diperoleh dari lubang uji:	5.52 lb
Kadar air tanah dari lubang uji:	19%
Berat satuan pasir uji kering:	88.2 lb/ft ³
Berat awal alat kerucut pasir yang diisi dengan pasir uji:	13.75 lb
Berat akhir alat kerucut pasir setelah pasir mengisi lubang uji:	10.24 lb

Uji Proctor standar yang dilakukan pada tanah menghasilkan:

Berat satuan kering maksimum:	126.3 lb/ft ³
Kadar air optimum:	17.5%

Persentase pemadatan di tempat paling mendekati:

- A. 92
- B. 97
- C. 114
- D. 133

2. Data berikut diberikan untuk sampel tanah:

Analisis Ayakan		Uji Atterberg:
<u>Ukuran Ayakan</u>	Persentase Tertahan	Batas cair: 43
		Batas plastis: 21
No. 4	8	
No. 10	10	
No. 20	12	
No. 40	21	
No. 100	15	
No. 200	8	

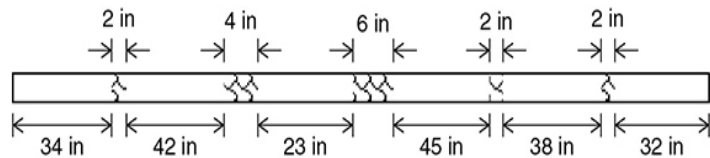
Klasifikasi tanah USCS adalah:

- A. SM
- B. GW
- C. GP
- D. SC

3. Inti batuan 20 ft ditunjukkan pada gambar berikut. RQD paling mendekati:



- a. 97%
- b. 93%
- c. 85%
- d. 89%

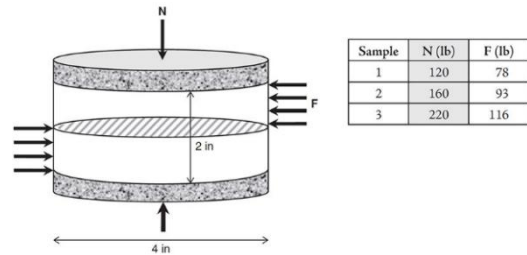


4. Manakah dari pernyataan berikut yang salah?
- a. Radar penembus tanah bekerja lebih baik untuk tanah lempung daripada tanah pasir.
 - b. Metode refleksi seismik jarang digunakan untuk investigasi tanah dangkal.
 - c. Keterbatasan utama dalam melakukan survei gravitasi adalah biaya peralatan yang tinggi.
 - d. Survei resistivitas kurang efektif dalam investigasi lapangan.
5. Uji penetrometer kerucut menghasilkan rekaman kontinu resistansi ujung dan selongsong serta tekanan pori yang diinduksi di belakang ujung kerucut. Pada kedalaman tertentu, berikut ini tercatat:
- Resistensi ujung = $5,2 \text{ ton/ft}^2$
Resistensi selongsong = $0,03 \text{ ton/ft}^2$
Tekanan pori = $0,9 \text{ ton/ft}^2$
- Tanah tersebut kemungkinan besar adalah:
- A. pasir
 - B. lanau
 - C. lempung
 - D. gambut
6. Sampel tanah basah memiliki berat 1.331,5 gram. Sampel kemudian dilapisi lilin (berat jenis = 0,9) dan ditimbang hingga mencapai berat 1.368,2 g. Sampel yang telah dilapisi lilin kemudian direndam seluruhnya dalam air dan beratnya mencapai 593,4 g. Kadar air sampel tanah adalah 15,2% dan berat jenis padatan adalah 2,70. Derajat kejenuhan (%) sampel tanah paling mendekati:
- a. 57
 - b. 52
 - c. 45
 - d. 37
7. Tiga sampel silinder (diameter = 4 inci, tebal = 2 inci) dari tanah yang sama diuji dengan gaya geser langsung menggunakan cetakan terpisah dan dikenai gaya geser berpasangan seperti yang ditunjukkan pada gambar. Permukaan atas dan bawah sampel ditutup dengan pelat pembebanan batu berpori. Gaya normal N (lb) divariasikan untuk setiap sampel. Gaya geser horizontal F (lb) yang diperlukan untuk

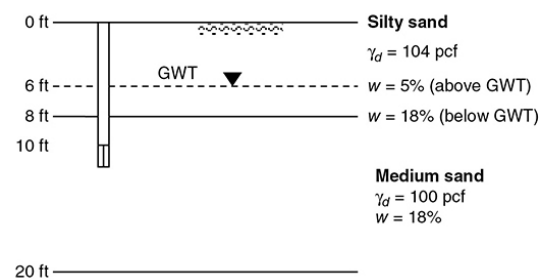


menyebabkan kegagalan geser juga dicatat. Nilai-nilai ini dirangkum dalam tabel. Kohesi tanah (lb/ft²) paling mendekati:

- 370
- 575
- 760
- 980



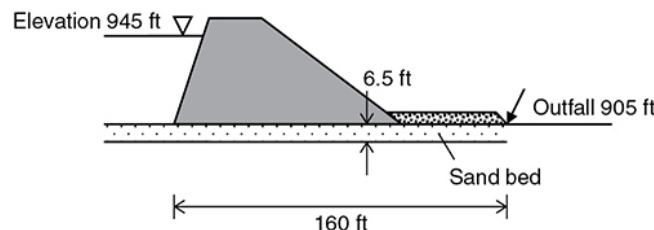
8. Profil tanah yang ditunjukkan pada gambar berikut terdiri dari lapisan pasir berlanau yang melapisi lapisan pasir sedang setebal 12 ft. Uji penetrasi standar dilakukan dengan alat pengambil sampel split spoon, yang ditusukkan melalui penetrasi 18 inci dari kedalaman 10 ft hingga 11 ft 6 inci. Jumlah pukulan untuk mendorong alat pengambil sampel melalui interval penetrasi 6 inci masing-masing adalah 12, 17, dan 22. Resistensi penetrasi standar yang dikoreksi (nilai-N) paling mendekati:



- 31
- 39
- 57
- 62

9. Sebuah bendungan sepanjang 120 ft dibangun dari tanah kedap air. Bendungan tersebut melapisi lapisan pasir setebal 6,5 ft seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Pasir tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut:

Berat satuan = 125 lb/ft³
 Rasio pori = 0,45
 Kandungan air = 18%
 Konduktivitas hidrolis = 1 × 10⁻⁴ ft/detik
 Kecepatan gerusan pasir = 8 inci/jam



Faktor keamanan untuk gerusan di saluran pasir paling mendekati:

- 0,9
- 1,8
- 2,3
- 2,9

10. Uji triaksial tak terdrainase dilakukan pada sampel lempung lanau. Hasil berikut diperoleh:

Diameter sampel = 2 inci Panjang sampel = 4 inci

Tegangan radial (hidrostatik) yang dipertahankan selama pengujian = 18 psi

Beban aksial tambahan saat runtuh = 158,2 lb

Tekanan pori saat runtuh = 5,6 psi

Jika sampel identik diuji dalam uji drainase dengan tegangan radial ditingkatkan menjadi 36 psi, beban aksial yang diharapkan saat runtuh (lb) paling mendekati:

- A. 290
B. 240
C. 190
D. 160
11. Hasil uji pemadatan Proctor standar dengan enam sampel tanah dari lubang galian ditabulasi dalam tabel berikut. Kadar air alami material galian adalah 12%. Lokasi timbunan membutuhkan 1,5 juta yd^3 tanah yang dipadatkan minimal 90% dari kepadatan kering maksimum Proctor.

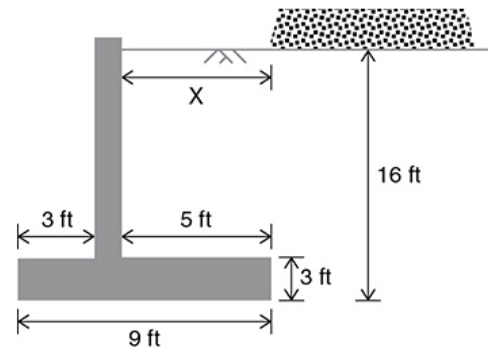
Sampel	Berat Bersih Tanah (lb)	Kadar Air (%)
1	3.24	12
2	3.70	14
3	3.95	16
4	4.21	18
5	3.90	20
6	3.40	22

Total volume tanah galian yang harus digali (yd^3) mendekati:

- A. 1,72 juta
B. 1,65 juta
C. 1,53 juta
D. 1,42 juta
12. Untuk membangun tanggul, dibutuhkan 500.000 yd^3 tanah yang dipadatkan hingga setidaknya 95% dari kepadatan kering maksimum (MDD) standar Proctor. Dalam lubang galian yang diusulkan, tanah tersebut memiliki kepadatan total in-situ $\gamma = 108 \text{ pcf}$ dengan kadar air 20%. Tanah tersebut direncanakan akan diangkut menggunakan truk berkapasitas 10 yd^3 dengan kepadatan total 115 pcf dan kadar air 20%. Jika MDD Proctor standar untuk tanah ini sama dengan 95 pcf dan kadar air optimum sama dengan 23%, jumlah muatan truk yang dibutuhkan untuk membangun tanggul dengan asumsi tidak ada kehilangan tanah adalah:
- a. 42.000 muatan truk
b. 47.000 muatan truk
c. 52.000 muatan truk
d. 57.000 muatan truk



13. Dinding penahan memberikan dukungan lateral pada timbunan granular ($\phi = 34^\circ$) hingga ketinggian 16 ft seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Permukaan timbunan horizontal dan digunakan untuk menimbun material galian dari lokasi. Jarak setback minimum X (ft) paling mendekati:



- A. 8,5
B. 11,9
C. 13,5
D. 15,0

14. Untuk suatu lokasi, gempa rencana memiliki parameter berikut:

Interval rekurensi = 540 tahun

Magnitudo Richter = 7,2

Rasio tegangan siklik = 0,23

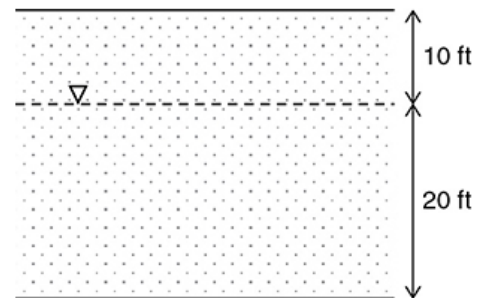
Lapisan tanah permukaan berupa lapisan pasir halus sedalam 9 meter dengan karakteristik sebagai berikut:

Berat satuan $\gamma = 124 \text{ lb/ft}^3$

Sudut gesek internal = 34°

Kerapatan relatif = 0,85

Kedalaman muka air tanah = 3 meter



Hasil berikut diperoleh dari uji laboratorium pada sampel tanah serupa:

Kerapatan relatif = 95%

Tegangan geser yang menyebabkan likuifaksi = 1.200 lb/ft^2

Faktor keamanan untuk likuifaksi, pada kedalaman 30 ft, paling mendekati:

- A. 1,6
B. 1,9
C. 2,2
D. 2,5

15. Eksplorasi bawah permukaan di suatu lokasi menunjukkan data yang dirangkum dalam tabel berikut:

Kedalaman di Bawah Permukaan (ft)	Deskripsi	SPT N (pukulan/ft)
0-12	Pasir berlanau	12
12-32	Pasir padat	34
32-65	Lempung berlanau cokelat	25
65-88	Lanau lempung padat	33
88-125	Lempung	22

125–150		45
---------	--	----

Kelas lokasi seismik untuk lokasi ini adalah:

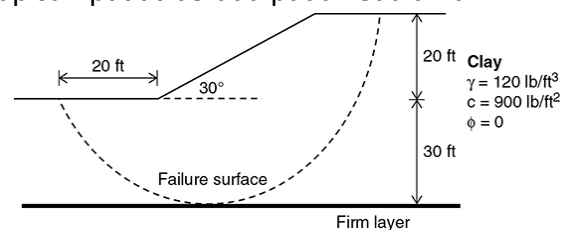
- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

16. Penggalian yang direncanakan akan sedalam 15 ft. Tanah akan rentan terhadap getaran akibat operasi pemancangan tiang pancang. Kuat tekan bebas tanah adalah 3.250 psf. Menurut pedoman peraturan OSHA 1926 (Judul 29 CFR), klasifikasi tanah adalah:

- a. Tipe C
- b. Tipe A
- c. Tipe D
- d. Tipe B

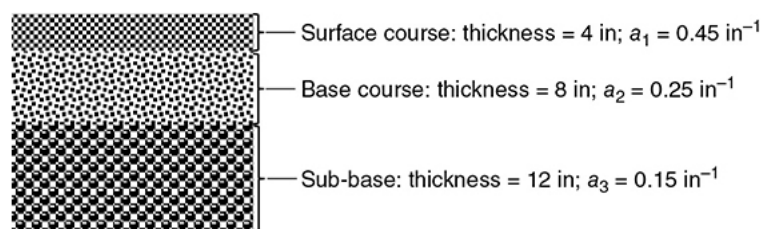
17. Lereng sementara akan digali pada tanah lempung seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Ketinggian tanggul adalah 20 ft dan sudut lereng adalah 30°. Permukaan runtuh yang diduga (lingkaran dasar) yang merupakan garis singgung ke lapisan padat ditunjukkan (garis putus-putus). Lapisan padat berada pada kedalaman 30 ft di bawah dasar lereng. Untuk permukaan longsor ini, faktor keamanan untuk stabilitas lereng paling mendekati:

- a. 1,5
- b. 1,8
- c. 2,1
- d. 2,4

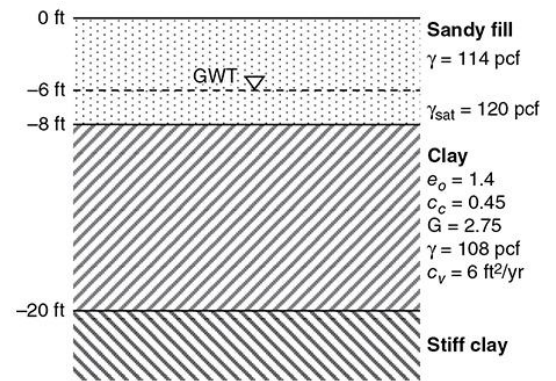


18. Perkerasan lentur terdiri dari tiga lapisan seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Nomor struktural (SN) paling mendekati:

- A. 4,5
- B. 5,5
- C. 6,5
- D. 7,5

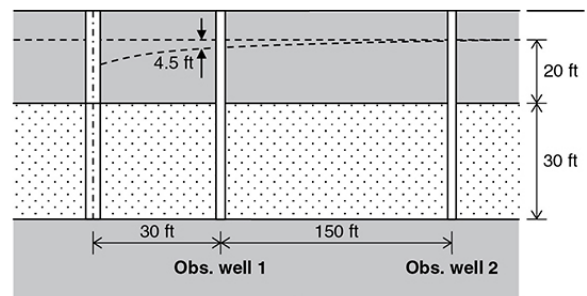


19. Profil tanah yang ditunjukkan pada gambar berikut terdiri dari lapisan timbunan berpasir yang melapisi lapisan lempung terkonsolidasi normal dengan sifat-sifat tanah yang ditunjukkan. Tanah di bawah elevasi -6 m merupakan lempung kaku. GWT diturunkan ke atas lapisan lempung dan fondasi matras (dasar matras pada kedalaman 42 inci di bawah tanah) dengan dimensi rencana 190 ft × 250 ft dibangun. Total beban vertikal (konsentris) pada matras = 20.000 ton. Waktu (tahun) untuk terjadinya konsolidasi 80% paling mendekati:



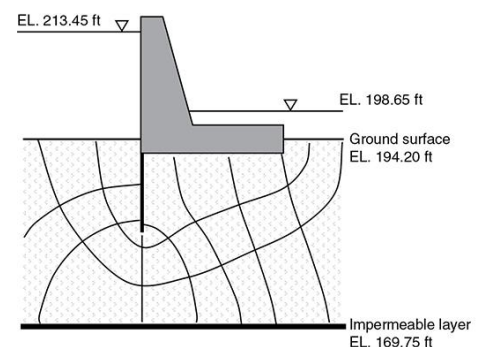
- A. 6
- B. 9
- C. 14
- D. 18

20. Akuifer sedalam 30 ft terkandung di antara dua lapisan batuan kedap air seperti yang ditunjukkan. Elevasi permukaan piezometrik berada pada 20 ft di atas puncak akuifer. Sumur berdiameter 9 inci digunakan untuk menetapkan laju pemompaan tunak sebesar 2.000 galon/menit. Konduktivitas hidrolis tanah dalam akuifer adalah 1.000 ft/hari. Sumur observasi 1 dan 2 dibor pada jarak radial 30 ft dan 180 ft dari garis tengah sumur pompa seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Penurunan permukaan piezometrik pada sumur observasi no. 1 adalah 4,5 ft. Penurunan permukaan piezometrik (ft) pada sumur observasi no. 2 paling mendekati:



- a. 2.1
- b. 2.8
- c. 3.2
- d. 3.8

21. Sebuah bendungan beton bertulang memiliki dinding pemisah turap sejajar dengan muka hulunya seperti yang ditunjukkan. Ketinggian waduk adalah 213,45 ft di atas permukaan laut (dpl). Tanah di bawahnya berupa pasir lanau dengan konduktivitas hidrolis $K = 200$ ft/hari. Panjang bendungan adalah 150 ft. Jaring aliran telah dibangun dan ditunjukkan. Total kehilangan rembesan (ft^3/detik) di bawah bendungan paling mendekati:

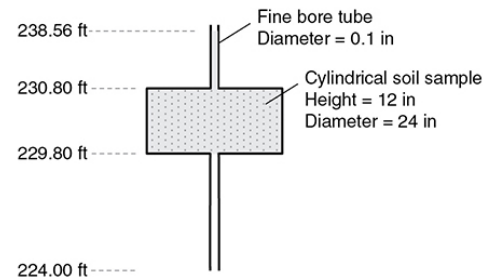


- a. 0,013
- b. 0,1
- c. 2,0
- d. 13,7



22. Air dibiarkan meresap melalui filter pasir seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Konduktivitas hidrolis pasir adalah 0,012 ft/jam. Jika elevasi kolom air dalam tabung bor halus (diameter 0,1 inci) pada $t = 0$ adalah 238,56 ft di atas permukaan laut, elevasi (ft) pada $t = 10$ menit paling mendekati:

- a. 232,02
- b. 232,80
- c. 233,18
- d. 233,74



23. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- I. Karst mengacu pada jenis tanah yang terbentuk dari abu vulkanik.
- II. Formasi karst menciptakan keasaman pada limpasan permukaan.
- III. Formasi karst membentuk endapan tanah yang memiliki daya dukung tinggi.
- IV. Formasi karst berkontribusi pada penyimpanan air di bawah permukaan.

- A. Hanya II dan IV
- B. II, III, dan IV
- C. Hanya I dan III
- D. Semuanya

24. Potensi korosi tanah bergantung pada resistivitas listriknya. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- a. Pipa besi cor yang terkubur di tanah berpasir memiliki potensi korosi yang rendah karena resistivitas listrik tanah yang rendah.
- b. Pipa besi cor yang terkubur di tanah lempung memiliki potensi korosi yang rendah karena resistivitas listrik tanah yang rendah.
- c. Pipa besi cor yang terkubur di tanah berpasir memiliki potensi korosi yang tinggi karena resistivitas listrik tanah yang rendah.
- d. Pipa besi cor yang terkubur di tanah lempung memiliki potensi korosi yang tinggi karena resistivitas listrik tanah yang rendah.

25. Manakah dari faktor-faktor berikut yang signifikan dalam menentukan kenaikan suhu beku di tanah?

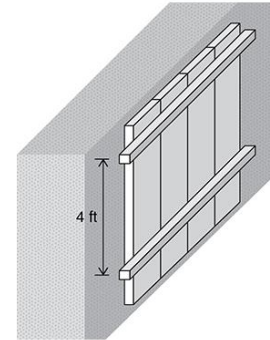
- I. Ukuran butir
- II. Berat satuan
- III. Kadar air
- IV. Fluktuasi suhu
- V. Tekanan lapisan tanah penutup

- A. Semua



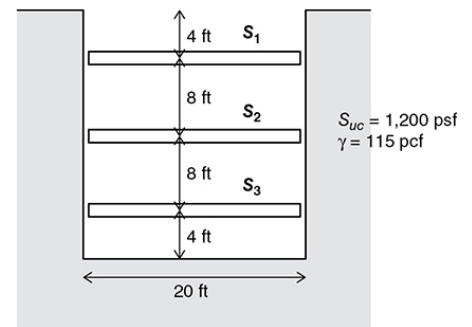
- B. Semua kecuali I
- C. Semua kecuali II
- E. Semua kecuali V

26. Sebuah parit digali di tanah berpasir sedalam 20 ft. Parit tersebut ditopang oleh papan kayu seperti yang ditunjukkan. Tekanan tanah horizontal di belakang turap dihitung sebesar 500 lb/ft^2 . Turap vertikal ditopang oleh wales longitudinal (jarak vertikal = 4 ft) seperti yang ditunjukkan. Jika tegangan lentur yang diizinkan pada kayu adalah 1.400 lb/in^2 , maka ketebalan papan yang dibutuhkan (in^2) adalah yang paling mendekati:



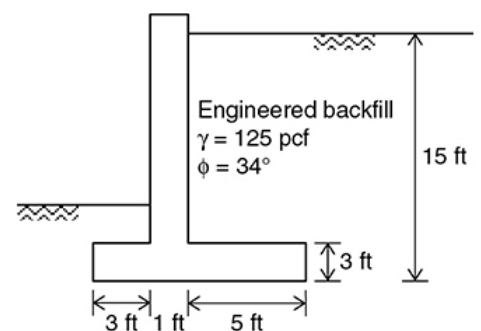
- a. 1,0
- b. 1,5
- c. 1,75
- d. 2,0

27. Parit selebar 20 ft \times kedalaman 24 ft di tanah lempung ditopang seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Jarak antar penyangga adalah 8 ft. Beban aksial pada penyangga S_1 (k) paling mendekati:



- a. 10
- b. 15
- c. 20
- d. 25

28. Dinding penahan kantilever beton bertulang ditunjukkan pada gambar berikut. Lebar total tapak dinding adalah 9 ft. Tanpa memperhitungkan pengaruh tanah pasif, faktor keamanan terhadap guling mendekati:

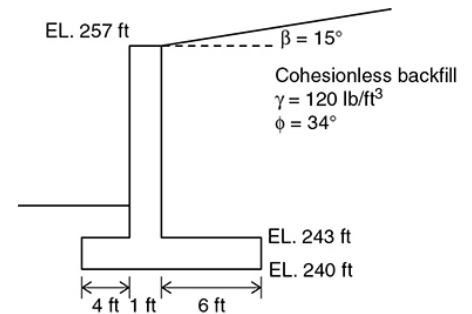


- a. 3,7
- b. 4,7
- c. 2,1
- d. 3,1



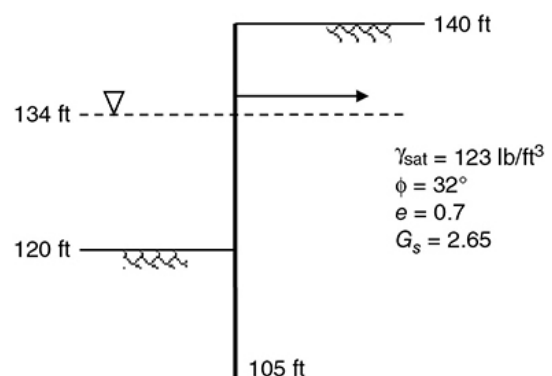
29. Sebuah dinding penahan beton bertulang kantilever ditunjukkan pada gambar berikut. Sudut gesek antara pondasi dinding dan tanah adalah 20° . Faktor keamanan untuk gulingnya dinding mendekati:

- 1.2
- 2.5
- 3.4
- 4.8



30. Sekat berlabuh digunakan untuk menahan tanah di belakang parit vertikal seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Elevasi sisi pengerukan adalah 120 ft dan muka air tanah berada pada elevasi 134 ft. Jangkar ditempatkan 1 ft di atas muka air tanah. Sekat ditancapkan hingga kedalaman 105 ft. Total tekanan lateral (lb/ft) pada sekat akibat tanah aktif mendekati:

- 25.200
- 31.400
- 41.300
- 48.700



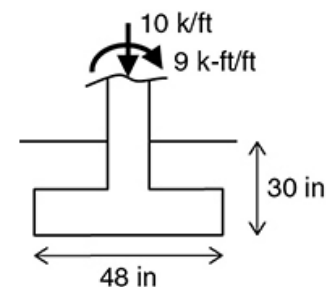
31. Sebuah pondasi dinding tertanam 30 inci di dalam lapisan pasir seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Lebar pondasi = 4 ft. Beban struktur atas adalah:

Beban konsentris = 10 k/ft

Momen = 9 k-ft/ft

Tekanan tanah maksimum (lb/ft²) di bawah tapak pondasi paling mendekati:

- 4.750
- 5.875
- 6.000
- 6.750

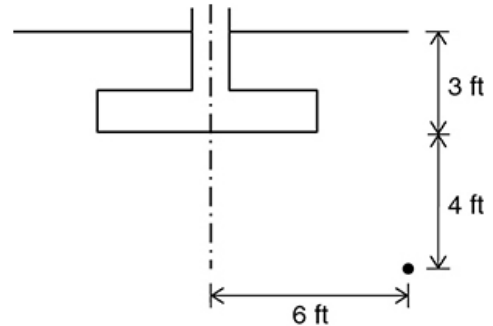


32. Pola pondasi seluas 10ft² yang tertanam 2 ft ke dalam profil pasir memiliki kepadatan total, γ_t , sama dengan 115 pcf (1000 kPa) dan faktor daya dukung $N_c = 48$, $N_q = 25$, dan $N_\gamma = 19$. Dengan mengabaikan faktor bentuk, jika kedalaman muka air tanah 7 ft (1,2 m) di bawah permukaan tanah dan beban kolom yang diusulkan sama dengan 750 kPa, maka FS terhadap kegagalan daya dukung paling mendekati:

- 1,5
- 1,8

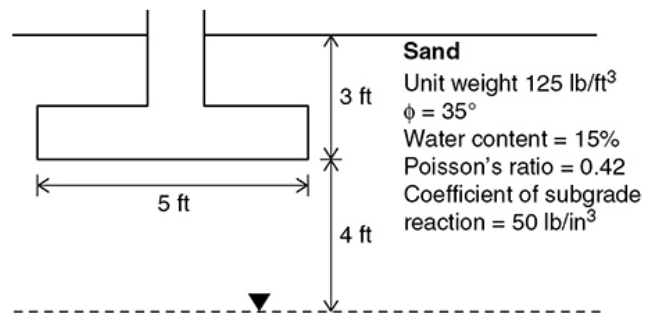
- c. 2,2
- d. 2,6

33. Pola pondasi berukuran 5 ft x 5 ft memikul beban konsentris sebesar 100 kPa. Kedalaman pondasi adalah 3 ft. Peningkatan tegangan vertikal (lb/ft^2) pada titik 4 ft di bawah dan 6 ft secara lateral dari pusat pondasi adalah yang paling mendekati:



- a. 100
- b. 150
- c. 200
- d. 250

34. Lapisan persegi yang ditunjukkan pada gambar berikut menopang beban kolom konsentris. Faktor keamanan minimum berdasarkan daya dukung ultimit adalah 2,8. Beban kolom maksimum (k) paling mendekati:



- a. 320
- b. 290
- c. 260
- d. 230

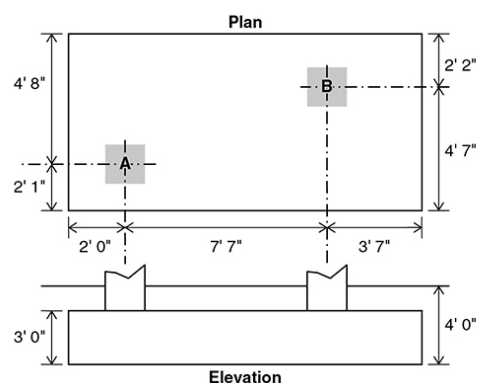
35. Sebuah pondasi kombinasi berbentuk persegi panjang menopang dua kolom (ditandai A dan B) seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Tanah di bawahnya adalah pasir sedang ($\phi = 32^\circ, \gamma = 127 \text{ pcf}$). Beban konsentris pada kolom A dan B adalah:

$$P_A = 100k$$

$$P_B = 120k$$

Tekanan tanah maksimum (lb/ft^2) di bawah pondasi mendekati:

- A. 3.100
- B. 3.600
- C. 4.000
- D. 4.300



36. Sebuah bangunan empat lantai ditopang oleh sekelompok tiang vertikal seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Dimensi denah kepala tiang adalah 40 ft × 100 ft. Tinggi lantai adalah 15 ft. Berdasarkan dimensi tiang dan jenis tanah di sekitar tiang, kapasitas (ultimit) berikut telah ditetapkan:

Daya dukung titik ultimit = 70 kJ
Kapasitas geser samping ultimit = 40 kJ
Berat masing – masing tiang = 5,6 kJ

Beban:

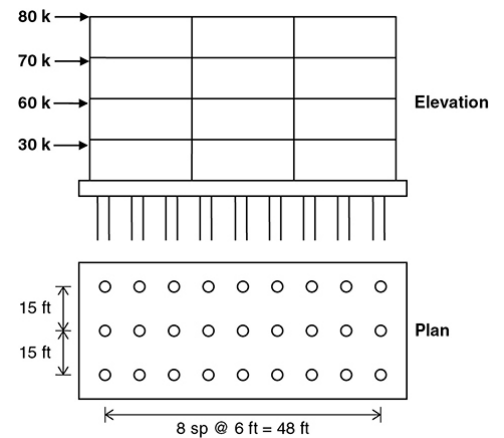
Beban mati: Lantai 1–4: 150 k

Atap: 60 k

Beban hidup: Lantai 1–4: 220 k

Atap: 70 k

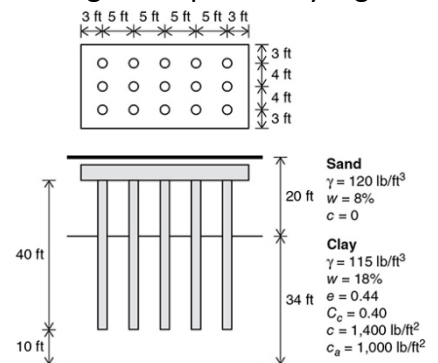
Beban lateral (angin) ditampilkan pada tampak samping.



Untuk kasus yang ditunjukkan (arah angin sejajar dengan dimensi rencana panjang), gaya angkat neto maksimum (k) pada tiang pancang paling mendekati:

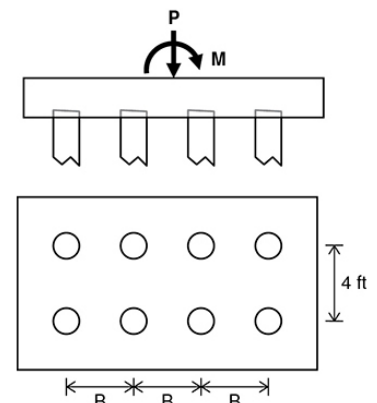
- A. 8
- B. 13
- C. 24
- D. 38

37. Sekelompok tiang pancang seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut (semua dimensi berada di antara pusat tiang). Tiang pancang adalah tiang beton pracetak yang dipancang dengan diameter 24 inci. Total beban konsentris superstruktur (termasuk berat kepala tiang pancang) adalah 125 ton. Penurunan (in) akibat konsolidasi lapisan lempung paling mendekati:



- a. 1,3
- b. 2,5
- c. 3,8
- d. 5,0

38. Pijakan jembatan ditopang oleh delapan tiang pancang beton pracetak dengan tumpuan titik seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Setiap tiang pancang memiliki beban yang diizinkan sebesar 30 ton. Beban layan dari bangunan atas yang disalurkan ke kelompok tiang pancang adalah:



Beban aksial: DL + LL (termasuk berat kepala tiang pancang) = 350 k

Momen: DL + LL = 300 ft – k

Kuat tekan beton 28 hari $f'_c = 4.000\text{psi}$

Kuat leleh baja tulangan $f_y = 60.000\text{psi}$

Jarak minimum B (ft) yang diperlukan untuk tiang pancang adalah yang paling mendekati:

- A. 2 ft 6 in
- B. 3 ft 0 in
- C. 3 ft 6 in
- D. 4 ft 0 in

39. Diusulkan untuk memancang tiang beton menggunakan palu tiang dengan energi 50.000 ft – lb. Faktor keamanan minimum terhadap kegagalan daya dukung adalah 6,0. Beban struktur atas yang disalurkan ke tiang diperkirakan sebesar 40 ton.

Persamaan pemancangan tiang ENR memberikan daya dukung statis (ultimit) tiang berdasarkan uji pemancangan tiang sebagai berikut:

$$Q_{ult} = \frac{WH}{S + 1.0}$$

di mana Q_{ult} = kapasitas ultimit (lb)

W = berat dongkrak (lb)

H = tinggi jatuh dongkrak (in)

S = penurunan tiang pancang dalam in. per pukulan

Jumlah pukulan yang dibutuhkan (pukulan per ft) untuk mencapai kapasitas desain 40 ton paling mendekati:

- A. 12
- B. 28
- C. 35
- D. 50

40. Sebuah struktur telah diperiksa untuk menentukan kebutuhan rehabilitasi. Biaya terkait dirangkum sebagai berikut:

Biaya tahunan saat ini = Rp. 400.000.000

Estimasi biaya rehabilitasi = Rp. 3.500.000.000

Proyeksi biaya tahunan setelah rehabilitasi = Rp. 150.000.000

Estimasi sisa masa manfaat = 20 tahun

Proyeksi peningkatan nilai residu (pada akhir masa manfaat)
= Rp. 2.000.000.000

Return on Investment (ROI) untuk melakukan rehabilitasi paling mendekati:

- A. 5%
- B. 6%
- C. 7%
- D. 8%



BAB 5

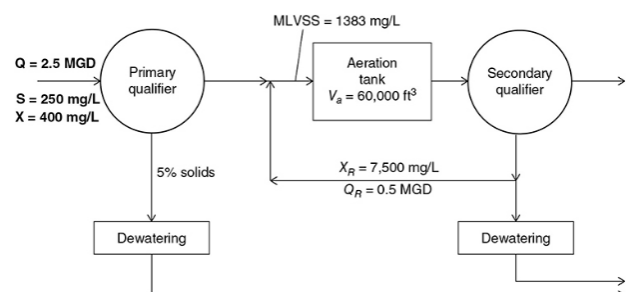
UJIAN KEDALAMAN SUMBER DAYA AIR & LINGKUNGAN

Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian Kedalaman Sumber Daya Air & Lingkungan selama 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktikum (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES)

1. Sebuah instalasi pengolahan air limbah menerima air dengan kesadahan total 200 mg/L. Kesadahan buangan yang dirancang adalah 50 mg/L. Unit penukar ion dengan efisiensi keseluruhan 88% digunakan untuk reduksi kesadahan. Faktor bypass (%) paling mendekati:
A. 10
B. 15
C. 20
D. 25

2. Skema instalasi pengolahan air limbah ditunjukkan pada gambar berikut. Total padatan tersuspensi (TSS) untuk influen yang masuk ke clarifier primer adalah 400 mg/L. Clarifier primer mengurangi total padatan tersuspensi sebesar 60% dan BOD sebesar 15%. Volume lumpur primer yang dihasilkan per hari (gal/hari) mendekati:

- A. 125.000
- B. 65.000
- C. 12.000
- D. 8.500



3. Laju aliran yang diolah di instalasi pengolahan air limbah adalah 3,2 MGD. Konsentrasi TSS dalam influen adalah 800 mg/L. Aliran melewati deretan filter yang disusun paralel.

Ukuran filter dibatasi hingga 250 ft².

Beban padatan maksimum pada setiap filter adalah 15 lb – TSS/ft² – hari.

Kecepatan beban permukaan maksimum pada filter = 10 ft/jam.

Jumlah filter yang dibutuhkan paling mendekati:

- A. 6
- B. 7
- C. 8
- D. 9

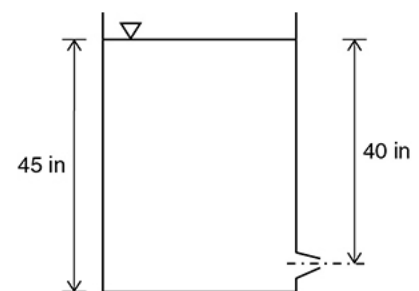


4. Sebuah meter orifis (diameter orifis = 2 inci) dimasukkan ke dalam pipa besi cor berdiameter 4 inci yang mengalirkan air pada suhu 15°C. Perbedaan tekanan melintasi meter adalah 30 lb/in². Orifis memiliki koefisien berikut: $C_c = 0,9$, $C_v = 0,95$. Debit (gal/menit) melalui pipa paling mendekati:
 - A. 420
 - B. 570
 - C. 760
 - D. 920

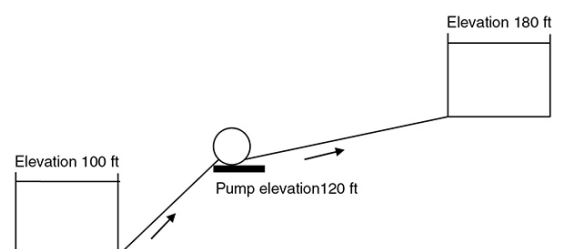
5. Air mengalir di bawah tekanan dalam pipa melingkar horizontal (diameter 8 inci). Laju alirannya adalah 650 gal/menit. Aliran melewati reducer dengan rasio 2:1. Kehilangan tekanan melintasi reducer adalah 12 psi. Total kehilangan tekanan (ft) melintasi reduksi paling mendekati:
 - A. 12
 - B. 16
 - C. 20
 - D. 24

6. Untuk pipa berdiameter 12 inci ($C = 110$) yang mengalirkan air dengan laju aliran 1.500 gal/menit, kehilangan tekanan akibat gesekan (psi per ft) paling mendekati:
 - A. 0,0021
 - B. 0,0032
 - C. 0,0045
 - D. 0,0072

7. Sebuah nosel (diameter 0,5 inci, $C_v = 0,90$, $C_d = 0,81$) mengalir bebas dari dasar tangki silinder seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Debit (gal/menit) dari nosel paling mendekati:
 - A. 7
 - B. 9
 - C. 12
 - D. 15



8. Pompa yang terletak pada ketinggian 120 ft digunakan untuk memompa aliran $Q = 3.000$ gpm dari reservoir dengan ketinggian permukaan 100 ft ke reservoir lain dengan ketinggian permukaan 180 ft. Efisiensi pompa diperkirakan sebesar 88%. Karakteristik sistem perpipaan adalah sebagai berikut:

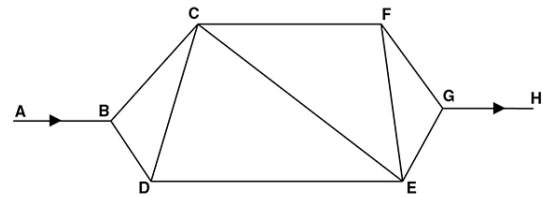


Jalur Isap: Panjang 800 ft, diameter 18 in, faktor gesekan = 0.024
 Jalur Buang: Panjang 2.500 ft, diameter 12 in, faktor gesekan = 0.026

Daya kuda rem yang dibutuhkan pompa paling mendekati:

- A. 100
- B. 130
- C. 160
- D. 200

9. Sistem perpipaan yang ditunjukkan pada gambar berikut mengalirkan air pada suhu 65°F. Aliran memasuki jaringan di titik B dan meninggalkannya di titik G. Tabel menunjukkan karakteristik hidraulik semua pipa dalam jaringan. Ketika laju aliran masuk dan keluar jaringan adalah 300 gal/menit, total kehilangan tekanan antara titik A dan H adalah 70 ft.



Segmen	Panjang (ft)	Diameter (in)	Faktor Gesekan
AB	250	8	0.020
BC	450	12	0.020
BD	160	8	0.025
CD	500	12	0.030
DE	800	12	0.030
CF	600	12	0.020
FE	500	12	0.025
CE	800	12	0.030
FG	500	12	0.020
EG	200	8	0.030
GH	300	8	0.025

Jika laju aliran (insiden di A) berubah menjadi 500 gal/menit, kehilangan tekanan (lb/in²) antara simpul A dan H paling mendekati:

- A. 65
- B. 100
- C. 50
- D. 80

10. Saluran terbuka trapesium dengan lebar dasar 10 ft dan kemiringan sisi 2H:1V mengalirkan laju aliran 150 ft²/detik. Jika *n* Manning adalah 0,016 dan kemiringan longitudinal dasar saluran adalah 0,4%, kedalaman aliran (in) paling mendekati:

- A. 15
- B. 33
- C. 29
- D. 20



11. Saluran persegi panjang memiliki lebar 15 ft dan mengalirkan laju aliran 120.000 gal/menit. Aliran dialirkan melalui spillway dengan lebar yang sama, dengan kedalaman aliran di dasar spillway 15 inci. Jika loncatan hidrolik akan dipaksakan di dasar spillway, kedalaman air tailwater yang dibutuhkan (ft) paling mendekati:
- A. 2,0
 - B. 3,4
 - C. 5,2
 - D. 6,2

12. Pipa beton bertulang berdiameter 36 inci di bawah jalan raya berfungsi sebagai gorong-gorong yang beroperasi dengan kendali saluran masuk. Data berikut berlaku untuk gorong-gorong:

Inversi hulu: elevasi 325,0

Inversi hilir: elevasi 322,5

Panjang gorong – gorong: 145 ft

Kondisi pintu masuk: dinding utama dengan tepi persegi

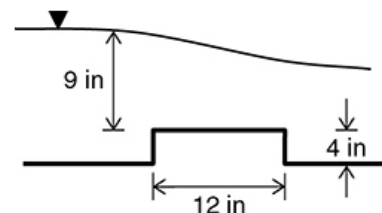
Elevasi permukaan jalan: 337,8 ft

Laju aliran puncak gorong – gorong akibat banjir 100 tahun: 100 cfs

Jarak bebas vertikal minimum (ft) antara jalan dan elevasi banjir 100 tahun paling mendekati:

- A. 5,2
- B. 2,2
- C. 4,8
- D. 7,8

13. Air mengalir melalui saluran terbuka persegi panjang dengan laju aliran konstan. Pada lokasi tertentu di saluran, dasar saluran ditinggikan 4 inci untuk anak tangga sepanjang 12 inci, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Kedalaman di atas anak tangga diukur sebesar 9 inci. Laju aliran per satuan lebar saluran (cfs/ft) paling mendekati:



- A. 1,57
 - B. 1,72
 - C. 1,85
 - D. 1,98
14. Saluran terbuka persegi panjang dengan lebar = 10 ft memiliki kecepatan kritis = 15 ft/detik. Laju aliran (ft^3/detik) pada kecepatan kritis ini paling mendekati:
- A. 800
 - B. 1.000
 - C. 1.200



D. 1.400

15. Sebuah pembangunan seluas 280 acre sedang dibangun, yang diperkirakan akan berlangsung selama 3 tahun. Selama konstruksi, hasil sedimen adalah $1.200 \text{ ft}^3/\text{acre} - \text{tahun}$. Setelah konstruksi selesai, hasil sedimen diperkirakan menjadi $300 \text{ ft}^3/\text{acre} - \text{tahun}$. Sebuah kolam kualitas air seluas 5 acre digunakan untuk pengendalian sedimen. Ketinggian dasar kolam adalah 345,6 ft di atas permukaan laut dan elevasi permukaan kolam diatur pada 353,4 ft di atas permukaan laut. Kedalaman air minimum di kolam (yang memicu pembuangan sedimen) adalah 3 ft. Jumlah tahun sebelum sedimen harus dibuang dari kolam paling mendekati:

- 1,8
- 3,5
- 4,3
- 4,8

16. Suatu Daerah Aliran Sungai (luas = 370 hektar) dibagi lagi menjadi lima klasifikasi penggunaan lahan yang berbeda, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Wilayah	Luas (acres)	Penggunaan Lahan	Tipe Tanah	Waktu Aliran Permukaan (menit)	Nomor Kurva	Koeffisien Aliran Rasional
A	80	Halaman rumput: kondisi sedang	B	30	69	0.4
B	80	Hutan	C	45	45	0.2
C	50	Beraspal	B	15	98	0.9
D	90	Perumahan: 4 kavling/acre	D	25	87	0.6
E	70	Hutan	A	45	35	0.2

Data limpasan badai telah diabstraksikan menjadi serangkaian kurva intensitas-durasi-frekuensi. Dengan menggunakan metode NRCS, limpasan bersih (inci) dari badai 20 tahun dengan curah hujan kotor 5,6 inci paling mendekati:

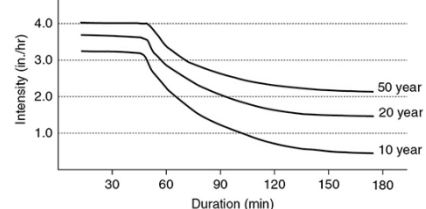
- 3,6
- 3,1
- 1,5
- 2,2

17. Tabel berikut menunjukkan debit yang tercatat di stasiun pemantauan sungai setelah badai selama 2 jam. Daerah aliran sungai (DAS) anak sungai yang menyumbang limpasan ke sungai telah ditetapkan seluas 115 hektar.

Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5	6
Debit $Q \text{ (ft}^3/\text{dtk)}$	23	84	127	112	75	32	25

Debit puncak aliran sungai (ft^3/detik) yang akan tercatat setelah badai berdurasi 2 jam yang menghasilkan limpasan 1,7 inci adalah:

- 90
- 65
- 105



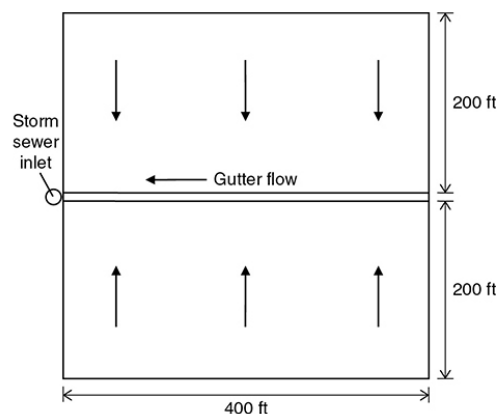
D. 127

18. Daerah aliran sungai seluas 230 hektar dapat dibagi menjadi lima bagian utama berdasarkan penggunaan dan tutupan lahan.

Wilayah	Luas (acres)	Tipe Tanah	Penggunaan Lahan	Waktu Aliran Permukaan (menit)
1	80	C	Rumah keluarga tunggal di kavling 1/2 acre	25
2	50	D	Halaman rumput dalam kondisi baik	42
3	10	B	Jalanan dan trotoar beraspal	15
4	50	C	Area berumput: kondisi sedang	34
5	40	A	Hutan: kondisi sedang	40

Angka kurva komposit NRCS untuk daerah aliran sungai ini paling mendekati:

- A. 55
B. 64
C. 73
D. 82
19. Lahan parkir yang ditunjukkan di bawah ini terletak di Reno, Nevada. Perkerasan beton miring ke arah selokan sepanjang 400 ft di tengah lahan. Hujan yang jatuh di lahan parkir mengalir ke selokan. Aliran selokan mengalir ke saluran masuk saluran pembuangan air hujan di salah satu ujungnya. Hanya limpasan dari lahan parkir yang masuk ke saluran masuk saluran pembuangan air hujan ini. Lahan yang berdekatan mengalir ke tempat lain. Untuk kejadian hujan yang signifikan, kecepatan aliran rata-rata melintasi lahan parkir beton diperkirakan 0,5 ft/detik. Perkiraan kecepatan aliran rata-rata di selokan adalah 2,0 ft/detik. Interval pengulangan 50 tahun untuk debit puncak masuk (ft³/detik) ke saluran masuk saluran pembuangan air hujan paling mendekati:



Geographical regions (continental U.S.) for Stool's formula.

- a. 13
b. 18
c. 23
d. 28

20. Sebuah kolam penampungan air hujan diperkirakan seluas satu acre dengan sisi-sisi yang hampir vertikal. Kolam tersebut memiliki bendung berpuncak tajam selebar 5 ft yang elevasi puncaknya 125,0 ft di atas permukaan laut.



Periode Ulang (y)	Koefisien	Periode Ulang						
		1	2	3	4	5	6	7
2	k	206	140	106	70	70	68	32
	b	30	21	17	13	16	14	11
5	k	247	190	131	97	81	75	48
	b	29	25	19	16	13	12	12
10	k	300	230	170	111	111	122	60
	b	26	29	23	16	17	23	13
25	k	327	260	230	170	130	155	67
	b	33	32	30	27	17	26	10
50	k	315	350	250	187	187	160	65
	b	28	38	27	24	25	21	8
100	k	367	375	290	220	240	210	77
	b	33	36	31	28	29	26	11

Pada suatu saat, aliran masuk ke kolam diukur sebesar 50 cfs dan elevasi permukaan kolam adalah 126,4 ft. Dengan asumsi laju aliran masuk tetap konstan, aliran keluar (cfs) dari kolam 5 menit kemudian paling mendekati:

- 30
- 49
- 57
- 65

21. Sebuah bendung berpuncak tajam berbentuk persegi panjang digunakan untuk mengukur aliran melintasi saluran terbuka selebar 20 ft. Bukaan bendung tersebut lebarnya 6 ft. Tinggi muka bendung (hulu) adalah 5,4 ft. Debit saluran (ft^3/detik) paling mendekati:

- 835
- 790
- 250
- 205

22. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- Tegangan efektif pada tanah lembap tepat di atas muka air tanah dihitung menggunakan berat satuan apung.
- Tegangan efektif pada tanah yang mengalami aliran rembesan dapat lebih besar atau lebih kecil daripada tegangan efektif tanpa rembesan.
- Tegangan efektif pada tanah merupakan tekanan yang diberikan oleh air pori pada permukaan partikel tanah.
- Peningkatan tegangan total pada tanah bertanggung jawab atas penurunan konsolidasi.

- Hanya II
- Hanya II dan IV



- C. Hanya II, III, dan IV
- D. Hanya I dan III

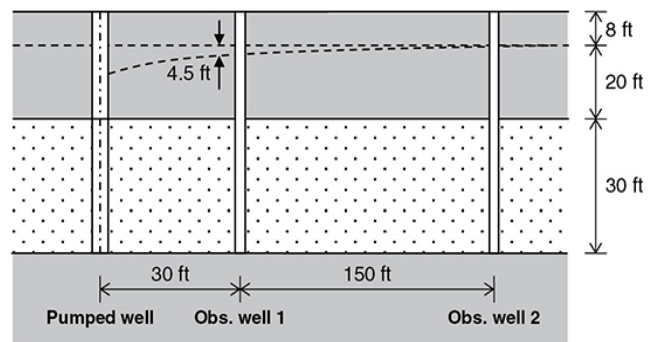
23. Laju infiltrasi rata-rata untuk pipa air bawah tanah dinyatakan sebesar 100 gpd per inci diameter per mil. Jaringan distribusi air terdiri dari inventaris pipa berikut:

Diameter (in)	Panjang (ft)
8	13.400
12	7.500
20	4.000
36	3.000

Laju aliran eksternal (ft^3/detik) akibat infiltrasi paling mendekati:

- A. 0,034
 - B. 0,023
 - C. 0,017
 - D. 0,011
24. Akuifer sedalam 9 ft terkandung di antara dua lapisan batuan kedap air seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Elevasi permukaan piezometrik adalah 6 meter di atas puncak akuifer. Sebuah sumur berdiameter 23 cm digunakan untuk menetapkan laju pemompaan tunak sebesar 2.000 galon/menit. Konduktivitas hidrolik tanah dalam akuifer adalah 300 meter/hari.

Sumur observasi 1 dan 2 dibor pada jarak radial 9 ft dan 58 meter dari garis tengah sumur pompa seperti yang ditunjukkan. Penurunan permukaan piezometrik pada sumur observasi no. 1 adalah 4,5 ft. Penurunan permukaan piezometrik (ft) di sumur observasi no. 2 paling mendekati:



- a. 2.1
 - b. 2.8
 - c. 3.2
 - d. 3.8
25. Pola harian (tipikal) laju aliran air limbah yang masuk ke instalasi pengolahan air limbah dirangkum dalam tabel berikut.

Periode Waktu (jam)	Laju Aliran Masuk Rata-rata (ft^3/detik)
00:00–02:00	18.3
02:00–04:00	12.4



04:00–06:00	8.7
06:00–08:00	7.3
08:00–10:00	6.4
10:00–12:00	8.9
12:00–14:00	14.5
14:00–16:00	18.9
16:00–18:00	6.5
18:00–20:00	5.6
20:00–22:00	8.3
22:00–24:00	13.2

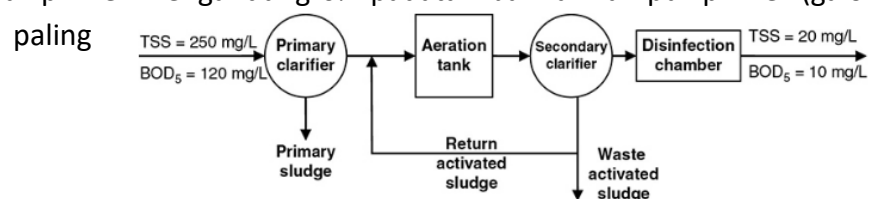
Aliran mengalami stabilisasi hidraulik dengan terlebih dahulu melewati tangki ekualisasi. Volume minimum (galon) tangki ekualisasi paling mendekati:

- $2,6 \times 10^5$
- $6,3 \times 10^5$
- $1,5 \times 10^6$
- $2,9 \times 10^6$

26. Tangki air tinggi berkapasitas 700.000 galon digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pemadam kebakaran di sebuah kompleks sekolah. Total luas efektif sekolah adalah 160.000 ft². Bangunan sekolah terbuat dari batu bata. Waktu proteksi kebakaran (jam) yang dapat disediakan tangki tersebut mendekati:

- 1,0
- 1,5
- 2,0
- 2,5

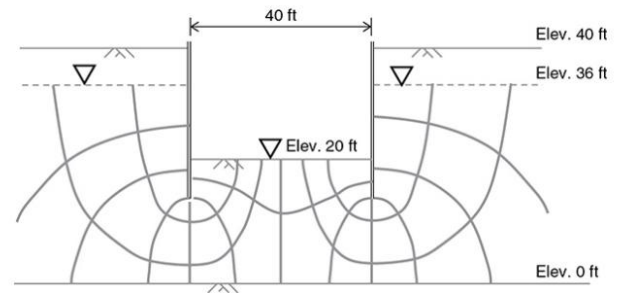
27. Skema proses lumpur aktif ditunjukkan pada gambar berikut. Laju aliran influen adalah 4 MGD. Klarifikasi primer menghilangkan 65% dari total padatan tersuspensi dan 20% dari BOD₅. Lumpur primer mengandung 6% padatan. Jumlah lumpur primer (galon per hari) paling



- 7.000
- 9.000
- 11.000
- 14.000



28. Jaringan aliran yang ditunjukkan pada gambar berikut menggambarkan rembesan ke dalam galian sepanjang 20 ft (6 meter) dan lebar 40 ft yang dibuat di pasir berlumpur dengan koefisien permeabilitas (K) sebesar 3×10^{-4} cm/detik. Total laju rembesan ($\text{ft}^3/\text{menit}/\text{ft}$) ke dalam parit galian mendekati:



- A. $1,0 \times 10^{-3}$
- B. $3,0 \times 10^{-3}$
- C. $8,0 \times 10^{-3}$
- D. $15,0 \times 10^{-3}$

29. Metilen klorida atau diklorometana adalah pelarut yang banyak digunakan. Pelarut ini berbahaya jika terhirup dan terserap melalui kulit. Dosis referensi ($R_f D$) untuk metilen klorida adalah 0,06 mg per kg berat badan per hari (mg/kg/hari) berdasarkan toksisitas hati pada tikus. Untuk orang dewasa dengan berat badan 70 kg dan konsumsi air seumur hidup 2 L/hari, kadar ekuivalen air minum (mg/L) paling mendekati:

- a. 0,06
- b. 0,2
- c. 0,6
- d. 2,0

30. Instalasi pengolahan air limbah kota mengolah laju aliran 3 MGD yang mengandung $BOD_5 = 240 \text{ mg/L}$. Penghilangan BOD dilakukan dalam filter tetes media batuan satu tahap. Dimensi filter adalah: diameter = 80 ft, kedalaman = 6 ft. Laju resirkulasi $R = 3$. BOD_5 efluen paling mendekati:

- a. 60
- b. 80
- c. 120
- d. 180

31. Sebuah pabrik industri menghasilkan air limbah dengan karakteristik sebagai berikut:

Laju aliran = 2 MGD

Suhu = 38°C

BOD ultimat = 280 mg/L

Oksigen terlarut = 2,1 mg/L

Konsentrasi timbal = 0,5 mg/L

Sungai tempat pabrik berencana membuang air limbahnya memiliki karakteristik sebagai berikut:

Laju aliran = $30 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Suhu = 14°C

$$\text{BOD ultimat} = 10 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konsentrasi timbal} = 4 \text{ } \mu\text{g/L}$$

Jika batas EPA untuk timbal dalam air permukaan adalah $15 \text{ } \mu\text{g/L}$, tingkat pra-pengolahan (%) yang diperlukan di pabrik (sebelum dibuang ke sungai) mendekati:

- A. 75
- B. 80
- C. 85
- D. 0

32. Sebuah sungai memiliki karakteristik sebagai berikut:

$$\text{Laju aliran} = 18 \text{ ft}^3/\text{detik}$$

$$\text{Kecepatan rata – rata} = 4 \text{ ft/detik}$$

$$\text{Suhu} = 12^\circ\text{C}$$

$$\text{BOD}_5 = 2,0 \text{ mg/L}$$

$$\text{Konstanta laju deoksigenasi (log10 pada } 20^\circ\text{C)} = 0,20 \text{ hari}^{-1}$$

$$\text{Konstanta laju reoksigenasi (log10 pada } 20^\circ\text{C)} = 0,30 \text{ hari}^{-1}$$

$$\text{D.O.} = 5,1 \text{ mg/L}$$

Sebuah pabrik membuang aliran air limbah ke sungai di titik A. Air limbah tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut:

$$\text{Laju aliran} = 750 \text{ gal/menit}$$

$$\text{Suhu} = 37^\circ\text{C}$$

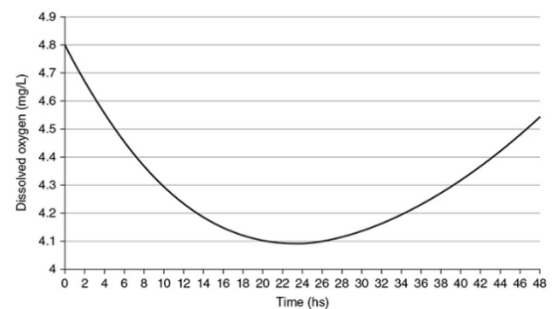
$$\text{BOD}_5 = 105 \text{ mg/L}$$

$$\text{D.O.} = 1,7 \text{ mg/L}$$

Kurva penurunan oksigen terlarut untuk campuran air limbah-aliran sungai

ditunjukkan pada kurva di sini. Saat pencampuran dianggap $t = 0$. Defisit oksigen (mg/L) dalam aliran pada jarak 20 mil ke hilir dari titik pencampuran paling mendekati:

- A. 4.4
- B. 6.4
- C. 4.8
- D. 4.1



33. Kebutuhan oksigen biokimia untuk sampel air limbah pada hari ke-5 adalah $4,5 \text{ mg/L}$ dan pada hari ke-20 adalah $8,3 \text{ mg/L}$. Konstanta laju deoksigenasi (basis 10, 20°C) adalah $0,1 \text{ hari}^{-1}$. Kebutuhan oksigen nitrogen (mg/L) sampel paling mendekati:

- A. 3.8
- B. 6.6
- C. 0.0
- D. 1.8



34. Sampel air menghasilkan hasil berikut:

Ca^{++}	60.0 mg/L
Mg^{++}	21.2 mg/L
Fe^{++}	2.2 mg/L
Na^+	5.5 mg/L
HCO_3^-	221.3 mg/L
Cl^-	33.5 mg/L
NO_3^-	21 mg/L
Kekeruhan	1.3 NTU
Bau	2.7 TON
Total koliform	1.7 MPN
TDS	437 mg/L

Manakah dari kontaminan berikut yang melebihi standar air minum primer EPA?

- Nitrat dan kekeruhan
- Kekeruhan, total padatan terlarut, dan total koliform
- Bau, total koliform, dan TDS
- Total koliform dan kekeruhan

35. Sampel air sebanyak 200 mL disaring melalui filter Whatman standar. Filtratnya diuapkan pada suhu $105^\circ C$ dalam cawan penguapan (massa = 45,675 g).

Setelah penguapan, massa cawan penguapan + padatan = 47,225 g. Cawan + adatan kemudian dibakar pada suhu $550^\circ C$, sehingga massa cawan penguapan + padatan = 46,201 g. Data berikut juga diberikan untuk padatan yang tertahan pada kertas saring.

Massa krus dan kertas saring = 25,334 g

Massa krus, kertas saring, dan padatan kering (diuapkan pada suhu $105^\circ C$)
= 25,645 g

Massa krus, kertas saring, dan padatan yang terbakar = 25,501 g

Konsentrasi padatan terlarut volatil (mg/L) dari sampel limbah mendekati:

- 1.300
- 1.800
- 2.600
- 5.100

36. Suatu aliran sungai memiliki debit 5 MGD dan memiliki karakteristik sebagai berikut:

Suhu = $12^\circ C$

pH = 7,8

Konsentrasi oksigen terlarut = 5,7 mg/L

Aliran air limbah sebesar 2.500 gpm dengan suhu $35^\circ C$ dan pH 3,4 dibuang ke sungai.

Nilai pH tepat di hilir lokasi pencampuran paling mendekati:

- 6,0
- 5,1



- C. 3,8
- D. 3,1

37. Konsentrasi oksigen terlarut dalam aliran sungai berubah secara terus-menerus akibat deoksigenasi (disebabkan oleh beban organik yang dibawa oleh air limbah) dan reoksigenasi (disebabkan oleh interaksi aliran sungai dan udara atmosfer). Sebuah model empiris yang diusulkan oleh USGS menunjukkan:

$$k_r = \frac{3.3V}{H^{1.33}}$$

dimana k_r = koefisien reaerasi (day^{-1})

V = kecepatan rata – rata aliran (ft/sec)

H = kedalaman aliran (ft)

Aliran alami memiliki parameter berikut:

Laju aliran = 2.514 ft³/detik

Luas penampang aliran = 1.323 ft²

Keliling basah = 517 ft

Kedalaman aliran rata – rata = 3,8 ft

Koefisien reaerasi (hari^{-1}) aliran mendekati:

- A. 0,5
- B. 0,8
- C. 1,1
- D. 1,4

38. Efluen sekunder di instalasi pengolahan air limbah mengalir dengan laju 3,5 MGD.

Nilai CT untuk Berbagai Tingkat Disinfeksi

Konsentrasi Sisa Klorin (mg/L)	CT (mg/L-menit) untuk Log-Inaktivasi				
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.5	24	28	33	39	46
1.0	22	26	31	36	43
1.5	19	23	28	33	40
2.0	16	20	25	30	36
2.5	14	18	23	28	34
3.0	12	16	21	25	31
3.5	10	14	19	22	28

Efluen tersebut memiliki karakteristik sebagai berikut: $\text{BOD}_5 = 20\text{mg/L}$, $\text{TSS} = 35\text{ mg/L}$, $\text{pH} = 8,5$, suhu = 35°C. Efluen sekunder didesinfeksi dengan klorinasi dengan inaktivasi 2-log yang diinginkan. Kebutuhan klorin dari efluen sekunder diperkirakan sebesar 3,5 mg/L. Jika dosis klorin adalah 5,0 mg/L, volume minimum ruang klorinasi yang dibutuhkan (ft³) paling mendekati:

- a. 6.100
- b. 7.200
- c. 8.300
- d. 9.500



39. Sampel air menghasilkan hasil berikut:

Ca^{++}	60.0 mg/L
Mg^{++}	21.2 mg/L
Fe^{++}	2.2 mg/L
HCO_3^-	221.3 mg/L
Cl^-	33.5 mg/L

Kesadahan sampel air, (mg/L sebagai CaCO_3), paling mendekati:

- A. 240
 - B. 243
 - C. 510
 - D. 230
40. Untuk suatu komunitas, diperkirakan konsumsi air suatu populasi akan berlipat ganda selama 20 tahun ke depan. Biaya perluasan sistem pasokan air yang ada akan dibandingkan dengan program perluasan bertahap. Pengembangan segera akan menelan biaya Rp. 4.200.000.000 dengan biaya pemeliharaan tahunan sebesar Rp. 400.000.000 Program bertahap akan melibatkan investasi awal sebesar Rp. 2.000.000.000 dan perkiraan pengeluaran sebesar Rp. 3.200.000.000 dalam 10 tahun. Biaya pemeliharaan tahunan dalam program bertahap diperkirakan sebesar Rp. 20.000.000 untuk 10 tahun pertama dan Rp. 160.000.000 untuk 10 tahun berikutnya. Asumsikan *periode layanan berkelanjutan* untuk setiap sistem dan $\text{MARR} = 7\%$. Rasio biaya program bertahap relatif terhadap program investasi tunggal paling mendekati:
- a. 0,63
 - b. 0,95
 - c. 1,27
 - d. 1,62



BAB 6

UJIAN KEDALAMAN TRANSPORTASI

Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian kedalaman transportasi berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Suatu wilayah studi dibagi menjadi tiga zona sosial-ekonomi, yang produksi dan daya tarik perjalanannya ditabulasikan sebagai berikut:

Zona	1	2	3	Total
Produksi Perjalanan	250	450	440	1.140
Daya Tarik Perjalanan	120	350	670	1.140

Hambatan untuk melakukan perjalanan antar zona diwakili oleh matriks faktor gesekan berikut, yang kira-kira berbanding terbalik dengan waktu perjalanan antar zona.

Zona	1	2	3
1	40	90	75
2	90	25	35
3	75	35	40

Jumlah perjalanan yang dihasilkan oleh zona 3 dan tertarik ke zona 2, menurut iterasi pertama model gravitasi, paling mendekati:

- A. 110
 - B. 130
 - C. 150
 - D. 170
2. Bundaran satu lajur (satu lajur masuk yang berbenturan dengan satu lajur sirkulasi) memiliki volume yang berbenturan = 230 pc/jam. Kapasitas (pc/jam) lajur masuk, yang disesuaikan dengan kendaraan berat, paling mendekati:
 - A. 865
 - B. 900
 - C. 945
 - D. 1010
 3. Jalan bebas hambatan enam lajur melalui medan bergelombang (pedesaan) memiliki lajur 12 kaki, simpang susun penuh setiap 1,25 mil rata-rata, dan bahu jalan selebar 8 kaki. Studi lalu lintas telah menghasilkan data berikut:
ADT = 65.000 kendaraan/hari.
Medan datar.
Arus lalu lintas mencakup 8% truk, 3% bus, dan 5% RV.



$$K = 0,12$$

Faktor jam sibuk, berdasarkan penghitungan lalu lintas 15 menit, adalah 0,9.

Selama arus puncak, pembagian arah = 60/40.

LOS untuk arah puncak jalan bebas hambatan paling mendekati:

- A. A
- B. B
- C. C
- D. D

4. Jalan raya enam lajur memiliki karakteristik sebagai berikut: Medan datar

Lebar lajur = lajur 11 kaki

Batas kecepatan yang tertera = 50 mph

Jarak rata – rata antar jalur masuk = 600 kaki

Lebar bahu kanan = 6 kaki

Jarak bersih ke penghalang terdekat di median = 4 kaki

Volume per jam arah = 3.440 kendaraan/jam

Arus lalu lintas mencakup 8% truk, 3% bus, dan 2%

RV Faktor jam puncak, berdasarkan hitungan lalu lintas 15 menit, adalah 0,88

Pengemudi sebagian besar adalah komuter.

LOS untuk arah puncak jalan raya paling mendekati:

- A. E
- B. D
- C. C
- D. B

5. Jalan raya Kelas I dua lajur di medan bergelombang memiliki karakteristik sebagai berikut:

Lebar lajur = 12 kaki, lebar bahu = 6 kaki,

40% zona larangan melintas

Laju arus dua arah = 2800 pc/jam

Pembagian arah = 70/30

10% truk dan bus, 6% RV

PHF = 0,85

Untuk arah desain jalan raya, kecepatan tempuh rata-rata dihitung sebesar 42 mph

dan persentase waktu yang dihabiskan untuk mengikuti dihitung sebesar 63%.

Tingkat pelayanan untuk arah desain adalah:

- A. B
- B. C
- C. D
- D. F



6. Sebuah tempat parkir dibuka selama pukul 08.00–18.00. Selama waktu ini, tepat 360 mobil terparkir di tempat parkir tersebut—10% selama 1 jam, 15% selama 2 jam, 20% selama 3 jam, 30% selama 4 jam, dan sisanya sepanjang hari. Rata-rata, 15% ruang parkir kosong dan faktor efisiensi operasionalnya adalah 80%.
Permintaan ruang-jam dan jumlah ruang parkir di area parkir tersebut paling mendekati:
- A. 1.990 ruang-jam dan 250 ruang parkir
 - B. 1.690 ruang-jam dan 240 ruang parkir
 - C. 1.690 ruang-jam dan 170 ruang parkir
 - D. 1.990 ruang-jam dan 200 ruang parkir
7. Aliran lalu lintas memiliki jarak antar kendaraan rata-rata 2,4 detik. Jika kepadatan kemacetan adalah 64 kend/mil, kecepatan optimal adalah 50 mph, dan arus lalu lintas adalah 1500 kend/jam, kapasitas jalan raya (kend/jam) menurut model Greenshield paling mendekati:
- A. 1.530
 - B. 1.600
 - C. 1.640
 - D. 1.720
8. Sebuah persimpangan empat kaki di lokasi perkotaan mencatat 15 kecelakaan (semua jenis) selama tahun 2005. Selama tahun ini, rata-rata volume harian yang memasuki persimpangan dari keempat pendekatan adalah 1.900, 1.270, 1.620, dan 930 kendaraan. Tingkat kecelakaan persimpangan (per seratus juta kendaraan yang masuk) paling mendekati:
- A. 7,2
 - B. 72
 - C. 720
 - D. 7.200
9. Sebuah ruas jalan raya mengalami 12 kecelakaan selama tahun 2008. ADT selama tahun 2008 adalah 15.600. Karena jumlah kecelakaan yang signifikan, tiga strategi berikut diterapkan:
- 1. Pelebaran lajur—CMF yang diharapkan = 0,902.
 - 2. Pembatasan parkir—CMF yang diharapkan = 0,753.
 - 3. Perbaikan penerangan—CMF yang diharapkan = 0,80
- Jika lalu lintas tumbuh sekitar 3% setiap tahun, jumlah kecelakaan yang diharapkan pada tahun 2010 paling mendekati:
- A. 5
 - B. 7
 - C. 9



D. 11

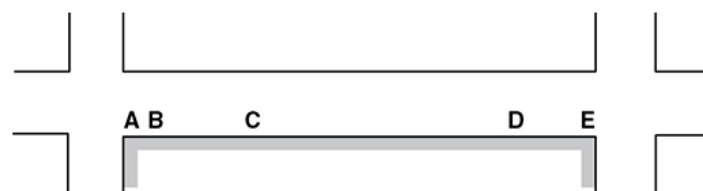
10. Sebuah mobil berakselerasi secara beraturan dari keadaan diam hingga kecepatan puncaknya 70 mph. Laju akselerasinya adalah 8 mph/detik. Setelah menempuh jarak tertentu dengan kecepatan puncak, kendaraan mengerem untuk beristirahat, dan melakukan deselerasi secara beraturan pada 10 mph/detik. Jika total jarak yang ditempuh adalah 0,5 mil, kecepatan lari rata-rata (mph) paling mendekati:

- A. 48,7
- B. 51,2
- C. 53,6
- D. 57,4

11. Pergerakan pejalan kaki di sepanjang trotoar (ditunjukkan dengan warna abu-abu pada gambar berikut) blok kota dapat dibagi menjadi empat zona yang dibatasi oleh titik A– E dan dijelaskan sebagai berikut:

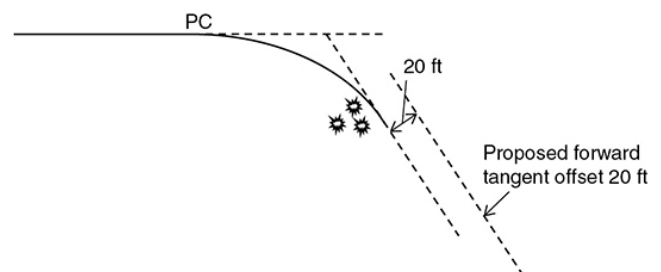
Zona	Deskripsi	Panjang (ft)	Ruang Pejalan Kaki (ft ² /p)
AB	Persimpangan	25	10
BC	Perumahan	150	50
CD	Komersial	210	30
DE	Persimpangan	25	12

Ruang pejalan kaki (ft²/p) untuk seluruh blok paling mendekati:



- A. 43
- B. 40
- C. 35
- D. 28

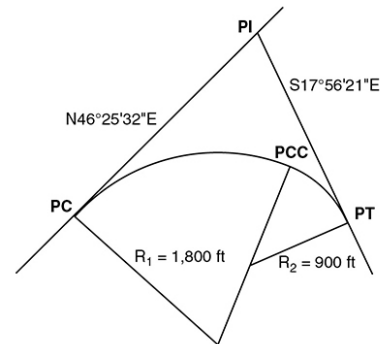
12. Sebuah kurva horizontal melingkar memiliki PC sebesar $12 + 43,56$. Derajat kurva = 4° . Sudut defleksi antar garis singgung adalah $56^\circ 24' 45''$ (kanan). Untuk memenuhi persyaratan jarak bebas lateral, diusulkan untuk menggeser garis singgung belakang dengan offset paralel sebesar 20 kaki, dengan tetap mempertahankan PC, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Derajat kurva yang baru paling mendekati:



- A. 3,7
- B. 3,8
- C. 3,9
- D. 4,1



13. Sebuah kurva majemuk horizontal menghubungkan dua garis singgung seperti yang ditunjukkan. Arah garis singgung belakang adalah $46^{\circ}25'32''$ BT dan arah garis singgung depan adalah $17^{\circ}56'21''$ BT. Jari-jari kurva yang digunakan adalah $R_1 = 1.800'$ dan $R_2 = 900'$. PC terletak di stasiun $138 + 34,12$ dan PI di stasiun $158 + 12,98$. Stasiun PCC paling mendekati:

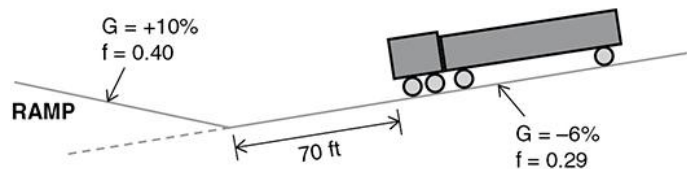


- A. $145 + 12,54$
- B. $147 + 05,23$
- C. $148 + 50,61$
- D. $151 + 03,32$

14. Sebuah kurva melingkar horizontal akan menghubungkan sebuah garis singgung belakang dengan arah $S42^{\circ}30'W$ ke sebuah garis singgung depan dengan arah $N70^{\circ}W$. Jika derajat lengkungnya $3^{\circ}45'$ dan garis singgungnya berpotongan di stasiun $50 + 22.30$, maka sudut defleksi untuk stasiun $57 + 00,00$ paling mendekati:

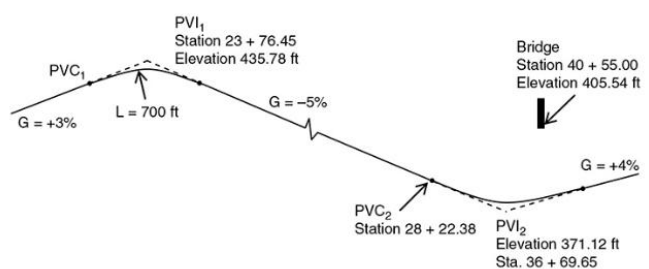
- A. $31^{\circ}50'56''$
- B. $21^{\circ}40'28''$
- C. $41^{\circ}32'15''$
- D. $27^{\circ}40'24''$

15. Sebuah truk yang lepas kendali (berat kotor kendaraan 90.000 lb) melaju dengan kecepatan 65 mph menuruni tanjakan 6% ketika pengemudi melihat tanjakan penahan 70 kaki di depannya. Jika rem diinjak saat 70 kaki di hulu tanjakan dan pengereman dipertahankan saat tanjakan keluar diambil, jarak yang ditempuh di tanjakan (kaki) sebelum truk berhenti paling mendekati:



- A. 150
- B. 190
- C. 250
- D. 320

16. Kurva puncak parabola diikuti oleh kurva sag. Kedua kurva tersebut dihubungkan oleh penampang tangen seperti yang ditunjukkan. Sebuah struktur jembatan terletak di stasiun $40 + 55,00$. Ketinggian titik terendah di jembatan adalah $405,54$ kaki. Kecepatan rencana (mph) truk (asumsikan



ketinggian mata pengemudi = 8 kaki) berdasarkan jarak pandang di tikungan nomor 2 paling mendekati:

- a. 60
- b. 70
- c. 80
- d. 90

17. Kurva vertikal parabola menghubungkan kemiringan -5% dengan kemiringan +3%. PVC berada di stasiun 53 + 12,50 dan PVI berada di stasiun 60 + 09,00. Elevasi PVI adalah 365,57 kaki. Kurva tersebut melewati bawah struktur jembatan di stasiun 55 + 05,20. Elevasi dasar jembatan adalah 405,20 kaki. Jarak bebas vertikal di bawah jembatan (kaki) paling mendekati:

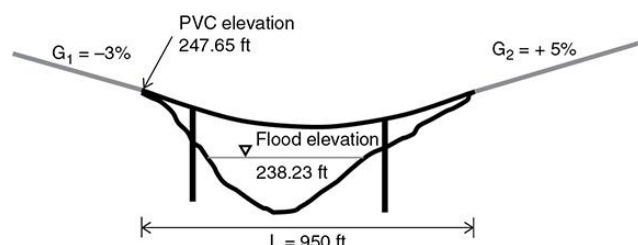
- a. 12,5
- b. 13,4
- c. 14,2
- d. 14,9

18. Kurva vertikal parabola sedang dirancang untuk menghubungkan dua kemiringan dengan $G_1 = +2,1\%$ dan $G_2 = -1,5\%$. Jika kecepatan rencana adalah 65 mph. Panjang minimum kurva vertikal (kaki) untuk memenuhi kriteria jarak henti aman AASHTO paling mendekati:

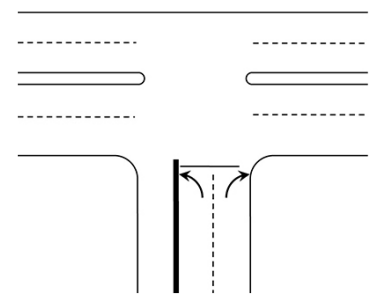
- a. 600
- b. 650
- c. 800
- d. 700

19. Profil vertikal jembatan yang dibangun di atas anak sungai mengikuti kurva vertikal parabola sepanjang 950 kaki seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. PVC kurva berada pada elevasi 247,65 kaki di atas permukaan laut dan elevasi banjir 100 tahun berada pada 238,23 kaki di atas permukaan laut. Kurva tersebut menghubungkan kemiringan -3% dengan kemiringan +5%. Jarak bebas vertikal minimum (kaki) di atas banjir 100 tahun paling mendekati:

- A. 3,25
- B. 3,50
- C. 3,75
- D. 4,00

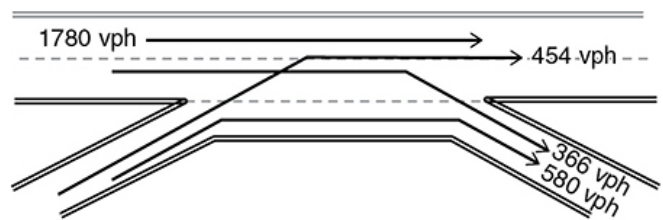


20. Persimpangan berkaki tiga ditunjukkan pada gambar berikut. Jalan minor yang menuju persimpangan memiliki dua lajur, diatur oleh rambu STOP, memiliki kemiringan +4% menuju persimpangan, dan melayani 15% truk selama jam sibuk. Jalan utama memiliki kemiringan yang relatif datar, batas kecepatan 45 mph, dan melayani 20% truk selama jam sibuk. Median jalan memiliki lebar 6 kaki. Jeda kritis (detik) untuk pergerakan belok kiri dari jalan minor selama jam sibuk paling mendekati:



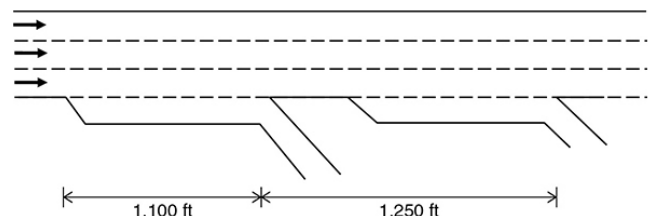
- A. 11 detik
- B. 10 detik
- C. 9 detik
- D. 8 detik

21. Segmen jalan bebas hambatan dua lajur dengan jalur masuk satu lajur diikuti oleh jalur keluar satu lajur ditunjukkan pada gambar berikut. Semua volume yang ditunjukkan adalah volume per jam. PHF di jalan bebas hambatan adalah 0,88 dan di jalur keluar adalah 0,95. Rasio volume untuk segmen percabangan paling mendekati:



- A. 0,25
- B. 0,35
- C. 0,65
- D. 0,75

22. Persimpangan jalan bebas hambatan tiga lajur di kawasan suburban memiliki jalur keluar satu lajur yang menyimpang. Volume jam puncak yang disesuaikan tepat di hilir dari jalur keluar yang dimaksud adalah 4.100 mobil penumpang, sedangkan volume jam puncak yang disesuaikan pada jalur keluar tersebut adalah 500 mobil penumpang. Jalur perlambatan memiliki panjang 1.100 kaki, kecepatan arus bebas jalur keluar adalah 54 mph, dan jalur keluar tersebut memiliki kemiringan +3%. Jalur keluar 1.250 kaki di hilir dari jalur keluar yang dimaksud melayani volume jam puncak yang disesuaikan sebesar 450 mobil penumpang. Volume lalu lintas yang disesuaikan di dua lajur kanan jalan bebas hambatan tepat di hulu dari divergensi yang dimaksud adalah:



- A. 2.700
- B. 2.850
- C. 3.050
- D. 3.250

23. Jalan raya dua lajur memiliki batas kecepatan yang ditetapkan sebesar 50 mph. Alinyemen tersebut terdiri dari tikungan berbahaya dengan batas kecepatan

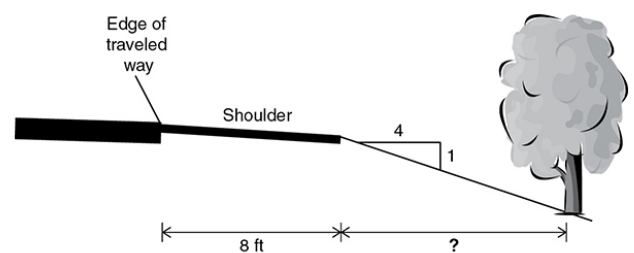


maksimum yang ditetapkan sebesar 20 mph. Berapa jarak (kaki) ke hulu dari ruas batas kecepatan rendah di mana rambu peringatan harus dipasang?

- a. 125
- b. 150
- c. 175
- d. 200

24. Segmen jalan bebas hambatan pedesaan dua lajur memiliki lajur sepanjang 12 kaki dan bahu jalan sepanjang 8 kaki. Terdapat kemiringan potong 1V: 4H di samping bahu jalan seperti yang ditunjukkan pada gambar. ADT adalah 16.000 dan kecepatan rencana adalah 65 mph. Lebar minimum (kaki) diukur dari tepi bahu jalan, yang seharusnya bebas dari halangan apa pun, adalah yang paling mendekati:

- a. 18
- b. 26
- c. 38
- d. 46



25. Manakah dari berikut ini yang BUKAN merupakan tujuan dari pembatas lalu lintas?

- a. Meningkatkan kapasitas
- b. Memisahkan arus lalu lintas yang berlawanan arah
- c. Mengarahkan berbagai moda arus lalu lintas
- d. Keselamatan zona kerja

26. Jalan utama satu lajur berpotongan dengan jalan minor satu lajur di persimpangan sebidang. Penghitungan lalu lintas dilakukan selama 12 jam berturut-turut dalam satu hari biasa.

Waktu	Jalan Utama		Jalan Minor	
	NB	SB	EB	WB
6 AM–7 AM	410	135	45	55
7 AM–8 AM	725	320	110	160
8 AM–9 AM	650	430	100	180
9 AM–10 AM	570	500	80	100
10 AM–11 AM	450	530	90	110
11 AM–12 PM	450	550	80	110
12 PM–1 PM	550	600	120	110
1 PM–2 PM	410	620	160	180
2 PM–3 PM	390	640	130	150
3 PM–4 PM	350	710	160	190
4 PM–5 PM	400	750	200	190
5 PM–6 PM	420	720	170	150
6 AM–7 AM	410	135	45	55



7 AM–8 AM	725	320	110	160
8 AM–9 AM	650	430	100	180
9 AM–10 AM	570	500	80	100
10 AM–11 AM	450	530	90	110
11 AM–12 PM	450	550	80	110
12 PM–1 PM	550	600	120	110
1 PM–2 PM	410	620	160	180
2 PM–3 PM	390	640	130	150
3 PM–4 PM	350	710	160	190
4 PM–5 PM	400	750	200	190
5 PM–6 PM	420	720	170	150

Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- Baik surat perintah 1 maupun surat perintah 2 tidak terpenuhi.
- Baik surat perintah 1 maupun 2 terpenuhi.
- Surat perintah 1 terpenuhi, tetapi surat perintah 2 tidak.
- Surat perintah 1 tidak terpenuhi, tetapi surat perintah 2 terpenuhi.

27. Menurut pedoman aksesibilitas ADA, jumlah minimum ruang parkir yang dapat diakses oleh penyandang disabilitas di tempat parkir yang menampung total 630 kendaraan adalah yang paling mendekati:

- 7
- 9
- 10
- 13

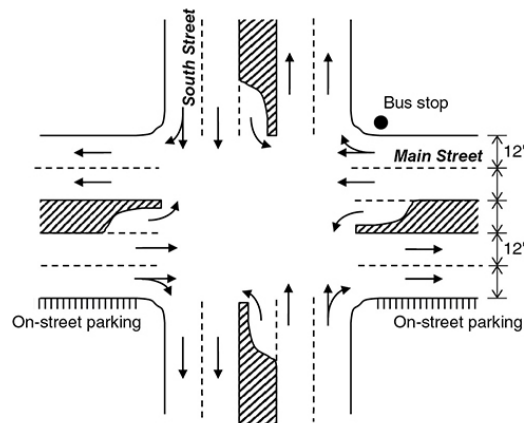
28. Berapa panjang siklus yang direkomendasikan untuk sinyal empat fase dengan waktu hilang 3 detik per fase, dengan pergerakan kritis berikut?

Fase	Volume Kelompok Jalur (vph)	Volume Saturasi untuk Kelompok Jalur (vphg)	Fraksi Waktu Hijau
1	100	900	0.11
2	600	1.900	0.36
3	105	900	0.13
4	630	2.300	0.40

- 105 detik
- 125 detik
- 140 detik
- 160 detik

Diagram berikut dan data terkait akan digunakan untuk soal 529–531.





Persimpangan siku-siku antara dua jalan raya empat lajur (Jl. Utama dan Jl. Selatan) ditampilkan. Siklus sinyal 80 detik memiliki empat fase: (1) EBL dan WBL, (2) EBTH/R dan WBTH/R, (3) NBL dan SBL, dan (4) NBTH/R dan SBTH/R. Setiap fase waktu kuning yang memisahkan fase adalah 3 detik dan setiap interval pembacaan penuh antar fase adalah 1 detik. Rasio v/s kritis untuk setiap fase tercantum sebagai berikut:

Fase	Pergerakan Kritis	v/s
1	WBL	0.232
2	EBTH/R	0.156
3	NBL	0.150

Kecepatan yang tertera pada kedua pendekatan = 40 mph

Kendaraan berat = 5%

PHF = 0,92

25% lalu lintas TH/R adalah RT.

10 bus per jam pada pendekatan EBTH/R dan WBTH/R

25 manuver parkir per jam untuk pendekatan EBTH/R dan WBTH/R

Waktu persepsi – reaksi = 1 detik

Laju deselerasi = 10 kaki/s²

Panjang kendaraan = 20 kaki

Volume pejalan kaki: pada jalur pejalan kaki utara-selatan (lebar 10 ft)

= 1.200 pejalan kaki/jam

pada jalur pejalan kaki timur-barat (lebar 10 ft) =

800 pejalan kaki/jam

29. Arus jenuh (kendaraan/jam) untuk kelompok lajur WBTH/R paling mendekati:
- 2.650
 - 2.860
 - 3.030
 - 3.210
30. (Lihat gambar dan data yang terkait dengan soal 529)
Interval jarak bebas minimum (kuning + semua merah) (detik) untuk persimpangan paling mendekati:



- a. 4,0
- b. 4,5
- c. 5,3
- d. 5,8

31. (Lihat gambar dan data yang terkait dengan soal 529)

Waktu hijau minimum untuk fase sinyal utara-selatan, berdasarkan volume pejalan kaki, paling mendekati:

- a. 25 detik
- b. 22 detik
- c. 19 detik
- d. 16 detik

32. Sebuah instansi sedang menyelidiki pemasangan sinyal di persimpangan di kota besar dengan kecepatan persentil ke-85 sebesar 40 mph pada kedua arah. pendekatan. Persimpangan ini memiliki dua lajur pada arah utama dan satu lajur pada arah minor. Data lalu lintas terkini dari jam-jam dengan volume tinggi di persimpangan tersebut adalah sebagai berikut:

Periode Waktu	Kendaraan pada Kedua Jalur Utama Digabungkan	Kendaraan pada Jalur Jalan Minor Bervolume Tertinggi
7:00–8:00 AM	600	210
8:00–9:00 AM	650	230
11:00–12:00 AM	550	210
12:00–1:00 PM	730	250
3:00–4:00 PM	660	260
4:00–5:00 PM	830	275
5:00–6:00 PM	990	310
6:00–7:00 PM	800	250

Surat perintah apa saja dari MUTCD 2009 yang memenuhi syarat persimpangan ini?

- A. Surat Perintah 1 dan 2
- B. Hanya Surat Perintah 2
- C. Surat Perintah 1 dan 3
- D. Surat Perintah 2 dan 3

33. Menurut Manual Perangkat Pengendali Lalu Lintas Seragam, 2009, pengaturan lalu lintas sementara yang disebut "stasioner jangka panjang" adalah pengaturan lalu lintas yang menempati zona kerja tetap untuk jangka waktu lebih dari:

- a. 3 hari
- b. 4 hari
- c. 5 hari
- d. 7 hari



34. Data berikut diberikan untuk sampel tanah:

Analisis Saringan:		Pengujian Atterberg:
<u>Ukuran saringan</u>	<u>Persen Tertahan</u>	Batas Cair = 43
No. 4	8	Batas Plastis = 21
No. 10	10	
No. 20	12	
No. 40	21	
No. 100	15	
No. 200	8	

Klasifikasi tanah AASHTO adalah:

- A. A-6
- B. A-7
- C. A-2-6
- D. A-2-7

35. Hasil uji pemadatan Proctor standar dari enam sampel tanah dari lubang galian ditabulasi dalam tabel berikut. Kadar air alami material galian adalah 12%. Lokasi timbunan membutuhkan 1,5 juta yard³ tanah yang dipadatkan hingga minimal 90% dari kepadatan kering Proctor maksimum.

Sampel	Berat Bersih Tanah (lb)	Kadar Air (%)
1	3.24	12
2	3.70	14
3	3.95	16
4	4.21	18
5	3.90	20
6	3.40	22

Total volume tanah galian yang harus digali (yd³) mendekati:

- a. 1,72 juta
- b. 1,65 juta
- c. 1,53 juta
- d. 1,42 juta

36. Jalan raya empat lajur terbagi (dua lajur di setiap arah) saat ini memiliki ADT sebesar 23.000 kendaraan (setiap arah). Sekitar 12% lalu lintas terdiri dari truk. Lalu lintas diperkirakan akan tumbuh sebesar 4% per tahun selama 20 tahun ke depan. Tabel 6.1 menunjukkan data yang dikumpulkan dari stasiun timbang pada hari biasa untuk 1.078 truk.

Beban Gandar (k)	Jumlah Gandar Tunggal	Jumlah Gandar Gandem
10	2.420	
14	630	
18	301	
20	22	



22	6	24
25	1	15
28		12
32		11

Tabel 6.2: Faktor Kesetaraan Beban	
Gandar Tunggal	
Beban Gandar (k)	Faktor Kesetaraan Beban
10	0,0877
14	0,360
18	1,0
20	1,51
22	2,18
25	3,53
Gandar Gandem	
Beban Gandar (k)	Faktor Kesetaraan Beban
22	0,180
25	0,308
28	0,495
32	0,857

Dengan menggunakan Faktor Kesetaraan Beban (LEF) Asphalt Institute yang ditunjukkan pada Tabel 2, ESAL 18-k 20 tahun desain paling mendekati:

- A. 9×10^6
- B. 15×10^6
- C. 20×10^6
- D. 23×10^6

37. Manakah dari pernyataan berikut yang benar untuk perkerasan beton bertulang kontinu?

- I. Peningkatan ketebalan perkerasan biasanya menurunkan kerapatan punchout.
- II. Punchout disebabkan oleh tegangan tekan pada pelat akibat beban roda.
- III. Ketahanan perkerasan dipengaruhi oleh jenis pondasi yang digunakan untuk menopang pelat perkerasan.
- IV. Ketahanan perkerasan berhubungan langsung dengan sejumlah siklus beban.
- V. MEPDG tidak mengizinkan perancang untuk merancang perkerasan dengan batas atas kerapatan retak tertentu.

- A. Semuanya
- B. Hanya I, III, dan IV
- C. Hanya I, III, IV, dan V
- D. Hanya I dan IV

38. Tabel berikut menunjukkan debit yang tercatat di stasiun pemantauan sungai setelah badai selama 2 jam. Daerah aliran sungai (DAS) anak sungai yang menyumbang limpasan ke sungai telah ditetapkan seluas 115 hektar.



Time (hr)	0	1	2	3	4	5	6
Discharge Q (ft ³ /sec)	23	84	127	112	75	32	25

Debit puncak aliran sungai (ft³/detik) yang akan tercatat setelah badai 2 jam yang menghasilkan limpasan 1,7 inci paling mendekati:

- A. 90
- B. 80
- C. 180
- D. 160

39. Pipa beton bertulang berdiameter 36 inci di bawah jalan raya berfungsi sebagai gorong-gorong yang beroperasi dengan kendali saluran masuk. Data berikut berlaku untuk gorong-gorong:

Inversi hulu: Elevasi 325,0

Inversi hilir: Elevasi 322,5

Panjang gorong – gorong: 145 kaki

Kondisi pintu masuk: Dinding utama dengan tepi persegi

Elevasi jalan: 337,8 kaki

Debit aliran gorong – gorong akibat banjir 100 tahun: 100 cfs

Jarak bebas vertikal minimum (kaki) antara jalan dan elevasi banjir 100 tahun paling mendekati:

- A. 5,2
- B. 2,2
- C. 4,8
- D. 7,8

40. Untuk memenuhi permintaan saat ini, segmen jalan raya perkotaan sepanjang 1 mil harus diperlebar dua lajur. Biaya peningkatan akan dibandingkan dengan program perluasan bertahap. Pembangunan segera akan menelan biaya Rp. 42.000.000.000 dengan biaya pemeliharaan tahunan sebesar Rp. 400.000.000. Program bertahap akan melibatkan investasi awal sebesar Rp. 20.000.000.000 dan perkiraan pengeluaran sebesar Rp. 32.000.000.000 dalam 10 tahun. Biaya pemeliharaan tahunan dalam program bertahap diperkirakan sebesar Rp. 280.000.000 untuk 10 tahun pertama dan Rp. 360.000.000 setelahnya. Asumsikan *periode layanan berkelanjutan* untuk setiap sistem dan MARR sebesar 7%. Rasio biaya untuk program bertahap relatif terhadap program investasi tunggal paling mendekati:

- a. 0,85
- b. 0,95
- c. 1,04
- d. 1,17



BAB 7

UJIAN KEDALAMAN KONSTRUKSI

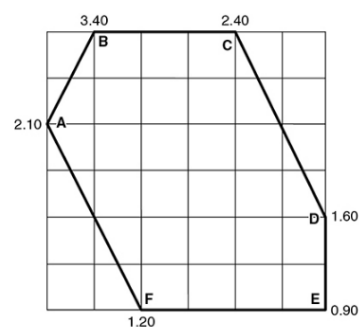
Rangkaian pertanyaan berikut, merupakan representasi dari ujian kedalaman konstruksi berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

- Tabel berikut menunjukkan luas penampang galian dan timbunan pada lokasi yang berjarak 50 kaki (15 meter). Asumsikan penyusutan = 12% dan pengembangan = 25%. Total pekerjaan tanah (yd^3) antara stasiun 0 + 0,00 dan 3 + 0,00 paling mendekati:
 - 1.340
 - 1.850
 - 2.200
 - 2.500
- Rencana penggalian diuraikan pada gambar berikut.

Stasiun	Area(ft^2)	
	Galian	Timbunan
0 + 00.00	563.2	342.2
0 + 50.00	213.5	213.6
1 + 00.00	123.5	343.3
1 + 50.00	654.6	111.0
2 + 00.00	973.1	762.4
2 + 50.00	567.3	342.9

Setiap kotak kisi berukuran 50 kaki \times 50 kaki. Angka-angka tersebut merupakan kedalaman penggalian (kaki) di lokasi yang ditunjukkan. Total volume penggalian (yd^3) paling mendekati:

- 4.500
- 5.000
- 5.500
- 6.000



- Saat melakukan survei lokasi, elevasi acuan 154,45 kaki di atas permukaan laut ditetapkan. Pengaturan level dan batang ukur mengukur hal-hal berikut:

Pembacaan batang pada acuan = 7,85 kaki.

Pembacaan batang di stasiun A = 8,92 kaki.

Elevasi stasiun A (kaki) paling mendekati:

- 171,22
- 155,52



- C. 153,38
- D. 137,68

4. Tabel berikut menunjukkan koordinat diagram angkut massa untuk proyek konstruksi jalan raya. Jarak angkut bebas adalah 300 kaki. Biaya perbaikan adalah Rp. 37.000/yard stasiun.

Stasiun	30 + 00	42 + 40	45 + 10	47 + 00	48 + 10	50 + 30	53 + 20
Yardage Kumulatif (yd ³)	0	800	1.275	1.580	1.275	680	0

Total biaya perbaikan yang paling mendekati adalah:

- A. Rp. 350.000.000
- B. Rp. 400.000.000
- C. Rp. 450.000.000
- D. Rp. 500.000.000

5. Seorang kontraktor memiliki opsi berikut untuk proyek yang berlangsung selama 18 bulan:

Opsi A: Sewa bulanan peralatan penggalian seharga Rp. 150.000.000 per bulan + biaya operasional Rp. 20.000.000/bulan

Opsi B: Beli peralatan seharga Rp. 2.000.000.000 Biaya perawatan Rp. 80.000.000/bulan Nilai jual kembali peralatan setelah 18 bulan = Rp. 1.200.000.000

Tingkat bunga nominal = 10% p.a.

Rasio manfaat:biaya opsi B (pembelian) paling mendekati:

- A. 1,95
- B. -51,72
- C. 1,25
- D. 0,95

6. Sebuah struktur telah diperiksa untuk menentukan perlunya rehabilitasi. Biaya terkait dirangkum di bawah ini:

Biaya tahunan berjalan = Rp. 400.000.000

Estimasi biaya rehabilitasi = Rp. 35.000.000.000

Proyeksi biaya tahunan setelah rehabilitasi = Rp. 150.000.000

Estimasi sisa masa manfaat = 20 tahun

Proyeksi peningkatan nilai residu (pada akhir masa manfaat)
= Rp. 2.000.000.000

Pengembalian investasi (ROI) untuk melakukan rehabilitasi paling mendekati:

- A. 5%
- B. 6%
- C. 7%
- D. 8%



7. Sebuah kanal sepanjang 450 kaki (penampang trapesium: lebar dasar 19 kaki, kemiringan sisi 3H:2V) akan dilapisi dengan beton dengan ketebalan nominal 8 inci. Limbah material diperkirakan sebesar 5% (berdasarkan berat).

$$\text{Biaya beton} = 98/\text{yd}^3$$

$$\text{Laju pengecoran beton} = 8\text{yd}^3/\text{jam}$$

Komponen pelapis permukaan dibeli dalam wadah 5 galon dengan harga Rp. 400.000 per wadah

$$\text{Daya sebar senyawa pelapis permukaan} = 300\text{ft}^2/\text{galon}$$

Total biaya material (Rp) paling mendekati:

- A. Rp. 750.000.000
B. Rp. 850.000.000
C. Rp. 950.000.000
D. Rp. 1.054.316.600
8. Tempat pembuangan sampah yang ada berbentuk persegi panjang di bagian dasarnya dengan dimensi denah 4.000 kaki \times 2.500 kaki. Sisi-sisinya miring 3H: 1V. Ketinggian TPA adalah 12 kaki. Bagian atas TPA harus ditutup dengan tanah penutup sedalam 18 inci. Jumlah tanah penutup (yd^3) yang dibutuhkan paling mendekati:
- A. 525.000
B. 650.500
C. 712.200
D. 821.435
9. Arsitek bangunan gudang telah mengusulkan perubahan desain untuk memastikan kesesuaian dengan peraturan bangunan setempat. SOW yang direvisi adalah mengganti satu lapis batu lembaran setebal $\frac{5}{8}$ inci dengan dua lapis GWB (Global Weld) setebal $\frac{1}{2}$ inci sesuai peraturan kebakaran (FC) dan menyediakan insulasi di dalam rongga dinding.

Dimensi denah bangunan adalah: 180 kaki \times 200 kaki.

Tinggi lantai: 12 kaki.

Bukaan: Delapan bukaan dengan lebar 6 kaki 0 inci \times tinggi 10 kaki 0 inci.

Tarif tenaga kerja

Mandor tukang kayu (bekerja) Rp. 500.000. dibebankan sepenuhnya

Tukang kayu (berpengalaman) Rp. 400.000. dibebankan sepenuhnya

Pekerja Rp. 250.000. dibebankan sepenuhnya

Kru kerja

4 tukang kayu

2 buruh

1 mandor

Produktivitas kru kerja (berdasarkan 8 jam/hari)

Pemasangan GWB 960 ft^2 /L. H.



Isolasi	1.920ft ² /L. H.
Biaya material (tambahkan faktor limbah 10% untuk semua material)	
4 ft 0 in × 10 ft 0 in × ½ in GWB (FC)	Rp. 2.850/ft ²
4 ft 0 in × 10 ft 0 in × ⅝ in GWB	Rp. 2.550/ft ²
Isolasi	Rp. 4.500/ft ²
Overhead kontraktor	10%
Keuntungan kontraktor	5%

Total biaya (Rp.) dari perintah perubahan untuk SOW yang direvisi paling mendekati:

- A. Rp. 33.000.000
- B. Rp. 42.000.000
- C. Rp. 98.000.000
- D. Rp. 78.000.000

10. Sebuah kontrak memiliki sisa waktu 90 hari hingga selesai. Penyelesaian awal akan diberikan bonus sebesar Rp. 180.000.000 per hari yang akan memperpendek durasinya. Aktivitas pada jalur kritis ditargetkan untuk "crashing". Aktivitas kritis dapat dipercepat dengan mengalokasikan unit kru tambahan. Jumlah hari jadwal yang dihemat tidak berbanding lurus dengan jumlah kru yang ditambahkan. Untuk setiap unit kru yang ditambahkan, biayanya adalah Rp. 32.000.000 per hari untuk tenaga kerja dan peralatan.

Kru Ditambahkan	Biaya Kru Tambahan per Hari	Jumlah Hari Jadwal Berkurang
1	Rp. 32.000.000	15
2	Rp 60.000.000	21
3	Rp. 90.000.000	31

Jika kru harus ditambahkan sebagai satu unit lengkap, bonus bersih dimaksimalkan dengan penambahan berapa banyak kru?

- A. 1 unit kru tambahan
 - B. 2 unit kru tambahan
 - C. 3 unit kru tambahan
 - D. Tidak ada skema crashing yang menguntungkan.
11. Truk sampah berkapasitas 16 yd³ digunakan untuk membuang material galian dari suatu lokasi. Jarak dari lokasi pembuangan adalah 4 mil dan kecepatan rata-rata truk sampah adalah 30 mph. Kapasitas bucket sekop daya adalah 3 yd³; laju penggalian sekop daya = 10 yd³/menit (ukuran bank) dan waktu pemindahan ke truk sampah (per muatan 3 yd³) adalah 40 detik dan waktu pembuangan (per muatan 3 yd³) adalah 30 detik. Material galian memiliki pembengkakan sebesar 10%. Faktor-faktor yang memengaruhi produktivitas truk sampah di lokasi kerja adalah: 0,80 untuk waktu diam peralatan dan 0,70 untuk efisiensi operator. Jika armada truk



sampah digunakan untuk mengangkut material galian, jumlah truk yang dibutuhkan mendekati:

- a. 3
- b. 4
- c. 5
- d. 6

12. Manajer proyek untuk sebuah proyek penggalian sedang mempertimbangkan biaya untuk empat model ekskavator yang berbeda. Hasilnya tercantum dalam tabel berikut. Jumlah material yang akan digali adalah 18.000 yd³.

Tipe	Produksi (yd ³ /jam)	Biaya Tetap (Rp)	Tipe variabel (Rp/jam)
1	320	12.000	55
2	280	10.000	50
3	360	17.000	55
4	300	12.000	45

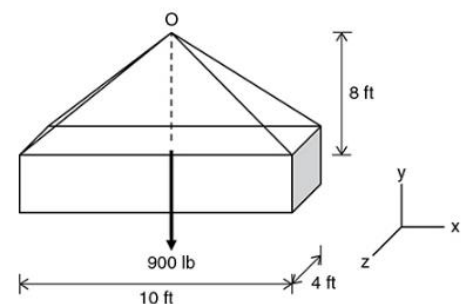
Ekskavator yang paling ekonomis adalah:

- A. Tipe 1
- B. Tipe 2
- C. Tipe 3
- D. Tipe 4

13. Sebuah peti seberat 900 lb diangkat oleh empat kabel yang diikatkan pada sudut-sudutnya seperti yang ditunjukkan. Titik pengikatan kabel (O) berada 8 kaki tepat di atas pusat gravitasi beban. Tegangan pada setiap kabel (lb) paling mendekati:

- a. 270
- b. 225
- c. 342
- d. 412

14. Diusulkan untuk memancang tiang beton menggunakan palu tiang dengan energi 50.000 ft lb-ft. Faktor keamanan minimum terhadap kegagalan daya dukung adalah 6,0. Beban struktur atas yang disalurkan ke tiang diperkirakan sebesar 40 ton. Persamaan pemancangan tiang ENR memberikan daya dukung statis (ultimit) tiang berdasarkan uji pemancangan tiang sebagai berikut:



$$Q_{ult} = \frac{WH}{S + 1.0}$$

di mana: Q_{ult} = kapasitas puncak (lb)

W = berat ram (lb)

H = tinggi jatuhnya ram (in)

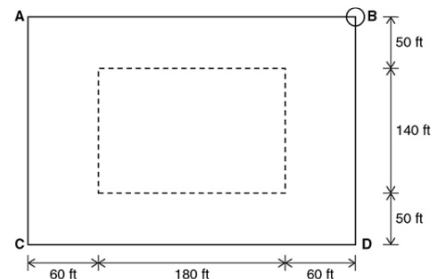


S = penurunan tiang pancang (in per pukulan)

Jumlah pukulan yang dibutuhkan (pukulan per kaki) untuk mencapai kapasitas desain 40 ton paling mendekati:

- A. 8 pukulan per kaki
- B. 28 pukulan per kaki
- C. 35 pukulan per kaki
- D. 50 pukulan per kaki

15. Sebuah lokasi konstruksi bangunan diwakili oleh persegi panjang ABCD yang ditunjukkan pada gambar berikut. Elevasi awal muka air tanah di lokasi tersebut adalah 325,8 kaki (di atas permukaan laut). Garis putus-putus menunjukkan batas konstruksi yang diusulkan. Elevasi dasar pondasi matras untuk bangunan tersebut adalah 325,65 kaki. Pemompaan steady-state dari sumur berdiameter 9 inci di titik B akan digunakan untuk menurunkan GWT. Transmisivitas akuifer di bawahnya adalah 250 kaki²/jam. Selama konstruksi, GWT harus diturunkan setidaknya 5 kaki di bawah dasar pondasi dan tidak lebih tinggi dari elevasi 324,0 kaki di dalam batas lokasi. Laju pemompaan steady-state minimum (gal/menit) yang dibutuhkan mendekati:



- a. 1.000
- b. 1.500
- c. 2.000
- d. 3.000

16. Sebuah ekskavator memiliki kapasitas bucket 3,0 yd³. Siklus operasinya terdiri dari fase-fase berikut—(a) waktu penggalian = 45 detik, (b) waktu tempuh (dua arah) = 4 menit, dan (c) waktu pemindahan (ke truk) = 45 detik. Ekskavator memindahkan material galian ke armada truk yang mengangkat material tersebut ke luar lokasi.

Data berikut diberikan:

Faktor efisiensi keseluruhan untuk ekskavator = 90%

Kapasitas truk = 15 yd³

Waktu siklus truk (pemindahan + perjalanan dua arah + pembuangan) = 90 menit

Kuantitas material galian = 2.600 yd³ (longgar)

Jumlah truk yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan produksi ekskavator, dengan asumsi 8 jam kerja per hari, paling mendekati:

- A. 2
- B. 3
- C. 4
- D. 5



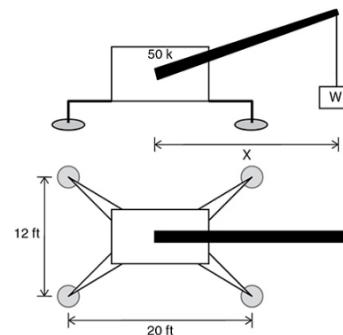
17. Roller digunakan untuk memadatkan tanah hingga mencapai kepadatan tertentu. Rol dapat mencapai kepadatan target ini untuk lapisan material setebal 6 inci dalam empat lintasan. Spesifikasi berikut diberikan:

Lebar drum rol = 8,0 kaki
Kecepatan maju rol = 3 mph
Efisiensi keseluruhan rol = 80%
Penyusutan tanah = 15%

Laju pengiriman material (ukuran tanggul) ke lokasi adalah 950 yd³/jam. Jumlah rol yang dibutuhkan untuk mengimbangi laju pengiriman material ini paling mendekati:

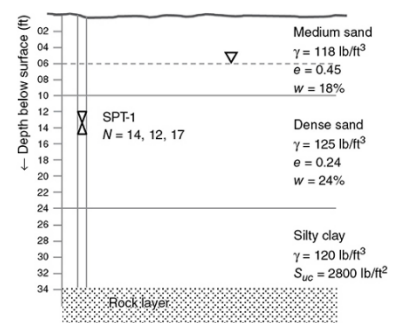
- A. 1
B. 2
C. 3
D. 4

18. Sebuah derek digunakan untuk mengangkat beban $W = 40$ ton seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Kabin derek memiliki berat pemberat 50 kJ. Tekanan tanah yang diizinkan adalah 3.800 lb/ft³. Jika derek ditopang oleh empat outrigger seperti yang ditunjukkan, offset lateral maksimum X (kaki) paling mendekati:



- a. 22,5
b. 16,3
c. 32,0
d. 27,0

19. Sebuah log pemboran ditunjukkan pada gambar berikut. Tiang pancang beton yang ditutup dengan penutup tiang pancang setebal 24 inci akan dipancangkan ke lapisan batuan. Puncak penutup tiang pancang berada pada kedalaman 3 kaki. Tiang pancang ditanam 12 inci ke dalam penutup tiang pancang. Panjang tiang pancang yang dibutuhkan (kaki) paling mendekati:



- a. 27
b. 28
c. 29
d. 30

20. Suatu proyek mencakup aktivitas-aktivitas yang dirangkum dalam tabel berikut.

Aktivitas	Aktivitas Pendahulu	Durasi (Minggu)
Mulai	—	0
A	Mulai	9



B	A	8
C	B	2
D	A, C	6
E	D	7
F	C, D	9
G	E, F	7

Tanggal mulai proyek adalah minggu ke-0. Durasi proyek (minggu) paling mendekati:

- 32
- 36
- 41
- 44

21. Sebagai bagian dari analisis PERT suatu proyek, durasi diperkirakan untuk aktivitas A hingga G dan dirangkum dalam tabel berikut. Jalur kritis untuk proyek ini adalah ACEF.

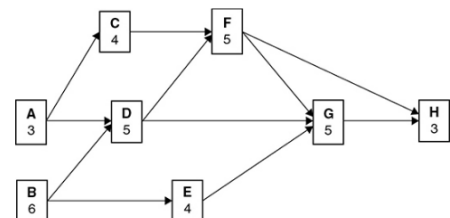
Aktivitas	Durasi (Minggu)		
	Optimis	Paling Mungkin	Pesimis
A	3	4	5
B	4	5	7
C	5	7	8
D	3	4	5
E	5	6	7
F	7	9	10
G	4	5	6

Probabilitas (%) bahwa proyek akan selesai dalam waktu kurang dari 25 minggu paling mendekati:

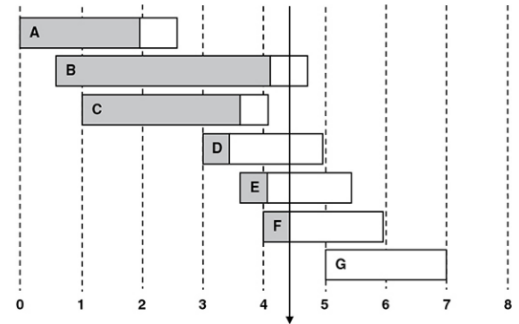
- 12
- 18
- 20
- 22

22. Aktivitas pada diagram simpul untuk sebuah proyek ditunjukkan pada gambar berikut. Semua durasi dalam minggu. Semua hubungan adalah selesai hingga mulai kecuali dinyatakan lain. Waktu bebas (minggu) aktivitas A adalah:

- 0
- 1
- 2
- 3



23. Sebuah proyek konstruksi dibagi menjadi tujuh tahap (A–G). Urutan tahap-tahap ini direpresentasikan oleh bagan Gantt seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Sumbu waktu ditandai dalam satuan minggu (5 hari). Bagan Gantt menunjukkan tingkat penyelesaian saat ini (diarsir abu-abu) yang ditumpangkan pada linimasa yang direncanakan semula. Status proyek saat ini dalam 4 minggu 2 hari ditunjukkan di sini. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

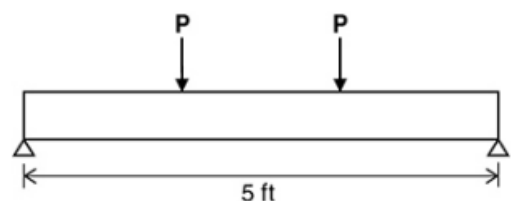


- Semua kegiatan dalam tahap E harus selesai sebelum dimulainya tahap G.
- Satu-satunya tahap yang sesuai atau lebih cepat dari jadwal adalah G.
- Tahap A dan D terlambat dari jadwal.
- Dari tahap yang sedang berlangsung atau telah selesai, tahap dengan tingkat penyelesaian terendah adalah C dan D.

24. Sebuah proyek pengangkutan tanah baru membutuhkan pemindahan material galian sebanyak 323.000 ft³ (ukuran tanggul) ke lokasi yang berjarak 12 km. Seorang kontraktor yang ikut lelang telah menyelesaikan proyek serupa (ukuran dan cakupannya) 2,5 tahun yang lalu. Harga lelang yang tercatat untuk pekerjaan tersebut adalah Rp.5.250.000 per muatan truk sampah. Faktor inflasi konstruksi tahunan adalah 3,2%. Kontraktor menggunakan armada truk sampah berkapasitas 26 yd³ (tumpukan). Material galian memiliki faktor pengembangan sebesar 25%. Penawaran kontraktor (Rp) harus paling mendekati:

- 2.620.000.000
- 3.020.000.000
- 3.260.000.000
- 3.530.000.000

25. Balok beton tanpa tulangan persegi berukuran 6 inci dibebani dengan pembebanan titik ketiga pada bentang sederhana = 5 kaki. Pengujian dilakukan 28 hari setelah balok beton dicor. Jika kegagalan terjadi akibat retak lentur di sepertiga tengah balok saat beban $P = 800 \text{ lb}$, kuat tekan beton pada 28 hari (lb/in^2) paling mendekati:



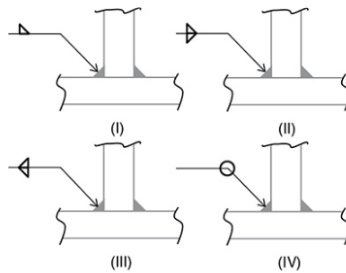
- 6.500
- 5.500
- 4.500
- 3.500



26. Sebuah silinder beton berdiameter 6 inci x tinggi 12 inci mengalami kegagalan akibat beban transversal sebesar 55.000 lb pada umur 28 hari dalam uji silinder terpisah. Kuat tekan beton pada umur 28 hari (lb/in^2) paling mendekati:

- 6.200
- 5.200
- 4.200
- 3.200

27. Manakah dari simbol las berikut yang salah?



- Hanya I dan IV
- Hanya I dan II
- Hanya II dan III
- Hanya I, III, dan IV

28. Campuran beton memiliki komponen-komponen berikut:

Semen:	160 lb
Pasir basah (kadar air = 5%):	290 lb
Agregat kasar basah (kadar air = 3%):	420 lb
Air tambahan:	56 lb
Udara:	3% (berdasarkan volume)

Spesifikasi berikut diberikan:

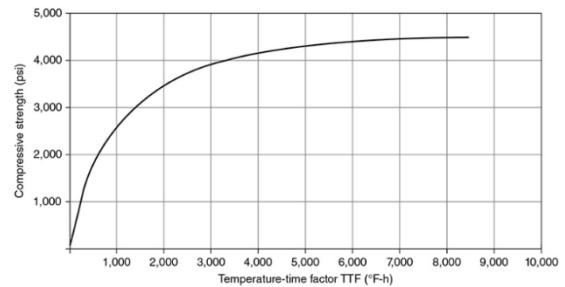
Semen	berat jenis = 3,15
Pasir SSD	(kadar air = 0,7%) berat jenis = 2,70
Agregat kasar SSD	(kadar air = 0,5%) berat jenis = 2,60

Berat satuan beton (lb/ft^3) paling mendekati:

- 140
- 142
- 144
- 146



29. Spesifikasi untuk pekerjaan konstruksi menyatakan bahwa bekisting dinding dapat dilepas setelah beton mencapai kuat tekan 3.400 psi. Kurva kematangan (Nurse-Saul) untuk beton ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Hidrasi semen diasumsikan berhenti di bawah suhu 30°F. Suhu beton pada saat pembukaan adalah 70°F. Jumlah jam yang harus ditunggu kontraktor sebelum melepas bekisting paling mendekati:

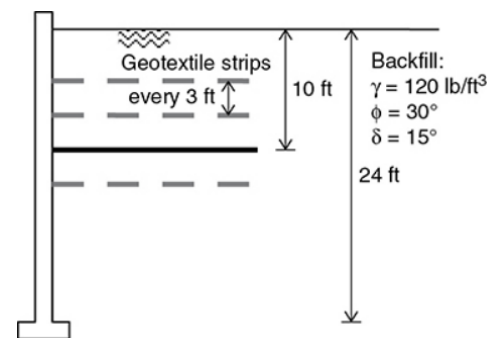


- a. 24
- b. 36
- c. 48
- d. 60

30. Silinder beton diuji sebagai bagian dari program QA/QC untuk struktur bangunan. Probabilitas dasar pengujian masing-masing silinder pada atau di atas kekuatan target adalah 90%. Jika tingkat keyakinan yang diinginkan adalah 80%, jumlah minimum silinder yang harus diuji bebas cacat adalah yang paling mendekati:

- a. 16
- b. 12
- c. 9
- d. 5

31. Sebuah dinding penahan (tinggi = 24 kaki) ditunjukkan pada gambar berikut. Beban lateral ditahan oleh selimut geotekstil yang diberi jarak vertikal 3 kaki seperti yang ditunjukkan. Sudut gesek antara tanah urugan dan strip penguat adalah $\delta = 15^\circ$. Panjang strip penguat yang dibutuhkan (kaki) pada kedalaman D = 10 kaki di bawah permukaan adalah yang paling mendekati:



- a. 2
- b. 10
- c. 8
- E. 16

32. Dinding setinggi 14 kaki (4,5 m) dipasang dengan kecepatan 4 kaki/jam. Beton ringan (135 pcf) terbuat dari semen Tipe I dan campuran retarder. Suhu beton rata-rata adalah 60°F (15°C). Tekanan desain lateral yang diberikan oleh beton segar paling mendekati:

- a. 870
- b. 750
- c. 900



d. 725

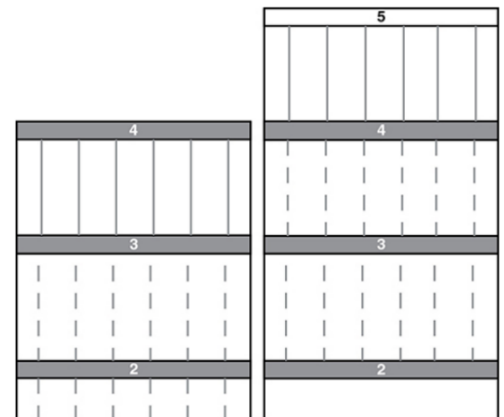
33. Menurut OSHA, lifeline harus diamankan di atas titik operasi ke jangkar atau anggota struktural yang mampu menopang beban mati minimal:

- a. 5.000 lb (2.200 kg)
- b. 4.500 lb (1.200 kg)
- c. 4.000 lb (1.200 kg)
- d. 3.200 lb (1.100 kg)

34. Sebuah bangunan beton bertingkat sedang dibangun menggunakan satu tingkat penopang dan dua tingkat penopang ulang. Beban mati pelat lantai diberi nilai D . Beban hidup konstruksi (akibat kehadiran pekerja dan peralatan) adalah $0,3D$, berat bekisting dan penopang adalah $0,1D$, dan berat penopang ulang adalah $0,05D$. Pada tahap tertentu proyek, ketika pelat cor terakhir (no.

4) telah mengeras dan dapat menopang dirinya sendiri. Pada tahap konstruksi berikutnya, reshore di bawah level 2 dibongkar dan diterbangkan ke level 4, dan pelat untuk lantai 5 dituang. Pada akhir tahap ini, beban pada reshore di bawah level 4 adalah:

- A. $1,34D$
- B. $1,12D$
- C. $1,05D$
- D. $0,98D$



35. Setiap kali dinding pasangan bata dibangun, zona akses terbatas harus dibuat. Manakah dari pernyataan berikut yang benar?

- a. Zona akses terbatas harus memiliki panjang yang sama di kedua sisi dinding.
- b. Lebar zona akses terbatas harus sama dengan tinggi dinding ditambah 2 kaki.
- c. Lebar zona akses terbatas harus sama dengan tinggi dinding ditambah 4 kaki.
- d. Jika disediakan di sepanjang dinding, lebar zona akses terbatas didasarkan pada pertimbangan kontraktor.

36. Selama konstruksi bangunan baja rangka momen biasa, total beban insiden pada balok adalah sebagai berikut:

Gerobak beroda pengangkut material – Berat muatan satu gerobak
= 600 lb dengan maksimum tiga kendaraan sekaligus

Dua pekerja

Beban mati total = 15 k

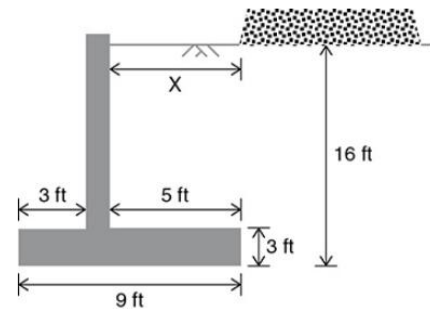
Beban horizontal nominal (lb) yang harus digunakan dalam desain balok dan sambungannya paling mendekati:

- a. 100



- b. 120
- c. 180
- d. 300

37. Dinding penahan memberikan dukungan lateral pada timbunan granular ($\phi = 34^\circ$) hingga ketinggian 16 kaki seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Permukaan timbunan horizontal dan digunakan untuk menimbun material galian dari lokasi. Jarak setback minimum X (kaki) paling mendekati:



- A. 8,5
- B. 11,9
- C. 13,5
- D. 15,0

38. Selama 8 jam kerja sehari, seorang pekerja konstruksi terpapar tingkat kebisingan berikut:

< 90 dB	3 jam
90 dB	3 jam
95 dB	1 jam
100 dB	1 jam

Menurut OSHA, faktor paparan kebisingan untuk pekerja ini paling mendekati:

- a. 0,89
 - b. 0,94
 - c. 1,07
 - d. 1,12
39. Catatan keselamatan untuk pabrik fabrikasi baja adalah sebagai berikut:

Total jumlah karyawan penuh waktu	400
Rata-rata jumlah jam kerja selama setahun	1.970
Total jumlah kematian	0
Total jumlah kasus dengan hari libur kerja	13 kasus
Total jumlah hari libur kerja	120 hari
Total kasus lain yang dapat dicatat	18 kasus

Berapa tingkat kasus tercatat tahunan yang paling mendekati, sebagaimana didefinisikan oleh OSHA?

- A. 5
- B. 8
- C. 18
- D. 31



40. Penutupan jalan sementara (tidak melebihi 20 menit pada siang hari) ditetapkan di sekitar zona kerja sepanjang 1.250 kaki (termasuk ruang penyangga) di jalan bebas hambatan. Jarak (kaki) dari garis tengah zona kerja ke lokasi rambu PEKERJAAN JALAN DI DEPAN paling mendekati:
- a. 4.800
 - b. 5.800
 - c. 6.800
 - d. 7.800



BAB 8

SOLUSI UJIAN KELUASAN NO. 1

Solusi terperinci ini ditujukan untuk pertanyaan 1 hingga 40, mewakili ujian kelulusan berdurasi 4 jam sesuai dengan silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Satu set bekisting akan baru (luas kedua sisi = $2 \times 12 \times 20 = 480 \text{ ft}^2$) dan dua set (luas = 960 ft^2) akan digunakan kembali. Volume beton, tidak termasuk limbah:

$$V_c = 12 \times 60 \times 1 = 720 \text{ ft}^3 = 26.67 \text{ yd}^3$$

Volume total beton, termasuk limbah: $V_c = 1.1 \times 26.67 = 29.33 \text{ yd}^3$

Oleh karena itu, biaya pemasangan bekisting $4.30 \times 480 + 1.30 \times 960$
= Rp. 20.022.000

Biaya pembongkaran bekisting = $1.05 \times 1440 = \text{Rp. } 15.120.000$

Biaya beton (termasuk limbah) = $120 \times 29.33 = \text{Rp. } 35.196.000$

Biaya tulangan (tidak termasuk limbah) = $25 \times 26.67 = \text{Rp. } 6.667.500$

Total biaya = Rp. 77.005.500 (D0)

2. Tarif tenaga kerja kru:

$$\frac{1 \times 30 + 2 \times 18 + 1 \times 12}{4} = 19.50/\text{L.H.}$$

Area:

$$A = 2 \times (35 + 25) \times 14 + 35 \times 25 - 85 = 2,470 \text{ ft}^2$$

Biaya tenaga kerja:

$$2470 \text{ ft}^2 \div \frac{150 \text{ ft}^2}{\text{LH}} \times \frac{19.50}{\text{LH}} + 2470 \text{ ft}^2 \div \frac{50 \text{ ft}^2}{\text{LH}} \times \frac{19.50}{\text{LH}} = 1,284.40 \times 10.000$$

$$= 12.844.000 (B)$$

3. A memiliki $ES_A = 0, EF_A = 4$

D memiliki (satu pendahulu A) $ES_D = 4, EF_D = 11$

B memiliki $ES_B = 0, EF_B = 3$

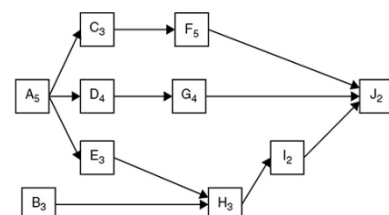
E memiliki (satu pendahulu B) $ES_E = 3, EF_E = 9$

G memiliki $ES_G =$ yang lebih besar dari $EF_D = 11$ dan $EF_E = 9$.

Oleh karena itu, $ES_G = 11$ minggu. (C)

4. Aktivitas pada versi simpul jaringan ditampilkan sebagai berikut. Setiap tugas diberi label durasinya dalam subskrip. Progres penyelesaian sebagai berikut (ES: mulai lebih awal; EF: selesai lebih awal)

Aktivitas A: $ES_A = 0; EF_A = 5$



Aktivitas D: hanya memiliki satu pendahulu (A). $ES_D = 5$; $EF_D = 9$

Aktivitas G: Lag FF = 5 dengan D. $EF_G = 14$

Aktivitas J: memiliki beberapa pendahulu (F, G, I), yang waktu EF-nya (tidak ditampilkan) masing-masing adalah 13, 14, dan 13. Oleh karena itu, $ES_J = 14$; $EF_J = 16$. Jalur kritisnya adalah ADGJ (panjang 16 bulan).

Jawabannya adalah (B)

5. Indeks kinerja biaya dihitung sebagai

$$CPI = \frac{BCWP}{ACWP} = \frac{488,000}{510,000} < 1$$

Oleh karena itu, proyek saat ini melebihi anggaran Indeks kinerja jadwal dihitung sebagai

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS} = \frac{488,000}{435,000} > 1$$

Oleh karena itu, proyek saat ini lebih cepat dari jadwal. (A)

6. Muatan truk = 10 ton = 20.000 lb tanah

Volume tanah dalam setiap muatan truk = $20.000 \div 165 = 121,2 \text{ ft}^3 = 4,49 \text{ yd}^3$.

Dengan demikian, truk bergerak 4,49 yd³ setiap 30 menit.

Jadi, dalam 10 jam kerja sehari, satu truk melakukan 600 menit/30 menit

$$= 20 \text{ perjalanan, memindahkan } 20 \times 4,49 = 90 \text{ yd}^3.$$

Dalam 8 hari, satu truk bergerak 720 yd³.

Jumlah total truk yang dibutuhkan = $4.200/720 = 5,83$. Gunakan 6 truk. (B)

7. Solusi ini mengasumsikan bahwa kondisi kritis adalah tanah terguling akibat hembusan angin.

Gaya angin resultan pada rambu = $14 \times 18 \times 55 / 144 = 96,25 \text{ lb}$

Tinggi ke pusat rambu = 41 in

Momen guling terhadap tumit miring = $96,25 \times 41 = 3.946,3 \text{ lb-in}$

Momen stabilisasi = $W_{\text{bucket}} \times 7 \text{ in} = 3.946,3$. Oleh karena itu, $W_{\text{bucket}} = 563,8 \text{ lb}$. (D)

8. Untuk timbunan horizontal, dan mengabaikan gesekan antara bagian belakang dinding dan timbunan (yaitu, menggunakan teori Rankine):

$$\phi = 34^\circ \rightarrow K_a = 0.283$$

Gaya tekanan tanah resultan:

$$R_a = \frac{1}{2} \times 0.283 \times 120 \times 17^2 = 4,900 \text{ lb/ft}$$



Gaya gravitasi total (berat komponen dinding beton dan tanah di atas tumit) adalah

$$W = (11 \times 3 + 14 \times 1) \times 150 + 6 \times 14 \times 120 = 17,130 \text{ lb/ft}$$

Gaya gesek yang tersedia: $F_f = W \tan 20 = 6,234.8 \text{ lb/ft}$

Faktor keamanan untuk ketidakstabilan geser:

$$FS = \frac{6,235}{4,900} = 1.27 \quad (\text{A})$$

9. Tekanan dukung yang diberikan pada tanah: $q = \frac{P}{B^2} = \frac{6000}{12^2} = 41.67 \text{ psi}$

Penurunan: $\Delta = \frac{q}{k} = \frac{41.67}{500} = 0.083 \text{ in} \quad (\text{C})$

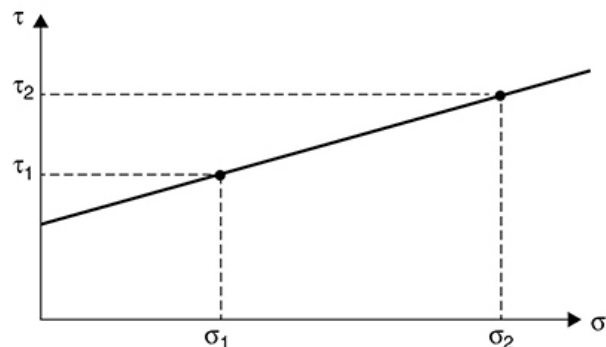
10.

Untuk sampel A:	Normal stress	$\sigma_1 = 1,000 \text{ psf}$
	Shear stress	$\sigma_2 = 3,000 \text{ psf}$
Untuk sampel B:	Normal stress	$\tau_1 = 675 \text{ psf}$
	Shear stress	$\tau_2 = 2,025 \text{ psf}$

Sudut gesekan dihitung dari

$$\tan \phi = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{2,025 - 675}{3,000 - 1,000} = 0.675 \Rightarrow \phi = 34^\circ$$

$$\text{Cohesion: } c = \frac{\tau_1 \sigma_2 - \tau_2 \sigma_1}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{675 \times 3,000 - 2,025 \times 1,000}{3,000 - 1,000} = 0 \quad (\text{A})$$



11. Berikut ini adalah nilai-nilai Terzaghi untuk faktor daya dukung atau sudut gesek $\phi = 10^\circ$

$$N_c = 9.6; N_q = 2.7; N_\gamma = 0.56$$

Untuk tanah dengan sudut gesek internal yang kecil, kohesi kira – kira setengah dari kuat tekan bebas = 1.200 lb/ft^2 .

Untuk tapak persegi, persamaan daya dukung Terzaghi menghasilkan:

$$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$



$$q_{ult} = 1.3 \times 1200 \times 9.6 + 122 \times 3 \times 2.7 + 0.4 \times 122 \times B \times 0.56 = 15,964 + 27B$$

$$q_{all} = \frac{a_{ult}}{FS} = \frac{15,964 + 27B}{3} = 5,321 + 9B$$

Beban dukung yang diizinkan (lb) harus lebih besar dari beban kolom yang diterapkan:
 $(5,321 + 9B)B^2 \geq 80,000 \Rightarrow B \geq 3.87 \text{ ft}$ (C)

12. Untuk sampel 5, nilai N lapangan = $11 + 14 = 25$

Sampel 5 membentang dari kedalaman 13,5 kaki hingga 15,0 kaki. Kedalaman yang sesuai dengan pusat efektif sampel adalah 14,5 kaki.

GWT berada pada kedalaman 8 kaki.

Pada kedalaman 14,5 kaki, tegangan vertikal efektif akibat 6 kaki lempung yang tidak terendam + 2 kaki pasir yang tidak terendam + 6,5 kaki pasir terendam:

$$\sigma'_v = 130 \times 6 + 120 \times 2 + (120 - 62.4) \times 6.5 = 1394.4 \text{ psf} = 0.7 \text{ tsf}$$

Faktor koreksi beban berlebih (Liao & Whitman): $C_N = \sqrt{\frac{1}{0.7}} = 1.2$

Nilai N terkoreksi = $1,2 \times 25 = 30$. (C)

13. Faktor keamanan diberikan oleh:

$$FS = \frac{c}{\gamma H \cos^2 \beta \tan \beta} + \frac{\tan \phi}{\tan \beta}$$

Untuk lapisan riprap:

$$FS = 0 + \frac{\tan 36}{\tan 30} = 1.26$$

Untuk tanah:

$$FS = \frac{600}{125 \times 20 \times \cos^2 30 \tan 30} + \frac{\tan 28}{\tan 30} = 0.55 + 0.92 = 1.47$$

FS yang berlaku adalah 1,26 (A)

14. Dengan menggunakan aturan tuas, reaksi pada tumpuan kiri:

$$R_A = 42 \times \frac{13.5}{20} + 20 \times \frac{5}{20} = 33.35$$

Pada awal beban terdistribusi ($x = 3$), geser = 33,35

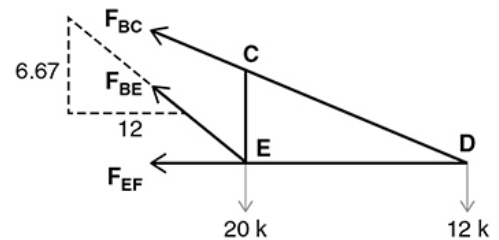
Karena beban terdistribusi diterapkan pada 6 k/kaki, maka dibutuhkan $33,35/6 = 5,56$ kaki untuk geser = 0



Diukur dari tumpuan kiri, $X = 8,56$ kaki. (B)

15. Membuat penampang melalui BC, BE, dan EF, lalu mengambil momen terhadap D (bagian BC dan EF melewati titik D, sehingga tidak akan ada dalam persamaan ini)

$$\sum M_D = \frac{6.67}{13.73} F_{BE} \times 12 - 20 \times 12 = 0 \Rightarrow F_{BE} = +41.17 \text{ k}$$



Jawabannya adalah (D)

16. Pada tumpuan, gaya-gaya dalam adalah:

$$\text{Gaya geser: } V = 10 \sin 40 = 6,428 \text{ k}$$

$$\text{Gaya aksial: } A = 10 \cos 40 = 7,660 \text{ k}$$

$$\text{Momen lentur: } M = 10 \sin(40) \times 60 + 10 \cos(40) \times 20 = 538,9 \text{ k-in (searah jarum jam)}$$

Karena gaya aksial bersifat tarik, tegangan (tensi) maksimum pada tepi atas adalah:

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{My}{I} = \frac{10}{6 \times 8} + \frac{538.9 \times 4}{\frac{1}{12} \times 6 \times 8^3} = 0.21 + 8.42 = 8.63 \quad (A)$$

17. Menuliskan persamaan kesetimbangan di C:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \frac{3}{\sqrt{10}} T_2 = \frac{1}{\sqrt{5}} T_3 \Rightarrow 0.9487 T_2 = 0.4472 T_3$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{10}} T_2 + \frac{2}{\sqrt{5}} T_3 = 3 \text{ tons} \Rightarrow 0.3162 T_2 + 0.8944 \times 2.1214 T_2 = 3 \text{ tons} \\ \Rightarrow T_2 = 1.355 \text{ tons}$$

Menuliskan persamaan kesetimbangan di B:

$$\sum F_x = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} T_1 = \frac{3}{\sqrt{10}} T_2 \Rightarrow 0.7071 T_1 = 0.9487 T_2 \Rightarrow T_1 = 1.818 \text{ tons}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} T_1 - \frac{1}{\sqrt{10}} T_2 - F = 0 \Rightarrow F = 0.7071 T_1 - 0.3162 T_2 = 0.86 \text{ tons} \\ = 1,714 \text{ lb} \quad (B)$$

18. Rentang suhu yang menyebabkan pemuaian balok adalah dari 65°F hingga 95°F. Pemuaian balok akibat $\Delta T = 30^\circ\text{F}$ ini adalah:

$$\Delta L_T = \alpha L \Delta T = 7.3 \times 10^{-6} \times 90 \times 30 = 0.0197 \text{ ft} = 0.24 \text{ in.} \quad (C)$$



19. Momen maksimum:

$$M = \frac{wL^2}{8} = \frac{2.75 \times 25^2}{8} = 214.8 \text{ k} \cdot \text{ft} = 2578 \text{ k-in}$$

Modulus bagian yang dibutuhkan:

$$S_{\text{reqd}} = \frac{M}{\sigma_{\text{all}}} = \frac{2578}{32} = 80.6 \text{ in}^3 \rightarrow \text{W12} \times 65 \quad (D)$$

20. Perimeter basah: $P = 12 + 2 \times 4.6 = 21.2 \text{ ft}$

Luas aliran: $A = 12 \times 4.6 = 55.2 \text{ ft}^2$

Jari-jari hidrolik: $R = \frac{A}{P} = \frac{55.2}{21.2} = 2.60 \text{ ft}$

Menurut Chezy-Manning, kecepatan rata-rata:

$$V = \frac{1.486}{0.014} \times 2.6^{2/3} \times \sqrt{0.004} = 12.69 \text{ fps}$$

Laju aliran:

$$Q = VA = 12.69 \times 55.2 = 700 \text{ cfs}$$

Solusi alternatif (menggunakan tabel untuk parameter aliran K – *All In One* Tabel)

Untuk rasio kedalaman $\frac{d}{b} = \frac{4.6}{12} = 0.383 \rightarrow K = 0.1385$ (Table 303.3)

Laju aliran:

$$Q = \frac{1.486}{0.014} \times 0.1385 \times 12^{8/3} \times \sqrt{0.004} = 701.8 \text{ cfs} \quad (\text{Equation 303.36}) \quad (B)$$

21. Ketinggian di belakang bendung = $127,50 - 124,72 = 2,78$ kaki

Debit yang melewati bendung (dengan asumsi koefisien bendung = 3,33) adalah

$$Q = CbH^{3/2} = 3.33 \times 5 \times 2.78^{3/2} = 77.2 \text{ cfs} = 49.9 \text{ MGD} \quad (A)$$

22. Pertanyaan tersebut mengarahkan kita untuk menggunakan Metode Rasional, meskipun biasanya tidak digunakan untuk area yang lebih luas dari sekitar 100 hektar. Waktu konsentrasi = waktu aliran permukaan terpanjang = 45 menit

Dari kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi, untuk badai 20 tahun, dengan durasi = 45 menit, kita mendapatkan intensitas $I = 3,7 \text{ in/jam}$.

Koefisien komposit Rasional C diberikan oleh:



$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} = \frac{0.4 \times 80 + 0.2 \times 80 + 0.9 \times 50 + 0.6 \times 90 + 0.2 \times 70}{370} = 0.44$$

Pembuangan limpasan metode rasional:

$$Q = CiA = 0.44 \times 3.7 \times 370 = 603 \frac{\text{ac} \cdot \text{in}}{\text{hr}} = 608 \text{ ft}^3/\text{sec} \quad (B)$$

23. Laju aliran pada akhir jam kedua dihitung sebagai superposisi efek jam pertama (dengan jeda 2 jam, karena jam pertama curah hujan berlebih DIMULAI pada $t = 0$) dan efek jam kedua (dengan jeda 1 jam). Masing-masing ordinat ini diskalakan berdasarkan kedalaman curah hujan berlebih yang sesuai (masing-masing 1,7 inci dan 0,8 inci).

$$Q_3 = 95 \times 1.7 + 30 \times 0.8 = 185.5 \text{ cfs} \quad (D)$$

24.

ID Stasiun Pengukur Hujan	Area (A)	Kedalaman D (in)	A × D
A-1	2.1	1.7	3.57
A-2	3.2	2.1	6.72
A-3	5.2	1.9	9.88
B-1	2.9	1.2	3.48
B-2	4.9	1.1	5.39
B-3	6.1	0.9	5.49
B-4	3.1	1.5	4.65
B-5	2.2	2.0	4.40
	29.7		43.58

Kedalaman curah hujan rata-rata (in) diberikan oleh rata-rata tertimbang:

$$\bar{P} = \frac{\sum D_i A_i}{\sum A_i} = \frac{43.58}{29.7} = 1.47 \quad (C)$$

25. Laju aliran $Q = 950 \text{ gpm} = 2,12 \text{ cfs}$

Mengabaikan kehilangan energi pada reduksi,

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} \Rightarrow \frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + z_2 - z_1$$

Karena pipa tersebut horizontal, maka $z_1 = z_2$

Kecepatan di bagian hulu:

$$V_1 = \frac{Q}{A} = \frac{2.12}{\frac{\pi (6)^2}{4 (12)}} = \frac{2.12}{0.196} = 10.8 \text{ fps}$$

Secara kontinuitas, karena rasio luas permukaan adalah 4: 1, rasio kecepatannya harus 1: 4. Jadi, $V_2 = 43,1 \text{ fps}$



$$\frac{p_1 - p_2}{\gamma} = \frac{43.1^2 - 10.8^2}{2 \times 32.2} + 0 = 27.1 \text{ ft}$$

Karena 1 atm = 33,9 kaki H₂O = 14,7 psi, kehilangan tekanan sebesar 27,1 kaki setara dengan kehilangan tekanan sebesar 11,75 psi. (D)

26. Karena aliran terjadi hanya karena gravitasi, penerapan persamaan Bernoulli antara dua permukaan reservoir akan menghasilkan:

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} - h_f = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma}$$

Karena kedua permukaan reservoir memiliki kecepatan yang dapat diabaikan dan keduanya berada pada tekanan atmosfer,

$$V_1 = V_2 \approx 0 \quad \& \quad p_1 = p_2 = p_{\text{atm}}$$

$$h_f = z_2 - z_1 = 70 \text{ ft}$$

Panjang ekuivalen pipa:

$$L_{\text{eq}} = 2,500 + 55 = 2,555 \text{ ft}$$

$$h_f = 70 = f \frac{L V^2}{D 2g} = 0.02 \times \frac{2,555}{2} \times \frac{V^2}{64.4} \Rightarrow V = 13.3 \text{ fps}$$

Laju aliran:

$$Q = V \times A = 13.3 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 = 41.73 \text{ cfs} \quad (\text{A})$$

27. Jari-jari kurva adalah: $R = \frac{5,729.578}{D} = \frac{5,729.578}{4} = 1,432.4 \text{ ft}$

Panjang garis singgung adalah jarak dari PC ke PI:

$$T = \sqrt{(1,232.56 - 509.72)^2 + (123.32 + 172.11)^2} = 780.88 \text{ ft}$$

Azimuth garis singgung belakang dihitung dari:

$$\begin{aligned} \tan Az &= \frac{\Delta E}{\Delta N} = \frac{-172.11 - 123.32}{509.72 - 1,232.56} \Rightarrow Az \\ &= 202.23^\circ (\text{sudut kuadran ketiga karena } \Delta E \text{ dan } \Delta N \text{ keduanya negatif}) \end{aligned}$$

Sudut defleksi: $I = 2 \tan^{-1} \left(\frac{T}{R} \right) = 57.2^\circ$ ke kiri (berlawanan arah jarum jam)

Oleh karena itu, azimut garis singgung maju = $202,23 - 57,2 = 145,03$



Perubahan koordinat dari PI ke PT (menggunakan panjang garis singgung $T = 780,88$ kaki)

$$\Delta N = T \cos Az = 780,88 \times \cos 145,03 = -639,90 \text{ ft}$$

$$\Delta E = T \sin Az = 780,88 \times \sin 145,03 = +447,56 \text{ ft}$$

Koordinat PT: (509,72 - 639,90, -172,11 + 447,56) atau (130,18 S, 275,45 E) (D)

28. Offset tangen di setiap lokasi pada kurva vertikal = $\frac{1}{2} Rx^2$

Pada ujung kurva (yaitu, di PVT) $x = L$, oleh karena itu offset tangen =

$$\frac{1}{2} \frac{G_2 - G_1}{L} L^2 =$$

$$\frac{(G_2 - G_1)L}{2}$$

Untuk kurva puncak, offset vertikal adalah negatif, oleh karena itu:

$$\frac{(-4 - 5)L}{2} = -17,65 \Rightarrow L =$$

3.9222 stra

Oleh karena itu, karena PVC adalah setengah panjang kurva di hulu PVI:

Sta. PVC = sta. PVI - 1,9611 = 123,325 - 1,9611 = 121,3639 (121 + 36,39) (D)

29. Pejalan kaki yang menggunakan jalur pejalan kaki pada jam pertama = $0,9 \times 0,3 \times 40.000 = 10.800$ ped/jam (rata - rata per jam)

Aliran puncak selama jam pertama = $10.800 \div 0,88 = 12.273$ ped/jam = 204,5 ped/menit

Laju aliran puncak = $204,5 \div 32 = 6,4$ ped/menit/kaki (C)

30. Ukuran bukaan untuk saringan no. 200 = 0,075 mm. Dari kurva distribusi ukuran partikel, persentase lolos yang sesuai dengan ukuran ini adalah $F_{200} = 12\%$. Karena kurang dari 50%, tanah berbutir kasar. Huruf pertama adalah S atau G. Ini menghilangkan pilihan C dan D. Dua pilihan lainnya adalah "pasir" (huruf pertama S), oleh karena itu, *dengan pilihan jawaban ini*, kita tidak perlu membedakan antara G atau S. Persentase lolos saringan no. 4 (ukuran saringan 4,75 mm), $F_4 = 98\%$. % tertahan $R_4 = 2\%$. Ini kurang dari setengah fraksi kasar = $100 - 12 = 88\%$. Tanah sebagian besar berpasir (bukan kerikil). Huruf pertama adalah S.

Tiga titik yang ditandai pada kurva gradasi sesuai dengan 10%, 30%, dan 60% lolos.

$$D_{10} = 0,065 \text{ mm}, D_{30} = 0,18 \text{ mm}, D_{60} = 0,5 \text{ mm}$$



$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{0.5}{0.065} = 7.7 \text{ and } C_z = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{0.18^2}{0.065 \times 0.5} = 1.0$$

Kriteria untuk gradasi baik kurang lebih terpenuhi. Satu-satunya pilihan yang sesuai adalah SW. (A)

31. Berat satuan sampel tanah: $\gamma = \frac{3.64}{0.031} = 117.4 \text{ lb/ft}^3$

Volume air yang ditambahkan hingga semua rongga terisi = 5,6 ons. Ini haruslah volume udara dalam sampel awal.

$$V_{\text{air}} = 5.6 \text{ oz} = 0.00585 \text{ ft}^3$$

Oleh karena itu, volume yang tersisa ditempati oleh padatan tanah dan air.

$$V_s + V_w = 0.031 - 0.00585 = 0.02515 \text{ ft}^3 \quad (\text{a})$$

Karena kedua unsur ini memberikan kontribusi terhadap berat tanah, maka kita menuliskan ekspresi untuk berat sampel:

$$2.65 \times 62.4 \times V_s + 62.4 \times V_w = 3.64 \quad (\text{b})$$

Jika kita selesaikan persamaan (a) dan (b), kita peroleh: $V_s = 0.020 \text{ ft}^3$

Berat padatan: $W_s = 3.326 \text{ lb}$

Berat satuan kering tanah: $\gamma_d = 3.326 \div 0.031 = 107.3 \text{ lb/ft}^3 \quad (\text{c})$

32. Untuk setiap karung semen (berat = 94 lb)

Pasir (SSD): Berat = $1,8 \times 94 = 169,2 \text{ lb}$ (ini mewakili pasir dengan kadar air 0,5%)

Jika pasir basah (m. c. = 6%) digunakan, maka kandungan air bebasnya = $5,5/100,5 \times 169,2 = 9,26 \text{ lb}$

Agregat kasar (SSD): $W = 2,6 \times 94 = 244,4 \text{ lb}$ (ini mewakili agregat dengan kadar air 0,7%)

Jika agregat basah (m. c. = 4%) digunakan, maka kandungan air bebasnya = $3,3/100,7 \times 244,4 = 8,01 \text{ lb}$

Total air tambahan = $9,26 + 8,01 = 17,27 \text{ lb} = 2,07 \text{ gal}$ ($8,3454 \text{ lb/gal H}_2\text{O}$)

Total air = $5,8 + 2,07 = 7,87 \text{ gal/karung (C)}$

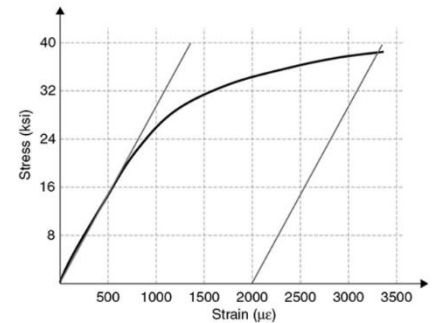
33. Tegangan luluh = 36 ksi

Modulus elastisitas baja = 29.000 ksi



Regangan luluh: $\varepsilon_y = \frac{\sigma_y}{E} = \frac{36}{29,000} = 0.00124 = 0.124\%$ (B)

34. Dengan menggunakan metode offset 0,2% (menggambar garis sejajar dengan garis singgung awal melalui offset regangan = 0,2% = 2000 $\mu\varepsilon$), tegangan luluh adalah 38 ksi. Penampang kupon (pada penampang uji) adalah $A = 0,5 \times 0,25 = 0,125 \text{ in}^2$ Gaya aksial yang menyebabkan luluh (pada 38 ksi) = $38.000 \times 0,125 = 4.750 \text{ lb}$ (B)



35. Volume cetakan Proctor standar adalah $1/30 \text{ ft}^2$. Volume ini digunakan untuk mengurangi massa tanah bersih menjadi berat satuan basah. Misalnya, untuk sampel 1: $3,2 \text{ lb} \div (1/30) = 96 \text{ lb/ft}^2$
Berat satuan total kemudian dikonversi menjadi berat satuan kering menggunakan rumus $\gamma_d = \gamma/(1 + w) = 96/1,128 = 85,1$

Berat Tanah (lb)	Kadar Air (%)	Berat Satuan (pcf)	Berat Satuan Kering (pcf)
3.20	12.8	96.0	85.1
3.78	13.9	113.4	99.6
4.40	15.0	132.0	114.8
4.10	15.7	123.0	106.3
3.70	16.6	111.0	95.2
3.30	18.1	99.0	83.9

Berat satuan kering maksimum = $114,8 \text{ lb/ft}^3$ (D)

36. Dengan menggunakan metode luas ujung rata-rata, kami menghitung total volume potongan antara stasiun 0 + 0,00 dan 4 + 0,00 sebagai berikut:

$$V_c = \frac{100}{2} [245.0 + 546.2 + 2 \times (312.5 + 111.5 + 234.5)] = 105,410 \text{ ft}^3$$

Demikian pula, volume pengisian yang tidak disesuaikan antara stasiun 0 + 0 dan 4 + 0 adalah:

$$V_f = \frac{100}{2} [423.5 + 514.5 + 2 \times (176.3 + 303.0 + 188.4)] = -113,670 \text{ ft}^3$$

Dengan menyesuaikan volume isi untuk penyusutan (faktor penyusutan = 0,85), kita memiliki

$$V_f = -113,670 \div 0.85 = -133,729.4 \text{ ft}^3$$



Total pekerjaan tanah antara $0 + 0,00$ dan $4 + 0,00 = 105.410 - 133.729,4 = -28.319,4 \text{ ft}^3 = -1.048,87 \text{ yd}^3$

Koordinat diagram massa di stasiun $4 + 0,00$ adalah $+400 - 1.048,87 = -648,87$ (A)

37. Informasi pada patok menunjukkan bahwa ini adalah patok drainase yang mengidentifikasi fitur denah 13-A (opsi B), yaitu kisi-kisi yang garis tengahnya berjarak 15,35 kaki dari patok (opsi C). Elevasi 823,23 mengacu pada elevasi permukaan tanah di lokasi patok (dan bukan pada pembalikan garis aliran, seperti yang ditunjukkan oleh opsi A). Satu-satunya pilihan yang salah adalah (A)

38. Panjang minimum 50 kaki. Lebar minimum 10 kaki. Batu 2–3 inci dengan kedalaman 6 inci di atas kain geotekstil. Jawabannya adalah (D)

39. Penopang (I) umumnya digunakan untuk menopang struktur yang sudah ada guna mencegah kemungkinan hilangnya daya dukung akibat penggalian di dekatnya. Dinding lumpur (III) dapat digunakan untuk "mengisolasi" struktur sensitif dari aktivitas konstruksi. (B)

40. Pada tingkat pengembalian (i), nilai sekarang seharusnya nol.

Pengeluaran modal Rp. 3.500.000.000 adalah nilai saat ini (P) NEGATIF

Pengurangan biaya tahunan Rp. 250.000.000 adalah anuitas (A) POSITIF

Peningkatan nilai sisa Rp. 2.000.000.000 adalah jumlah masa depan (F) POSITIF

Dengan mengonversi semua ini menjadi nilai sekarang, nilai kekayaan bersih sekarang dapat dituliskan:

$$PW = -350 + 25 \left(\frac{P}{A}, i, 20 \text{ yrs} \right) + 200 \left(\frac{P}{F}, i, 20 \text{ yrs} \right) = 0$$

Untuk $i = 5\%$, $PW = 37\text{k}$

Untuk $i = 6\%$, $PW = -0,9\text{k}$ Jawaban sebenarnya 5,97%

Jawabannya (C)



Kunci Jawaban untuk Ujian Keluasan No. 1

1	D
2	B
3	C
4	B
5	A
6	B
7	D
8	A
9	C
10	A

11	C
12	C
13	A
14	B
15	D
16	A
17	B
18	C
19	D
20	B

21	A
22	B
23	D
24	C
25	D
26	A
27	D
28	D
29	C
30	A

31	C
32	C
33	B
34	B
35	D
36	A
37	A
38	D
39	B
40	C



BAB 9

SOLUSI UJIAN KELUASAN NO. 2

Solusi terperinci ini ditujukan untuk soal tersebut, mewakili ujian kelulusan berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Penggalan untuk balok tanah memiliki lebar dasar = 3 kaki, kemiringan sisi 1: 1, dan kedalaman 2 kaki, sehingga menghasilkan lebar atas: $T = 3 + 2 \times 2 = 7$ ft

$$\text{Penampang parit: } A = \frac{1}{2} \times (3 + 7) \times 2 = 10 \text{ ft}^2$$

$$\text{Keliling bangunan: } P = 200 \times 2 + 400 \times 2 + 50 \times 2 = 1,300 \text{ ft}$$

$$\text{Volume penggalian: } V = 10 \times 1,300 = 13,000 \text{ ft}^3 = 481.5 \text{ yd}^3$$

$$\text{Produktivitas harian} = 9 \frac{\text{yd}^3}{\text{hr}} \times 8 \frac{\text{hr}}{\text{day}} = 72 \frac{\text{yd}^3}{\text{day}}$$

Jumlah hari = $481,5 \div 72 = 6,7$ hari. Pilih 7 hari sebagai jumlah hari minimum untuk menyelesaikan pekerjaan. (D)

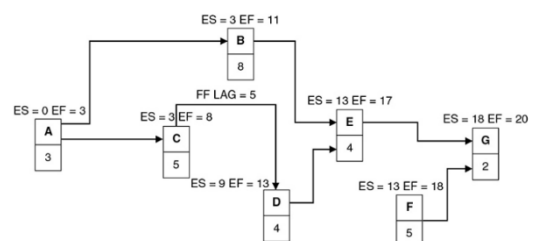
2.

AD	11 minggu	80.000.000
AE	6 minggu	60.000.000
BE	7 minggu	70.000.000
CF	10 minggu	90.000.000

Untuk menyelesaikan proyek dalam 9 minggu, AD harus dipersingkat 2 minggu (perpendek D 2 minggu untuk tambahan Rp. 10.000.000) DAN CF harus dipersingkat 1 minggu (perpendek C 2 minggu untuk tambahan Rp. 30.000.000). Bonus yang diberikan untuk penyelesaian awal 2 minggu adalah Rp. 20.000.000.

Biaya revisi bersih = biaya awal + biaya tambahan – bonus = 240 ribu + 10 ribu + 30 ribu – 20 ribu = Rp. 260.000.000 (D)

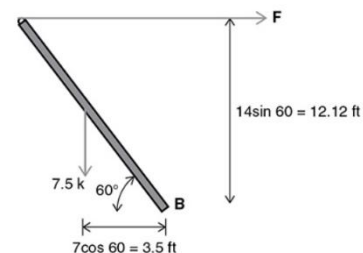
3. Diagram berikut menunjukkan forward pass melalui jaringan. Waktu penyelesaian = 20 (B)



4. Kalsium klorida, karena higroskopis dan tahan terhadap penguapan, merupakan pilihan umum sebagai tindakan pengendalian debu di lokasi konstruksi. (A)
5. Karena outrigger hanya bertumpu di tanah (tidak dijangkarkan), kondisi pembatasnya adalah ketika kaki outrigger sisi jauh (kiri) tidak bereaksi sama sekali. Untuk kondisi ini, kaki bagian dalam menahan beban total 40 ton. (Kebetulan, offset X yang menyebabkan hal ini terjadi adalah 15 kaki dari kesetimbangan momen.) Oleh karena itu, beban maksimum per kaki = 20 ton = 40.000 lb. Berdasarkan tekanan tanah yang diizinkan sebesar 2.800 psf, bantalan outrigger harus memiliki luas minimum = $40/2,8 = 14,3 \text{ ft}^2$ (masing-masing). Dalam hal ini, pilih bantalan yang lebih besar. (C)
6. Sampah yang dihasilkan oleh penduduk asli kota A = $20.000 \times 5 = 100.000 \text{ lb/hari}$
 Pada kepadatan padat 40 lb/ft^3 , volume yang diserap di TPA = $100.000 \div 40 = 2.500 \text{ ft}^3/\text{hari} = 912.500 \text{ ft}^3/\text{tahun} = 33.796 \text{ yd}^3/\text{tahun}$
 Kapasitas tersisa = $1 \times 106/33.796 = 29,6$ tahun
 Sampah yang dihasilkan oleh penduduk kota A yang bertambah = $25.000 \times 5 = 125.000 \text{ lb/hari}$
 Pada kepadatan padat 40 lb/ft^3 , volume yang diserap di TPA = $125.000 \div 40 = 3.125 \text{ ft}^3/\text{hari} = 1.140.625 \text{ ft}^3/\text{tahun} = 42.245 \text{ yd}^3/\text{tahun}$
 Kapasitas tersisa = $1 \times 10^3/42.245 = 23,7$ tahun
 Pengurangan masa pakai = $29,6 - 23,7 = 5,9$ tahun (D)

7. Berat panel dinding ($14'H \times 20'L \times 4''T$) = $80 \times 14 \times 20 \times 4/12 = 7.467 \text{ lb}$
 Menggunakan keseimbangan momen tentang poros B:

$$M_B = 0 \Rightarrow 7.5 \times 3.5 - 12.12F = 0 \Rightarrow F = 2.16k \quad (\text{A})$$



8. Dengan mengabaikan gesekan antara timbunan dan dinding (teori Rankine), koefisien tekanan tanah aktif diberikan oleh (persamaan yang disederhanakan berlaku untuk $\theta = 90, \delta = 0, \beta = 0$):

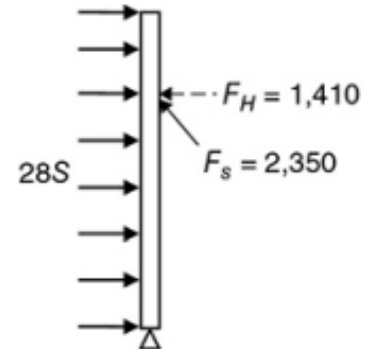
$$K_a = \frac{1 - \sin 31}{1 + \sin 31} = 0.32$$

Resultan tekanan tanah aktif diberikan oleh:

$$R_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 = 0.5 \times 0.32 \times 118.4 \times 15^2 = 4,262.4 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \quad (\text{C})$$

$$9. \quad s = \frac{HC_c}{1+e_o} \log_{10} \frac{p'_2}{p'_1} = \frac{32 \times 12 \times 0.20}{1+0.6} \log_{10} 2 = 14.5 \text{ in} \quad (A)$$

10. Lebar tributari S yang insiden terhadap setiap strut menciptakan beban terdistribusi 28S pada dinding, seperti yang ditunjukkan di sini. Kondisi tumpuan di bagian bawah dinding dapat diasumsikan seperti engsel (tertahan lateral, tidak tertahan rotasi). Setiap gaya strut (F_s) dibatasi hingga 2.350 lb. Oleh karena itu, komponen horizontal (F_H) adalah $0,6 \times 2.350 = 1.410$ lb. Dengan mengambil momen di sekitar bagian bawah segmen dinding,



$$M_o = (28S)10 \times 5 - 1410 \times 8 = 0 \Rightarrow S \leq 8.06 \text{ ft} \quad (C)$$

11. Daya dukung maksimum tapak persegi, menurut teori Terzaghi, diberikan oleh

$$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.4\gamma BN$$

Dari gambar yang diberikan, untuk $\phi = 30^\circ$, $N_c = 30$, $N_q = 18,5$, $N_\gamma = 22,5$

$$q_{ult} = 1.3 \times 200 \times 30 + 120 \times 3 \times 18.5 + 0.4 \times 120 \times 5 \times 22.5 = 19,860 \text{ psf}$$

Tekanan tanah di dasar pondasi = beban kolom + beban tanah berlebih
 $= 140.000/25 + 120 \times 3 = 5.960 \text{ psf}$

$$FS = 19.860/5.960 = 3,33 \quad (D)$$

12. Tegangan deviatorik: $\Delta\sigma = \frac{95}{\frac{\pi}{4}(2)^2} = 30.24 \text{ psi}$

Tegangan aksial total = $30,24 + 15 = 45,24 \text{ psi}$

Tegangan aksial efektif = $45,24 - 6,5 = 38,74 \text{ psi}$

Tegangan lateral total = 15 psi

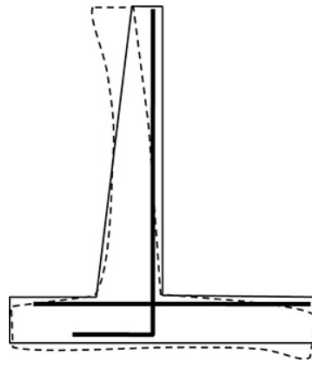
Tegangan lateral efektif = $15 - 6,5 = 8,5 \text{ psi}$

Diameter lingkaran Mohr = $38,74 - 8,5 = 30,24 \text{ psi}$

Kohesi diberikan oleh jari – jari lingkaran = $15,12 \text{ psi} = 2,177 \text{ psf} \quad (B)$

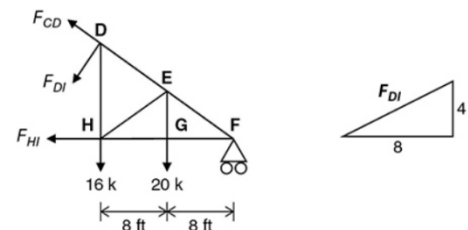
13. Pola yang benar adalah pola yang memiliki baja di area yang mengalami tegangan tarik karena dinding dibebani secara lateral (ke kiri). Jawabannya adalah (B)





14. Penampang yang melalui anggota CD, DI, dan HI ditunjukkan pada gambar berikut.

Untuk menyelesaikan FDI, metode yang paling efisien mungkin adalah dengan mengambil momen di sekitar F (di mana 2 gaya lainnya berpotongan). Perhatikan bahwa ini berarti menghitung reaksi tumpuan di F juga tidak diperlukan. Tinggi DH = $\frac{2}{3} \times 6 = 4$ kaki.



Mengambil momen tentang F untuk bagian yang ditunjukkan:

$$F_{DI} \cdot \frac{1}{\sqrt{5}} \times 16 + F_{DI} \cdot \frac{2}{\sqrt{5}} \times 4 + 16 \times 16 + 20 \times 8 = 0$$

Hal ini mengarah ke:

$$F_{DI} = -38.76 \text{ k (COMPRESSION) (C)}$$

15. Lokasi sumbu netral elastis (pusat massa) (menggunakan tepi bawah penampang sebagai datum)

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i A_i}{\sum A_i} = \frac{0.5 \times 8 + 6 \times 10 + 11.25 \times 3}{8 + 10 + 3} = 4.655$$

Dengan menggunakan Teorema Sumbu Sejajar, momen inersia I_{xc} diberikan oleh

$$I_{xc} = \frac{1}{12} \times 6 \times 0.5^3 + 3 \times (11.25 - 4.655)^2 + \frac{1}{12} \times 1 \times 10^3 + 10 \times (6 - 4.655)^2 + \frac{1}{12} \times 8 \times 1^3 + 8 \times (0.5 - 4.655)^2 = 370.74 \text{ in}^4$$

Serat terjauh dari sumbu netral berada pada jarak $c = 11,5 - 4,655 = 6,845$ in

$$\text{Modulus penampang elastis: } S_x = \frac{I_{xc}}{c} = \frac{370.74}{6.845} = 54.2 \text{ in}^3 \text{ (A)}$$

16. Lebar anak sungai untuk setiap balok adalah jarak pusat ke pusat = 3 kaki. Beban lantai yang menimpa setiap balok = $90 \text{ lb/kaki}^2 \times 3 \text{ kaki} = 270 \text{ lb/kaki}$.



Momen lentur maksimum pada balok dengan tumpuan sederhana:

$$M_{\max} = \frac{wL^2}{8} = \frac{270 \times 18^2}{8} = 10,935 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 131,220 \text{ lb-in}$$

Tegangan lentur yang diizinkan = 1.700 psi

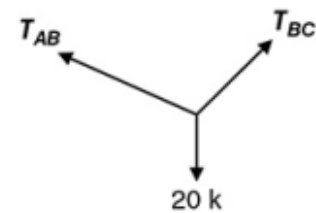
Modulus penampang minimum yang diperlukan: $S > \frac{M}{\sigma_{\text{all}}} = \frac{131,220}{1,700} = 77.2 \text{ in}^3$
(pilih 80 in³) (C)

17. Untuk bentang sederhana yang membawa UDL, lendutan elastis maksimum diberikan oleh:

$$\Delta_{\max} = \frac{5wL^4}{384EI} \leq \frac{L}{360} \Rightarrow I \geq \frac{1800wL^3}{384E}$$

Menggunakan satuan yang kompatibel— $w = 4,75 \text{ k/kaki} = 0,396 \text{ k/inci}$; $L = 65 \text{ kaki} = 780 \text{ inci}$; $E = 29.000 \text{ k/inci}^2$
 $I > 30.362 \text{ inci}^4$ (B)

18. Diagram benda bebas sambungan B ditunjukkan di bawah ini. Karena FBD ini memiliki dua variabel yang tidak diketahui, kedua persamaan kesetimbangan dapat digunakan untuk menyelesaikannya.

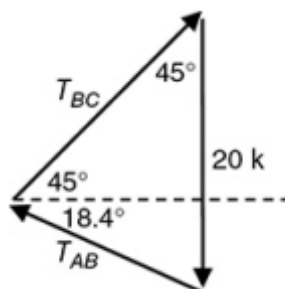


$$\sum F_x = -T_{AB} \frac{3}{\sqrt{10}} + T_{BC} \frac{1}{\sqrt{2}} = 0 \Rightarrow T_{AB} = 0.745T_{BC}$$

$$\sum F_y = T_{AB} \frac{1}{\sqrt{10}} + T_{BC} \frac{1}{\sqrt{2}} - 20 = 0$$

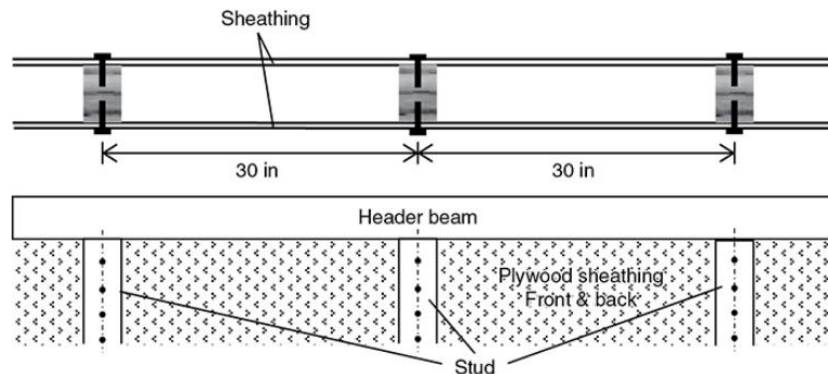
$$\Rightarrow \left(0.745 \frac{1}{\sqrt{10}} + \frac{1}{\sqrt{2}}\right) T_{BC} = 20 \Rightarrow T_{BC} = 21.21 \text{ k}, T_{AB} = 15.81 \text{ k (A)}$$

Solusi alternatif (karena ada 3 gaya yang seimbang, poligon gaya tersebut berbentuk segitiga. Gunakan hukum sinus)



$$\frac{T_{AB}}{\sin 45} = \frac{20}{\sin 63.4} \Rightarrow T_{AB} = 15.82k$$

19. Modulus elastisitas kayu cemara Douglas – Larch = 1.500 ksi



Tekuk pada sumbu lemah dicegah oleh paku.

Jari – jari girasi pada sumbu kuat = $0,29 \times 3,25 = 0,94$ inci.

Dengan asumsi kedua ujung berperilaku seperti sambungan "terjepit", $KL/r = 1,0 \times 126/0,94 = 133,7$

$$\text{Tegangan tekuk Euler } \sigma_E = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 1.5 \times 10^6}{133.7^2} = 828.3 \text{ psi}$$

$$\text{Beban tekuk Euler } P_E = 828.3 \times 1.75 \times 3.25 = 4,711 \text{ lb (D)}$$

20. Kemiringan longitudinal dihitung sebagai selisih elevasi terbalik dibagi dengan panjang pipa:

$$S = \frac{\Delta Z}{L} = \frac{275.64 - 270.96}{800} = 0.00585$$

Laju aliran pada pipa melingkar yang mengalir penuh (**All In One** Equation 303.34)

$$Q_f = \frac{0.312 \times 1.486}{n} D^{8/3} S^{1/2} = \frac{0.464}{0.013} \times 2.5^{8/3} \times \sqrt{0.00585} = 31.43 \text{ cfs}$$

Menggunakan Tabel 303.2 dari *All In One*

$$\text{Rasio aliran: } \frac{Q}{Q_f} = \frac{20}{31.43} = 0.64 \rightarrow \frac{d}{D} = 0.58 \rightarrow d = 17.4 \text{ (C)}$$

21. Kemiringan longitudinal $S = 0,005$

Parameter kemiringan sisi, $m = 3$

Koefisien kekasaran Manning, $n = 0,020$

Lebar dasar, $b = 2$ kaki

Kedalaman aliran, $d = 2$ kaki.

Oleh karena itu, suar horizontal (setiap sisi) = $3 \times 2 = 6$ kaki



Suar miring (setiap sisi) = $\sqrt{(22 + 62)} = \sqrt{40} = 6,325$ kaki

Perimeter basah, $P = 2 + 2\sqrt{40} = 14.65$ ft

Lebar atas = 14 kaki

Luas aliran, $A = \frac{2+14}{2} \times 2 = 16$ ft²

Jari – jari hidrolik = $16 \div 14,65 = 1,09$ kaki

$V = \frac{1.486}{0.02} \times 1.09^{2/3} \times 0.005^{1/2} = 5.56$ ft/sec (A)

Sebagai alternatif, gunakan Tabel 303.3 dalam *Panduan Ujian PE All In One* (Goswami), untuk $d/b = 2/2 = 1,0$ dan $m = 3$, parameter $K = 2,6725$. Gunakan nilai parameter ini dalam persamaan 303.36

Laju aliran, $Q = \frac{2.6725 \times 1.486 \times 2^{8/3} \times 0.005^{1/2}}{0.020} = 89.15$ cfs

Kecepatan aliran, $V = \frac{Q}{A} = \frac{89.15}{16} = 5.57$ ft/sec

Ini hanya memerlukan perhitungan luas aliran.

22. Parameter laju aliran:

$$K = \frac{Qn}{1.486b^{8/3}S^{1/2}} = \frac{1200 \times 0.015}{1.486 \times 10^{8/3} \times 0.01^{1/2}} = 0.2610$$

Untuk K ini dan untuk $m = 0$ (saluran persegi panjang), $d/b = 0,616$

Kedalaman aliran = $0,616 \times 10 = 6,16$ kaki (untuk saluran persegi panjang, ini juga merupakan kedalaman hidrolik)

Kecepatan: $V = \frac{Q}{A} = \frac{1200}{10 \times 6.16} = 19.48$ fps

Bilangan Froude: $Fr = \frac{V}{\sqrt{gd_h}} = \frac{19.48}{\sqrt{32.2 \times 6.16}} = 1.38$

Jawabannya adalah (B)

23. Hidrograf satuan 1 jam digunakan untuk menghitung kontribusi limpasan pada jam pertama dan jam kedua (berjenjang).

Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5
Debit Q (cfs/in)	0	35	75	105	40	0



Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5	6
Jam ke-1 (skala ×1.7)	0	59.5	127.5	178.5	68	0	
Jam ke-2 (skala ×0.8)		0	28	60	84	32	0
Total	0	59.5	155.5	238.5	152	32	0

Debit puncak = 238,5 cfs (B)

24. Seiring bertambahnya periode ulang, probabilitas kejadian tahunan menurun. Hal ini berkaitan dengan kejadian yang lebih kuat (elevasi banjir yang lebih tinggi). I benar. Probabilitas tahunan badai 20 tahun = $1/20 = 0,05$, sedangkan probabilitas tahunan badai 10 tahun = $1/10 = 0,10$. Jadi, II benar. III salah karena meskipun kecil, masih terdapat probabilitas bukan nol bahwa banjir 50 tahun TIDAK akan terjadi dalam 100 tahun ke depan. IV salah karena besarnya kejadian rancangan secara langsung dipengaruhi oleh periode ulang.

Jawabannya adalah (D)

25. Koefisien Rasional kompositnya adalah:

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} = \frac{0.2 \times 50 + 0.55 \times 65 + 0.85 \times 20 + 0.3 \times 240}{375} = 0.36$$

Waktu konsentrasi yang berlaku = 40 menit. Dari kurva I-D-F, untuk periode ulang = 50 tahun, intensitas desain = 1,4 in/jam

$$\text{Debit; } Q = CiA = 0.36 \times 1.4 \times 375 = 189 \frac{\text{ac-in}}{\text{hr}} = 190.5 \text{ ft}^3/\text{sec} \text{ (C)}$$

26. Kemiringan pipa adalah 0,01. Perbedaan elevasi antara ujung-ujung pipa = $125 - 95 = 30$ kaki. Oleh karena itu, panjang pipa = $30 \div 0,01 = 3000$ kaki.

Hazen Williams, $C = 120$

Jika kecepatan aliran adalah V (kaki/detik), kehilangan tekanan akibat gesekan diberikan oleh:

$$h_f = \frac{3.022 \times V^{1.85} \times 3,000}{120^{1.85} \times 1.0^{1.165}} = 1.291V^{1.85}$$

Persamaan Bernoulli diterapkan antara permukaan bebas di reservoir dan aliran bebas di outlet:

$$145 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + 0 - 1.29V^{1.85} = 95 + \frac{p_{atm}}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \implies 0.0155V^2 + 1.29V^{1.85} = 50$$

Penyelesaian secara perkiraan (coba-coba): $V = 7,15$ kaki/detik

Atau, jika suku V^2 didekati dengan $V^{1.85}$, $V = 7,17$ kaki/detik (tanpa coba-coba)

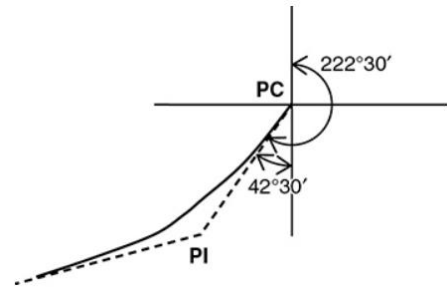
Laju aliran, $Q = 7.15 \times \frac{\pi}{4} \times 1^2 = 5.62 \text{ cfs} = 2,516 \text{ gal/min}$ (D)



27. Azimuth tangen belakang $42,5 + 180 = 222,5$
(diukur searah jarum jam dari meridian Utara)

$$R = 1030 \text{ ft}; L = 646.35 \text{ ft}; I = \frac{180L}{\pi R} = 35.95^\circ$$

Panjang garis singgung, $T = R \tan \frac{I}{2} = 1,030 \times \tan \frac{35.95}{2} = 334.22 \text{ ft}$



Perubahan arah utara antara PC dan PI dihitung sebagai: $\Delta N = T \cos Az = 334.22 \times \cos 222.5 = -246.41 \text{ ft}$

Perubahan arah timur antara PC dan PI dihitung sebagai:

$$\Delta E = T \sin Az = 334.22 \times \sin 222.5 = -225.80 \text{ ft}$$

Oleh karena itu, koordinat (utara dan timur positif) dari PI adalah:

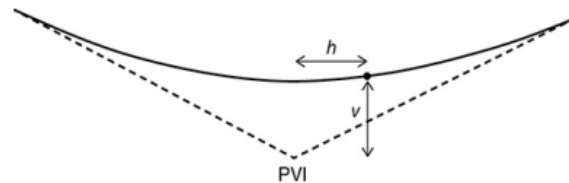
$$\text{Northing} = 4.123,64 - 246,41 = 3.877,23$$

$$\text{Easting} = -1.064,32 - 225,80 = -1.290,12$$

Hal ini dapat dinyatakan sebagai (3.877,23 LU, 1.290,12 BB) (A)

28. Titik pada kurva (stasiun 12 + 00) dapat memiliki elevasi maksimum = $470,00 - 14,5 = 455,5$ kaki

Karena PVI telah ditentukan secara lengkap (stasiun dan elevasi), tentukan koordinat titik ini pada kurva terhadap PVI:



Pergeseran horizontal $b = 12.0 - 10.563 = 1.437$ stations;

Pergeseran vertikal $v = 455.5 - 432.65 = 22.85 \text{ ft}$

Persamaan berikut berguna ketika PVI digunakan sebagai titik referensi:

$$\frac{L + 2b}{L - 2b} = \sqrt{\frac{v - G_1 b}{v - G_2 b}}$$

$$\frac{L + 2 \times 1.437}{L - 2 \times 1.437} = \sqrt{\frac{22.85 - (-4) \times 1.437}{22.85 - (+6) \times 1.437}} = \sqrt{\frac{28.598}{14.228}} = 1.41774$$

Penyelesaian: $L = 16,634 \text{ sta.} = 1663,4$ kaki (A)

Catatan: Ini adalah panjang kurva MINIMUM. Kurva yang lebih pendek tidak akan memberikan jarak bebas vertikal yang diperlukan. Jadi, jika pilihan jawaban adalah (A) 1.660, (B) 1.700, (C) 1.740, (D) 1.780, jawabannya adalah 1.700 kaki meskipun pilihan (A) 1.660 kaki paling mendekati nilai penyelesaian 1.663,4 kaki.

29. $DHV = K \times AADT = 0,11 \times 78.500 = 8.635$



Volume per jam desain terarah $V = DDHV = 0,57 \times 8.635 = 4.922$ vph

$$\text{Perkiraan laju aliran puncak: } v_p = \frac{V}{PHF \times N} = \frac{4922}{0.94 \times 3} = 1,745 \frac{\text{veh}}{\text{hr}} / \ln(B)$$

30. Dari kurva distribusi ukuran partikel: $F_{200} = 12\%$

Karena ini signifikan, digunakan padanan AASHTO untuk Bagan Plastisitas Casagrande dengan $LL = 34$ & $PI = 34 - 19 = 15$

Tabel 9.1 Kriteria Klasifikasi Tanah AASHTO

Analisis Ayakan	Material Berbutir (35% atau kurang lolos ayakan no. 200)						Material Lempung-Lanau (lebih dari 35% lolos ayakan no. 200)					
	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
% lolos												
No. 10	≤50											
No. 40	≤30	≤50	>50									
No. 200	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35	≤35
LL				≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40	≤40
PI	≤6		NP	≤10	≤10	>10	>10	≤10	≤10	>10	>10	>10
Deskripsi umum	Batu, kerikil, pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir berlanau atau berlempung			Tanah berlanau		Tanah berlempung		Gambut, tanah sangat organik	
Kualitas sebagai material subgrade	Baik hingga sangat baik						Sedang hingga buruk		Sangat buruk			

Klasifikasi tanah adalah A2-6 ($F_{200} < 35\%$) (B)

Pada pertanyaan ini, pilihan jawaban tidak menyertakan indeks kelompok, sehingga tidak diperlukan. Namun, jika terdapat dua pilihan kelompok A2-6, tetapi dengan dua nilai indeks kelompok yang berbeda, hal-hal berikut akan diperlukan.

$$\text{Indeks Kelompok: } GI = 0.01(F_{200} - 15)(PI - 10) = -0.15.$$

Ini harus dilaporkan sebagai non-negatif. Oleh karena itu, $GI = 0$. Perhitungan indeks kelompok *ditampilkan tetapi tidak diperlukan* untuk soal ini. Perlu diketahui juga bahwa ekspresi satu suku di atas untuk indeks kelompok direkomendasikan untuk kelompok A2-6 dan A2-7. Untuk kelompok lain, ekspresi untuk indeks kelompok memiliki suku tambahan.

Tanah diklasifikasikan sebagai A2-6 (0).

31. $F_{200} = 10$. Karena nilainya kurang dari 50, tanah tersebut sebagian besar merupakan tanah berbutir kasar (huruf pertama G atau S). Selain itu, karena F_{200} berada di antara 5 dan 12%, tanah akan memiliki klasifikasi ganda. Ini menghilangkan (A)

Fraksi kasar = 90%

$R_4 = 100 - 41 = 59$. Ini lebih dari setengah fraksi kasar. Oleh karena itu, huruf pertamanya adalah G.



Perhatikan, dalam soal-soal ini, strategi penyelesaian mungkin sangat bergantung pada pilihan jawaban yang diberikan. Semua pilihan yang diberikan memiliki huruf pertama G. Oleh karena itu, langkah terakhir menjadi redundan.

$$D_{10} = \text{Ukuran No. 200} = 0,075 \text{ mm}$$

$$D_{30} = \text{Ukuran No. 10} = 2,0 \text{ mm (sedikit lebih kecil)}$$

$$D_{60} = 0,5 \text{ inci} = 12,7 \text{ mm}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} = \frac{12.5}{0.075} = 166.7 \quad C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}} = \frac{2.0^2}{0.075 \times 12.5} = 4.3$$

Karena F_{200} berada di antara 5% dan 12%, tanah tersebut memiliki klasifikasi ganda. Bagian pertama klasifikasi didasarkan pada gradasi. Karena KEDUA kriteria ($C_u > 4$ dan $1 < C_c < 3$) untuk GW tidak terpenuhi, tanah tersebut harus diklasifikasikan sebagai GP. Ini menghilangkan (D)

$$\begin{aligned} \text{GP - GM jika } PI < 0,73(LL - 20) \text{ ATAU } PI < 4 \\ \text{GP - GC jika } PI > 0,73(LL - 20) \text{ DAN } PI > 7 \\ PI = 54 - 23 = 31 \end{aligned}$$

Nilai PI pada garis A = $0,73(LL - 20) = 24,8$. Plot tanah di atas garis A (lempung)

Dengan demikian, tanah tersebut memenuhi KEDUA kriteria untuk GP – GC (B)

32. Dalam solusi ini, datum elevasi diambil pada lapisan kedap air. Tinggi total di permukaan tanah hulu = 40 kaki (tinggi tekanan pengukur) + 50 kaki (tinggi elevasi) = 90 kaki. Tinggi total di permukaan tanah hilir (di bawah 5 kaki air) = 5 + 50 = 55 kaki. Kehilangan tinggi akibat rembesan = 90 – 55 = 35 kaki. Tinggi total di lokasi antara X dapat dinyatakan sebagai rata-rata tertimbang (10,5 penurunan tekanan dari 13) yang ditunjukkan di bawah ini:

$$TH_x = \frac{10.5}{13} \times 55 + \frac{2.5}{13} \times 90 = 61.73 \text{ ft}$$

Alternatifnya, kita juga dapat menghitung total head di X sebagai total head di hulu tanah dikurangi kehilangan head untuk penurunan tekanan sebesar 10,5.

$$TH_x = 90 - 35 \times \frac{10.5}{13} = 61.73 \text{ ft}$$

Pada titik X, tinggi elevasi adalah $EH_x = 12 \text{ ft}$

Oleh karena itu, tinggi tekanan adalah

$$PH_x = TH_x - EH_x = 61.73 - 12 = 49.73 \text{ ft}$$



Ini setara dengan tekanan:

$$p_x = 49.73 \times 62.4 = 3,103 \text{ psf} = 21.55 \text{ psi} \quad (D)$$

33. Pernyataan I benar. Jika faktor-faktor lain tetap sama, masuknya udara mengurangi kekuatan.

Pernyataan II benar. Masuknya udara memungkinkan beton memuai/menyusut selama siklus beku-cair.

Pernyataan III salah. Jika beton diperkirakan tidak akan mengalami siklus beku-cair bergantian, masuknya udara tidak diperlukan.

Pernyataan IV benar. Semakin besar ukuran agregat maksimum, semakin kecil kadar mortar, sehingga mengurangi kadar udara yang dibutuhkan.

Jawabannya adalah (D)

34. Untuk $f'_c > 5.000$ psi, kuat tekan yang dibutuhkan f'_{cr} harus lebih besar dari

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34s_s = 6,000 + 1.34 \times 675 = 6,905 \text{ psi dan}$$

$$f'_{cr} = 0.9f'_c + 2.33s_s = 0.9 \times 6,000 + 2.33 \times 675 = 6,973 \text{ psi}$$

Oleh karena itu, f'_{cr} harus lebih besar dari 6.973 psi (C)

35. GPR, uji densitas nuklir, dan uji penetrometer kerucut semuanya merupakan uji tanah.

Uji penetran cair biasanya digunakan untuk mendeteksi cacat permukaan plastik, logam, dan keramik. Uji kekerasan Brinell digunakan untuk mengukur kekerasan permukaan logam. Oleh karena itu, III dan IV tidak digunakan untuk tanah. (A)

36. Panjang zona = $2.531,20 - 505,25 = 2.025,95$ kaki

Lebar zona = 24 kaki

Luas area yang akan dibersihkan dan digali = $48.622,8$ kaki²

Biaya = Rp. 97,245,600

Jawabannya adalah (A)

37. Singkatan CMP biasanya mengacu pada Pipa Logam Bergelombang. Pipa Beton Bertulang disebut RCP. Satu-satunya pilihan yang tidak sesuai dengan tanda adalah (C)

38. Dengan menggunakan metode trapesium, volume galian dihitung menggunakan:

$$V = \frac{\Delta}{2} \left[y_0 + y_n + 2 \sum_{i=1}^{n-1} y_i \right]$$

$$V = \frac{50}{2} \times [456.33 + 493.34 + 2 \times (563.97 + 702.24 + 1234.98 + 783.92 + 591.94)] \\ = 217,594.25 \text{ ft}^3 = 8059 \text{ yd}^3 \quad (B)$$



39. Dengan menggunakan bidang pengaruh 2V:1H dari tepi bawah pondasi (kedalaman = 6,5 kaki) ke tepi bawah parit (kedalaman = 12,0 kaki), perbedaan elevasi 5,5 kaki setara dengan jarak horizontal 2,75 kaki. Karena tepi kanan pondasi berada pada kedalaman 3 kaki, tepi parit tidak boleh lebih dekat dari $3 + 2,75 = 5,75$ kaki (C)
40. Sesuai pedoman Praktik Standar untuk Penguatan Dinding Batu Selama Konstruksi, zona terbatas harus memiliki lebar = $T + 4$ kaki di kedua sisi dinding. (D)



Kunci Jawaban untuk Ujian Luas No. 2

1	D
2	D
3	B
4	A
5	C
6	D
7	A
8	C
9	A
10	C

11	D
12	B
13	B
14	C
15	A
16	C
17	B
18	A
19	D
20	C

21	A
22	B
23	B
24	D
25	C
26	D
27	A
28	A
29	B
30	B

31	B
32	D
33	D
34	C
35	A
36	A
37	C
38	B
39	C
40	D



BAB 10

SOLUSI UJIAN KEDALAMAN STRUKTUR

Solusi terperinci ini ditujukan untuk pada bab 3, mewakili ujian Kedalaman Struktur berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES)

1. Untuk kolom kantilever yang tidak diperbolehkan berputar pada ujung 'bebas', hubungan beban dan perpindahannya adalah $\Delta = \frac{PL^3}{12EI}$

Oleh karena itu, kekakuannya adalah $k = \frac{12EI}{L^3}$

Berat gabungan efektifnya adalah:



$$\frac{1}{2} M_{\text{column}} + M_{\text{floor}} = 0.5 \times 1.8 + 48 = 48.9 \text{ k}$$

Frekuensi alami:

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{kg}{W}} = \sqrt{\frac{12EI}{L^3} \frac{g}{W}} = \sqrt{\frac{12 \times 29000 \times 10000 \times (32.2 \times 12)}{(14 \times 12)^3 \times 48.9}} = 76.2 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$$

Periode fundamental: $T_n = \frac{2\pi}{\omega_n} = 0.083 \text{ sec}$

Jawaban yang benar adalah (A)

2. Beban terdistribusi $w = 200 + 650 = 850 \text{ lb/kaki}$
Gaya geser maksimum $V = wL/2 = 850 \times 24/2 = 10.200 \text{ lb}$
Tegangan geser maksimum $\tau = \frac{3V}{2bb} = \frac{3 \times 10200}{2 \times 5.5 \times 11.25} = 247.2 \text{ psi}$
Jawabannya adalah (B)

3. Momen lentur maksimum: $M_a = \frac{wL^2}{8} = \frac{6 \times 24^2}{8} = 432 \text{ k} \cdot \text{ft}$
Momen retak: $M_{cr} = 115 \text{ k} \cdot \text{ft}$
Oleh karena itu, $(M_{cr}/M_a)^3 = 0.266^3 = 0.019$
Momen inersia bruto: $I_g = \frac{1}{12} \times 20 \times 28^3 = 36,587 \text{ in}^4$
Momen inersia efektif:

$$I_c = \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} + \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g = 0.981 \times 11,480 + 0.019 \times 36,587 = 11,960 \text{ in}^4$$



Modulus elastisitas beton:

$$E_c = 33\gamma_c^{1.5}\sqrt{f'_c} = 33 \times 150^{1.5} \times \sqrt{5,000} = 4.3 \times 10^6 \text{ psi}$$

Defleksi maksimum (di bawah beban $w = 500 \text{ lb/in}$): $\Delta_{max} = \frac{5wL^4}{384EI} =$

$$\frac{5 \times 500 \times 288^4}{384 \times 4.3 \times 10^6 \times 11960} = 0.87 \text{ in}$$

Jawabannya adalah (A)

4. Kapasitas momen plastis balok:

$$M_p = Z_x F_y = 189 \times 50 = 9450 \text{ k} \cdot \text{in} = 787.5 \text{ k} \cdot \text{ft}$$

Pada saat keruntuhan, sendi plastis mesti terbentuk pada tumpuan tetap dan di bawah beban P. Dari kompatibilitas deformasi: $\delta =$

$$12\theta_1 = 8\theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 1.50\theta_1$$

Menggunakan Prinsip kerja virtual

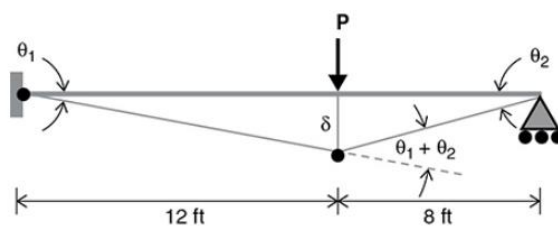
(menyamakan kerja eksternal dengan kerja internal)

$$M_p\theta_1 + M_p(\theta_1 + \theta_2) = P$$

$$M_p\theta_1 + M_p(\theta_1 + 1.50\theta_1) = P \times 12\theta_1 \Rightarrow 3.5M_p\theta_1 = 12P\theta_1 \Rightarrow P = 0.2917M_p$$

$$\text{Beban maksimum } P = 0,2917 \times 787,5 = 229,7 \text{ k}$$

Jawabannya adalah (D)



5. Momen lentur:

$$M_{max} = \frac{wL^2}{8} = \frac{275 \times 20^2}{8} = 13,750 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 165,000 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

Untuk balok kayu gergajian 6×10 , modulus penampang $S_x = 82,729 \text{ in}^3$ (dimensi setelah dipotong $5,5 \times 9,5 \text{ in}$)

$$\text{Tegangan lentur: } \sigma = \frac{M}{S} = \frac{165000}{82.279} = 1,995 \text{ psi} \quad (\text{D})$$

6. Dimensi penampang kolom yang telah dibalut (nominal 2×6) adalah $1,5 \text{ inci} \times 5,5 \text{ inci}$

Untuk tekuk pada sumbu x, $K = 2,10$ (disarankan—NDS)

$$\text{Rasio kelangsingan: } \frac{KL}{r} = \frac{2.1 \times 12 \times 12}{0.29 \times 5.5} = 189.6$$

Untuk tekuk pada sumbu y, $K = 0,80$ (disarankan—NDS)

$$\text{Rasio kelangsingan: } \frac{KL}{r} = \frac{0.8 \times 12 \times 12}{0.29 \times 1.5} = 264.8$$

Beban tekuk Euler,

$$P_E = \frac{\pi^2 EA}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 \times 1.5 \times 10^6 \times 1.5 \times 5.5}{264.8^2} = 1,741 \text{ lb} = 1.74 \text{ k}$$

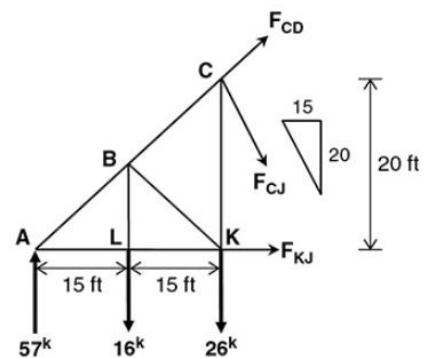
Tingkat tegangannya adalah 211 psi (untuk sebagian besar jenis kayu, ini memastikan perilaku elastis).

Jawaban yang benar adalah (A)

7. Reaksi vertikal di A dapat dihitung dengan mengambil momen terhadap G:

$$A_y = \frac{16 \times 75 + 26 \times 60 + 30 \times 45 + 26 \times 30 + 16 \times 15}{90} = 57 \text{ k}$$

Namun, perlu dicatat bahwa dalam kasus ini, struktur *dan* bebannya simetris; oleh karena itu, kedua reaksi akan sama dengan setengah dari total beban vertikal sebesar 114 k. Perlu dicatat juga bahwa jika tujuan akhir (mengambil momen terhadap A) telah diketahui sebelumnya, maka jelas bahwa reaksi vertikal di A tidak diperlukan dan oleh karena itu perhitungan tersebut dapat dihindari.



Mengambil momen tentang A (sehingga gaya berpotongan F_{CD} dan F_{KJ} tidak terlibat):

$$-\frac{4}{5}F_{CI} \times 30 + \frac{3}{5}F_{CI} \times 20 + 16 \times 15 + 26 \times 30 = 0 \Rightarrow F_{CI} = -28.3 \text{ k}$$

Jawaban yang benar adalah (D)

8. Karena gaya gravitasi melawan gaya angkat, kita harus mempertimbangkan kasus tangki kosong di sini. Berat 6 kJ dipikul secara merata oleh masing-masing kaki. Oleh karena itu, kompresi pada setiap pondasi = 1,5 kJ.

Gaya lateral menciptakan momen guling = 120 kJ \times 65 kaki = 7.800 k – kaki pada bidang horizontal di puncak pondasi. Momen guling ini dibagi rata oleh dua pasangan (empat kaki dalam dua pasang). Oleh karena itu, setiap pasangan yang menahan = 3.900 k – kaki.

Karena lengan tuas pada setiap pasangan adalah 30 kaki, gaya pada setiap pondasi = 3900 \div 30 = 130 kJ. Ini merupakan kompresi tambahan di bawah kaki di sisi jauh (kanan) menara dan gaya angkat di bawah kaki di sisi dekat (kiri).

Oleh karena itu, kaki sisi dekat mengalami gaya angkat 'bersih' sebesar 130 – 1,5 = 128,5 k (B)

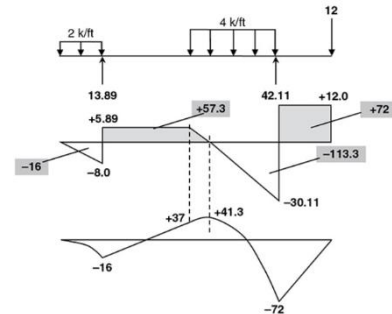
9. Mengambil momen di sekitar D:

$$\sum M_D = 8 \times 20 - 18B_y + 36 \times 4.5 - 12 \times 6 = 0$$

$$B_y = \frac{8 \times 20 + 36 \times 4.5 - 12 \times 6}{18} = 13.89$$

Dengan menggunakan kesetimbangan gaya vertikal, $D_y = 8 + 36 + 12 - 13,89 = 42,11$

Diagram benda bebas diikuti oleh diagram gaya geser dan diagram momen lentur. Area di bawah diagram geser digunakan untuk menghasilkan diagram momen lentur. Untuk setiap segmen, orde (konstan, linier, kuadrat, dll.) diagram momen lebih tinggi satu kali daripada orde diagram geser. Momen lentur maksimum adalah 72 k-ft (B)



10. Pecahkan gaya-gaya pada rangka batang menggunakan kesetimbangan sambungan B:

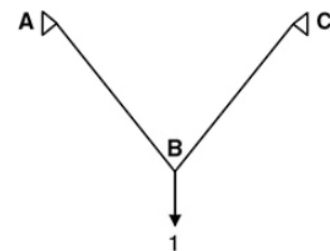
$$\sum F_x = 0 \Rightarrow F_{AB} = F_{CB}$$

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow 2 \times \frac{10}{\sqrt{164}} \times F_{AB} = 30 \text{ k} \Rightarrow F_{AB} = +19.21 \text{ k (tension)}$$

$$F_{AB} = F_{BC} = +19.21 \text{ k (T)}$$

Buat Beban Virtual (konsisten dengan defleksi yang diinginkan). Hitung gaya anggota akibat beban virtual (Catatan: dalam kasus ini, beban nyata dan beban virtual kongruen, sehingga kita dapat menggunakan penskalaan)

$$F_{AB} = f_{BC} = +19,21 \text{ k} \div 30 \text{ k} = +0,64(\text{T})$$



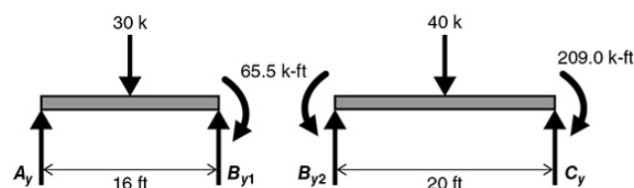
Menurut Prinsip Kerja Virtual, lendutan vertikal di B diberikan oleh:

$$\Delta = \sum \frac{F\delta L}{AE} = \frac{19.21 \times 0.64 \times (12.81 \times 12)}{2 \times 29000} + \frac{19.21 \times 0.64 \times (12.81 \times 12)}{3 \times 29000} = 0.054 \text{ in}$$

Jawaban yang benar adalah (A)

Catatan: Tanda positif pada jawaban menunjukkan bahwa lendutan ini berada dalam arah yang sama dengan beban satuan yang diasumsikan (ke bawah).

11. Pengetahuan tentang momen nodal M_{AB} , M_{BA} , M_{BC} , dan lainnya. memungkinkan "pemisahan" bentang individual, seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Untuk substruktur kiri, mengambil momen di sekitar A menghasilkan B_y1 :

$$M_A = 30 \times 8 + 65.5 - 16B_{y1} = 0 \Rightarrow B_{y1} = 19.094 \text{ k}$$

Untuk substruktur kanan, mengambil momen tentang C menghasilkan B_y2 :

$$M_C = 209 - 65.5 - 40 \times 10 + 65.5 + 20B_{y2} = 0 \Rightarrow B_{y2} = 12.825 \text{ k}$$

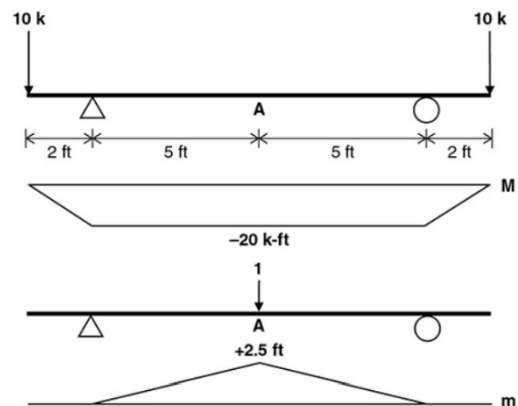
Oleh karena itu, total reaksi vertikal di $B = B_{y1} + B_{y2} = 19,094 + 12,825 = 31,919\text{k}$ (D)

12. Dengan menggunakan metode beban satuan, lendutan di suatu titik diberikan oleh integral:

$$\delta = \int \frac{Mm}{EI} dx$$

di mana M adalah fungsi momen lentur di bawah beban aktual dan m adalah fungsi momen lentur di bawah beban virtual. Keduanya ditunjukkan pada gambar berikut.

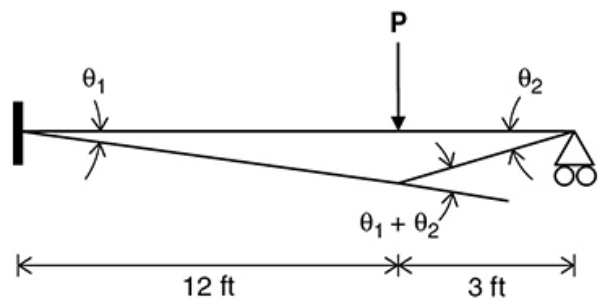
$$\begin{aligned} \text{Kekakuan lentur } EI &= 29000 \times 870 \\ &= 2,523 \times 10^7 \text{ k-in}^2 \\ &= 1,75 \times 10^5 \text{ k-ft}^2 \end{aligned}$$



$$\delta = 2 \times \left[\frac{1}{2} \times \frac{-20 \times 2.5 \times 5}{EI} \right] = -\frac{250}{EI} = -\frac{250}{1.75 \times 10^5} = -0.001429 \text{ ft} = -0.017 \text{ in}$$

Pada langkah di atas, integral difasilitasi dengan penggunaan Tabel 102.1 dalam buku *All-in-One*. Tanda negatif menunjukkan bahwa lendutan berlawanan dengan arah beban satuan (yang diberikan ke bawah) (C)

13. Kantilever yang ditopang memiliki derajat ketidakpastian = 1. Oleh karena itu, agar mekanisme keruntuhan sendi plastis terbentuk, dua sendi plastis harus terbentuk. Ini akan terjadi di lokasi momen maksimum, yaitu pada tumpuan dan pada titik di mana beban titik P bekerja. Pada kondisi ini, mekanisme keruntuhan akan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut. Dengan asumsi rotasi θ_1 dan θ_2 di A dan C, persamaan kompatibilitas untuk lendutan di B adalah: $12\theta_1 = 3\theta_2$



Berdasarkan Prinsip Kerja Virtual, kerja yang dilakukan oleh momen internal yang bekerja melalui deformasi = kerja yang dilakukan oleh beban eksternal yang bekerja melalui perpindahan balok:

$$M_p \theta_1 + M_p(\theta_1 + \theta_2) = P$$

$$M_p \theta_1 + M_p(\theta_1 + 4\theta_1) = P \cdot 12\theta_1 \Rightarrow M_p = 2P$$

Untuk W18 × 90 dengan $F_y = 50$ ksi, kapasitas momen plastis, $M_p = Z_x F_y = 186 \times 50 = 9.300 \text{ k-in} = 775 \text{ k-ft}$
 $P = M_p/2 = 387,5 \text{ k (C)}$

14. Kedalaman web = $22 - 1,5 - 2,0 = 18,5$ inci.

Luas penampang total,

$$A = 10 \times 2 + 0,75 \times 18,5 + 12 \times 1,5 = 51,875 \text{ in}^2$$

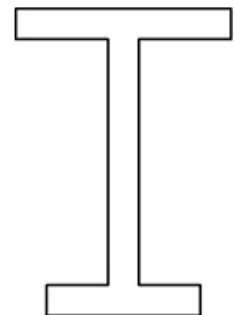
Luas setengah = $25,94 \text{ in}^2$

Luas sayap bawah = 20 in^2 . Oleh karena itu, luas badan di bawah PNA = $25,94 - 20 = 5,94 \text{ in}^2$

Kedalaman badan di bawah PNA = $5,94/0,75 = 7,917 \text{ in}^2$. Ini berarti PNA berada pada jarak = $9,917 \text{ in}^2$ di atas tepi bawah.

Modulus penampang plastis Z_x dihitung sebagai momen pertama dari empat persegi panjang komponen terhadap PNA:

$$Z_x = 20 \times 8,917 + 5,94 \times 3,958 + 7,94 \times 5,292 + 18 \times 11,333 = 447,86 \text{ in}^3$$



Kapasitas momen plastis:

$$M_p = Z_x F_y = 447,86 \times 36 = 16,123 \text{ k-in} = 1,343,6 \text{ k-ft (A)}$$

15. Untuk tekanan (f'_c) lebih besar dari 5.000 psi, pengurangan semua kandungan yang ditunjukkan pada Tabel 4.4.1 sebesar 1,0 persen. Berdasarkan Tabel 4.4.1 (Kandungan Udara) dan Tabel 4.2.1 (Kondisi Paparan) Manual ACI

Persentase kandungan udara = $6 - 1 = 5\%$ (D)

16. Prategang awal (saat pelepasan) = $0,75 f_{pu} = 202,5$ ksi

Gaya prategang (setelah kehilangan), $P_s = (202,5 - 32) \times 5,9 = 1,006 \text{ k}$

Eksentrisitas gaya prategang = $21,65$ inci. Momen akibat gaya prategang menginduksi tegangan pada serat atas, sedangkan momen akibat beban gravitasi menginduksi kompresi pada serat atas.

$$M_{DL+LL} = 1400 \text{ k-ft} = 16.800 \text{ k-in}$$

Tegangan pada serat atas (kompresi positif) dihitung sebagai:

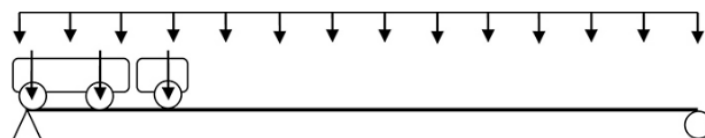
$$\sigma_{\text{top}} = + \frac{P_s}{A} - \frac{P_s e}{S_t} + \frac{M}{S_t} = + \frac{1,006}{283,8} - \frac{1,006 \times 21,65}{2560} + \frac{16,800}{2560} = +1,6 \text{ ksi (compression)}$$



17. Tegangan tekan yang diizinkan untuk unit pasangan bata tanpa tulangan yang mengalami kombinasi tegangan aksial dan lentur diberikan oleh $0.45f'_m$
Untuk $f'_m = 1,800$ psi, tegangan tekan yang diizinkan = 810 psi
Jawabannya adalah (D)
18. Menurut ketentuan beban angin IBC, suatu bangunan dianggap fleksibel jika frekuensi fundamentalnya kurang dari 1 Hz. Untuk bangunan tersebut, periode fundamentalnya adalah 0,35 detik. Oleh karena itu, frekuensi fundamentalnya adalah $1/0,35 = 2,86$ Hz. Ini berarti, bangunan tersebut tidak dapat dianggap fleksibel. Menurut ketentuan beban angin IBC, suatu bangunan dianggap bertingkat rendah jika tinggi atap rata-rata (dalam hal ini 42 kaki) kurang dari 60 kaki *dan* dimensi lateral terkecil (yang dalam hal ini adalah 80 kaki). Oleh karena itu, bangunan ini dapat dianggap bertingkat rendah.
Jawabannya adalah (D)
19. Menurut pasal 7.2.2 ACI 318, diameter tekuk minimum sengkang dan pengikat no. 5 dan yang lebih kecil adalah $4d_b$. Karena batang no. 4 memiliki diameter $d_b = 0,5$ inci, diameter tekuk minimum = 2,0 inci. Oleh karena itu, radius tekuk minimum = 1,0 inci.
Jawabannya adalah (A)
20. Tulangan maksimum yang diizinkan (ACI) = 8%
Beban terfaktor, $P_u = 1,2 \times 300 + 1,6 \times 350 = 920$ k
 $P_u \leq \phi \beta A_g [0.85f'_c(1 - \rho_g) + \rho_g f_y]$
 $0.7 \times 0.85 \times A_g \times [0.85 \times 4 \times (1 - 0.08) + 0.08 \times 60] = 4.717A_g \geq 920 \Rightarrow A_g \geq 195 \text{ in}^2$

Diameter $\geq 15,8$ inci. Pilih D = 16 inci (C)

21. Beban HL-93 terdiri dari: beban lajur sebesar 640 lb/kaki per lajur bermuatan (lebar 10 kaki) + (HS20) beban truk pada lajur desain.
Oleh karena itu, per lajur desain, geser maksimum pada bentang sederhana diberikan oleh:



Beban HL-93 = (beban HS25 truck atau beban tandem, mana pun yang berlaku) + beban lajur. Untuk geser maksimum pada tumpuan A atau B, jarak antara roda ke-2 dan ke-3 (yang bervariasi) harus minimum, yaitu 14 kaki. Beban lajur = 0,64 k/kaki
Maka, geser maksimum = reaksi vertikal pada tumpuan kiri (untuk penempatan beban yang ditunjukkan) = kontribusi roda truk (kiri ke kanan) + kontribusi beban lajur:



$$V_{max} = 32 + \frac{125 - 14}{125} \times 32 + \frac{125 - 14 - 14}{125} \times 8 + \frac{0.64 \times 125}{2} = 106.62 \text{ k}$$

Untuk tandem (dua as 25-k yang dipisahkan oleh jarak 4 kaki), geser maksimum diberikan oleh:

$$V_{max} = 25 + \frac{125 - 4}{125} \times 25 + \frac{0.64 \times 125}{2} = 89.2 \text{ k}$$

22. Karena sayap tekan balok dikencangkan di tengah bentang, $L_{unbraced} = 30/2 = 15$ kaki

Catatan: Gunakan panjang tanpa bresing untuk menghitung Kapasitas Momen Terfaktor Maksimum.

LRFD

Dari manual AISC, untuk $L_b = 15$ kaki, untuk penampang $W16 \times 100$, $\phi_b M_n = 670 \text{ k} - \text{kaki}$

Kapasitas momen terfaktor maks. = $670 \text{ k} - \text{kaki}$ (perkiraan) (Menggunakan manual AISC Tabel 3-10)

Untuk bentang sederhana, momen maksimum untuk beban terdistribusi merata:

$$M_u = \frac{w_u L^2}{8} \Rightarrow w_u = \frac{670 \times 8}{30^2} = 5.95 \frac{\text{k}}{\text{ft}}$$

ASD

Dari manual AISC, untuk $L_b = 15$ kaki, untuk penampang $W16 \times 100$, $M_n/\Omega = 450 \text{ k} - \text{kaki}$

Kapasitas momen maks. = $450 \text{ k} - \text{kaki}$ (kurang lebih) (Menggunakan manual AISC Tabel 3-10)

Untuk bentang sederhana, momen maksimum untuk beban terdistribusi seragam:

$$M_a = \frac{wL^2}{8} \Rightarrow w = \frac{450 \times 8}{30^2} = 4.0 \frac{\text{k}}{\text{ft}}$$

Oleh karena itu, jawaban yang benar adalah (B)

23. Beban aksial terfaktor:

$$P_u = 1.2P_D + 1.6P_L = 1.2 \times 300 + 1.6 \times 180 = 648 \text{ k}$$

Momen faktor,

$$M_u = 1.2P_D e_D + 1.6P_L e_L = 1.2 \times 300 \times 0 + 1.6 \times 180 \times 4 = 1,152 \text{ k} \cdot \text{in}$$

Parameter tanpa dimensi:

$$K_n = \frac{P_u}{\phi_c f'_c A_g} = \frac{648}{0.65 \times 4 \times 320} = 0.78$$



$$R_n = \frac{M_u}{\phi_c f'_c A_g h} = \frac{1,152}{0.65 \times 4 \times 320 \times 20} = 0.07$$

Dengan asumsi tutupan efektif sekitar 2,5 inci, $\gamma h = 20 - 2 \times 2,5 = 15$ inci \rightarrow
 $\gamma = 0,75$

Untuk data di atas ($f'_c = 4$ ksi, $f_y = 60$ ksi, $\gamma = 0,75$), diagram interaksi kolom menghasilkan $\rho_g = 1,2\%$.

Oleh karena itu, $A_s = 0.012 \times 16 \times 20 = 3.84 \text{ in}^2$ (B)

24. Solusi ASD

Beban layanan seperti yang ditunjukkan pada gambar.

Reaksi vertikal di A dapat dihitung dengan mengambil momen terhadap E:

$$A_y = \frac{120 \times 36 + 200 \times 24 + 120 \times 12 - 240 \times 9}{48} = 175 \text{ k}$$

Dengan beban-beban ini, $A_x = -240 \text{ k}$, $A_y = 175 \text{ k}$, $E_y = 265 \text{ k}$

Dengan analogi balok, tegangan maksimum pada tulangan bawah akan terjadi di tengah bentang (komponen BC dan CD).

Dengan menggunakan metode penampang, $F_{BC} = 546,7 \text{ k}$

Kriteria leleh: $0.6F_y A_g \geq 546.7 \Rightarrow A_g \geq \frac{546.7}{0.6 \times 36} = 25.3 \text{ in}^2$

Kriteria fraktur:

$$0.5F_u A_e = 0.5F_u (0.75A_g) \geq 546.7 \Rightarrow A_g \geq \frac{546.7}{0.5 \times 0.75 \times 58} = 25.1 \text{ in}^2$$

Solusi LRFD

Beban faktor adalah sebagai berikut: Pada B dan D: $1.2 \times 0.3 \times 120 + 1.6 \times 0.7 \times 120 = 177.6 \text{ k}$

Pada C: $1.2 \times 0.3 \times 200 + 1.6 \times 0.7 \times 200 = 296 \text{ k}$

Pada F: $1.2 \times 0.3 \times 240 + 1.6 \times 0.7 \times 240 = 355.2 \text{ k}$

Reaksi vertikal di A dapat dihitung dengan mengambil momen tentang E:

$$A_y = \frac{177.6 \times 36 + 296 \times 24 + 177.6 \times 12 - 355.2 \times 9}{48} = 259 \text{ k}$$

Dengan beban-beban ini, $A_x = -355,2 \text{ k}$, $A_y = 259 \text{ k}$, $E_y = 392,2 \text{ k}$

Dengan analogi balok, tegangan maksimum pada tulangan bawah akan terjadi di tengah bentang (komponen BC dan CD).

Dengan menggunakan metode penampang, $F_{BC} = 809,1 \text{ k}$

Kriteria leleh: $0.9F_y A_g \geq 809.1 \Rightarrow A_g \geq \frac{809.1}{0.9 \times 36} = 24.97 \text{ in}^2$



Kriteria fraktur:

$$0.75F_u A_e = 0.75F_u(0.75A_g) \geq 809.1 \Rightarrow A_g \geq \frac{809.1}{0.75^2 \times 58} = 24.8 \text{ in}^2$$

Jawaban yang benar adalah (D)

25. Beban terfaktor adalah $w_u = 1,2w_{DL} + 1,6w_{LL} = 8,8 \text{ k/kaki}$

Momen desain adalah $M_u = w_u L^2 / 8 = 687,5 \text{ k - kaki}$

Kami mencari ukuran balok *terkecil*, sehingga menghasilkan *tulangan maksimum yang diizinkan*. Faktor reduksi kekuatan diasumsikan sebesar 0,81 (baja maksimum $\rightarrow \phi$ minimum). ACI318 – 05 memberikan $\phi = 0.48 + 83\epsilon_t \leq 0.9$ Regangan tarik minimum yang diizinkan $\epsilon_t = 0,004 \rightarrow \phi = 0,812$. Menggunakan tabel desain (Tabel 105.5) dalam buku *All-in-One*: Untuk $f'_c = 4 \text{ ksi}$, $f_y = 60 \text{ ksi}$, $\rho_{maks} = 0,0206$,

$$W_{max} = \frac{0.0206 \times 60}{4} = 0.309 \rightarrow X = 0.2527$$

Dengan demikian, kedalaman efektifnya:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.81Xbf'_c}} = \sqrt{\frac{687.5 \times 12}{0.81 \times 0.2527 \times 15 \times 4}} = 25.9 \text{ in}$$

Dengan asumsi $d \approx h - 2,5$, kedalaman keseluruhan minimum = $25,9 + 2,5 = 28,4 \text{ in}$ (C)

26. a) rasio flensa}

$$\frac{b_f}{2t_f} = \frac{12}{2 \times 2} = 3$$

$$\text{batas kompak, } \lambda_p = 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 0.38 \times \sqrt{\frac{29,000}{50}} = 9.15 \quad (\text{AISC Table B4.1})$$

Karena $\frac{b}{t} = 3 < \lambda_p$, oleh karena itu, flensnya kompak.

b) Web

$$\frac{b}{t_w} = \frac{48}{0.5} = 96$$

$$\text{Batas kompak: } \lambda_p = 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 3.76 \times \sqrt{\frac{29,000}{50}} = 90.31$$

$$\text{Batas nonkompak: } \lambda_r = 5.70 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 5.70 \times \sqrt{\frac{29,000}{50}} = 137.27$$



Karena $\lambda_p < \frac{h}{t_w} < \lambda_r$, web bersifat nonkompak.

Karena web bersifat nonkompak, seluruh bagiannya bersifat nonkompak. (C)

27. Lebar efektif flens = terkecil dari ($L/4$, jarak antar pusat, $b_w + 12t$) = min (7 kaki, 8 kaki, 88 inci) = 7 kaki = 84 inci

Penampang balok & pelat = $96 \times 5 + 28 \times 15 = 900 \text{ inci}^2 = 6,25 \text{ kaki}^2$

Berat sendiri balok & pelat = $6,25 \text{ kaki}^2 \times 0,15 \text{ k/kaki}^3 = 0,94 \text{ k/kaki}$

Beban hidup lantai yang ditransmisikan ke setiap balok = $85 \text{ psf} \times 8 \text{ kaki}$
= $680 \text{ lb/kaki} = 0,68 \text{ k/kaki}$

Beban faktor total pada balok = $1,2 \times 0,94 + 1,6 \times 0,68 = 2,216 \text{ k/kaki}$

Momen maksimum:

$$M_u = \frac{wL^2}{8} = \frac{2.216 \times 28^2}{8} = 217.17 \text{ k} \cdot \text{ft} = 2,606 \text{ k} \cdot \text{in}$$

Untuk balok persegi panjang dengan ($b = 84 \text{ inci}$, kedalaman efektif $d = 17,5 \text{ inci}$,

$M_u = 2.606 \text{ k} - \text{inci}$, $f'_c = 4 \text{ ksi}$ dan $f_y = 60 \text{ ksi}$

Parameter kekuatan: $X = \frac{M_u}{\phi f'_c b d^2} = \frac{2,606}{0,9 \times 4 \times 84 \times 17,5^2} = 0,0281$

Dari tabel (Tabel 105.5 dalam buku *All-in-One*)

nilai parameter penguatan yang sesuai: $w = \rho \frac{f_y}{f'_c} = 0,0285$

$$\rho = \omega \frac{f'_c}{f_y} = \frac{0,0285 \times 4}{60} = 0,0019$$

Ini kurang dari rasio baja minimum, sehingga menurut ACI, menyediakan baja 33% lebih banyak dari yang dibutuhkan.

Luas baja, $A_s = 1,33 \times 0,0019 \times 84 \times 17,5 = 3,72 \text{ in}^2$ (B)

28. Solusi ASD

Kekuatan tersedia yang dibutuhkan dihitung sebagai:

$$P_a = 200 + 200 = 400 \text{ k}$$

Penampang W12 \times 96 memiliki sifat-sifat berikut: $r_x = 5,44$; $r_y = 3,09$.

Rasio kelangsingan dihitung sebagai: $(KL/r)_x = 88,2$; $(KL/r)_y = 77,7$

Dari Tabel 4-22 manual baja AISC, untuk rasio kelangsingan yang berlaku = 88,2, tegangan izin diberikan oleh

$$F_{cr}/\Omega_c = 14,28 \text{ ksi}$$

Beban tekan izin diberikan oleh

$$P_n/\Omega_c = 14,28 \times 28,2 = 402,7 \text{ k}$$



Solusi LRFD

$$P_u = 1.2 \times 200 + 1.6 \times 200 = 560 \text{ k}$$

Bagian W12 \times 96 memiliki sifat-sifat berikut: $r_x = 5,44$; $r_y = 3,09$

Rasio kelangsingan dihitung sebagai: $(KL/r)_x = 88,2$; $(KL/r)_y = 77,7$

Dari Tabel 4-22 manual baja AISC, untuk rasio kelangsingan yang mengatur = 88,2, tegangan tekuk desain diberikan oleh

$$\phi_c F_{CR} = 21.56 \text{ ksi}$$

Kekuatan desain dalam kompresi diberikan oleh

$$\phi_c P_n = 21,56 \times 28,2 = 608 \text{ k(OK)}$$

Periksa ukuran yang lebih rendah berikutnya. W12 \times 87: $r_x = 5,38$; $r_y = 3,07$; $(KL/r)_x = 89,2$; $(KL/r)_y = 78,2$; $\phi_c F_{cr} = 21,36 \text{ ksi}$; $\phi_c P_n = 21,36 \times 25,6 = 547 \text{ k}$
(tidak memadai)

Pilih W12 \times 96 (C)

29. Bentang efektif ambang pintu dihitung sebagai: $S =$ jarak pusat ke pusat antar tumpuan = 5,67 kaki

Tinggi dinding di atas ambang pintu = 8 kaki $>$ 5,67 kaki. Oleh karena itu, kita dapat mengasumsikan bahwa terjadi aksi lengkung.

Dengan demikian, ambang pintu perlu memikul dua jenis beban:

1. berat sendiri (persegi panjang): $w_1 = 140 \times \frac{7.5}{12} \times \frac{16}{12} = 116.7 \text{ lb/ft}$

2. Berat dinding (segitiga): $w_2 = 130 \times \frac{7.5}{12} \times \frac{5.67}{2} = 230.3 \text{ lb/ft}$

Momen lentur maksimum pada ambang pintu dengan penopang sederhana diberikan oleh:

$$M_{max} = M_1 + M_2 = \frac{w_1 L^2}{8} + \frac{w_2 L^2}{12} = 469.0 + 617.0 = 1,086 \text{ lb} \cdot \text{ft}$$

Jawaban yang benar adalah (D)

30. Menurut AASHTO, lebar efektif pelat = jarak antar balok dari pusat ke pusat = 8 kaki = 96 inci.

$$\text{Rasio modular: } n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{29,000 \text{ ksi}}{1,820\sqrt{4} \text{ ksi}} = 7.97 \approx 8$$

Lebar ekivalen pelat = $96/8 = 12$ inci

Tinggi titik berat (diukur dari dasar baja):

$$\bar{y} = \frac{136 \times 30 + 12 \times 8 \times 64}{136 + 96} = 44.1 \text{ in}$$

Momen inersia penampang ekivalen:



$$I_{NA} = 81,940 + 136 \times (44.1 - 30)^2 + \frac{1}{12} \times 12 \times 8^3 + 96 \times (44.1 - 64)^2$$
$$= 147,507 \text{ in}^4$$

Momen lentur maksimum pada penampang komposit:

$$M = \frac{wL^2}{8} = \frac{1.8 \times 8 \times 70^2}{8} = 8,820 \text{ k} \cdot \text{ft} = 105,840 \text{ k} \cdot \text{in}$$

Tegangan lentur pada baja (tarik): $\sigma = \frac{My}{I} = \frac{105,840 \times 44.1}{147,507} = 31.6 \text{ ksi (A)}$

31. Baja A572 grade 50: $F_y = 50 \text{ ksi}$; $F_u = 65 \text{ ksi}$

Untuk saluran (C10 \times 30), sifat yang relevan: $A_g = 8,81 \text{ in}^2$; $t_w = 0,673 \text{ in}^2$

Luas bersih (2 lubang): $A_{\text{net}} = 8.81 - 2 \times \frac{7}{8} \times 0.673 = 7.63 \text{ in}^2$

Luas bersih (3 lubang):

$$A_{\text{net}} = 8.81 - 3 \times \frac{7}{8} \times 0.673 + 2 \times \frac{2^2}{4 \times 2.5} \times 0.673 = 7.58 \text{ in}^2$$

Faktor geser: $U = 1 - \frac{\bar{x}}{L} = 1 - \frac{0.649}{4} = 0.84$

Solusi ASD

Kapasitas (hasil): $\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{F_y A_g}{1.67} = \frac{50 \times 8.81}{1.67} = 263.8 \text{ k}$

Kapasitas (retakan): $\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{F_u U A_{\text{net}}}{2.0} = \frac{65 \times 0.84 \times 7.58}{2.0} = 206.9 \text{ k}$

Kapasitas anggota desain = 207 kJ

Solusi LRFD

Kapasitas (hasil): $\phi_t P_n = 0.9 F_y A_g = 0.9 \times 50 \times 8.81 = 396.5 \text{ k}$

Kapasitas (retakan):

$$\phi_t P_n = 0.75 F_u A_e = 0.75 F_u U A_{\text{net}} = 0.75 \times 65 \times 0.84 \times 7.58 = 310.4 \text{ k}$$

Kapasitas anggota desain = 310 k (A)

32. Eksentrisitas lebih besar dari 0,1 jam ($4 \text{ inci} > 0,1 \times 16 \text{ inci}$). Oleh karena itu, kolom harus dirancang untuk kombinasi P_u dan M_u ($e/h = 4/16 = 0,25$).

Luas baja $A_s = 12 \times 1,0 = 12,0 \text{ in}^2$, dan luas bruto $A_g = 16 \times 16 = 256 \text{ in}^2$.

Rasio tulangan $\rho_g = 12 \div 256 = 0,047$ (Ini berada dalam batas 1%–8%).



Dengan asumsi selimut bersih = 1,5 in, jarak pusat ke pusat antara garis tulangan paralel = $16 - 2 \times (1,5 + 0,5 + 1,128/2) = 10,87$ in.

Parameter $\gamma = 10,87/16 = 0,68$. Mari kita gunakan diagram untuk $f'_c = 4$ ksi, $f_y = 60$ ksi, $\gamma = 0,65$

Dari diagram interaksi kolom yang dipilih, untuk $e/h = 0,25$ dan $\rho_g = 4,7\%$, $K_n = 0,80$

$$P_u = K_n \phi_c f'_c A_g = 0.80 \times 0.65 \times 4 \times 256 = 532.5 \text{ k} \quad (\text{D})$$

33. Berat sendiri pelat: $w_{sw} = 150 \times \frac{5}{12} = 62.5 \text{ lb/ft}^2$

Beban faktor total pada pelat:

$$w_u = 1.2 \times (40 + 62.5) + 1.6 \times 85 = 259 \text{ lb/ft}^2$$

Untuk lebar satuan (1 kaki) pelat, momen terfaktor pada bagian kritis momen positif adalah:

$$M_u = \frac{w_u L^2}{10} = \frac{259 \times 8^2}{10} = 1,657.6 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 1,9891.2 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

Dengan asumsi tulangan utama #5 dan selimut bersih 0,75 inci, kita memperoleh Kedalaman efektif pelat = $5,0 - 0,75 - 0,625/2 = 3,94$ inci

Jika momen ultimit dinyatakan sebagai: $M_u = \phi f'_c b d^2 X$, maka parameter kekuatan X diberikan oleh

$$X = \frac{M_u}{\phi f'_c b d^2} = \frac{19891.2}{0.9 \times 4,500 \times 12 \times 3.94^2} = 0.0264 \Rightarrow w = \frac{\rho f_y}{f'_c} = 0.027$$

Rasio penguatan, $\rho = \frac{w f'_c}{f_y} = 0.002$

Karena tulangan ini kurang dari tulangan minimum yang dibutuhkan, tulangan ini harus ditingkatkan sebesar 33%

Luas baja yang dibutuhkan,

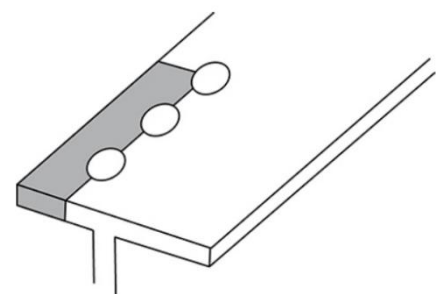
$$A_s = \rho b d = 1.33 \times 0.002 \times 12 \times 3.94 = 0.126 \text{ in}^2/\text{ft} \quad (\text{C})$$

34. Agar terjadi keruntuhan geser blok, empat blok harus pecah (dua di setiap flensa) agar sambungan gagal. Salah satu blok ini ditunjukkan pada gambar berikut. Parameter blok (area dalam tegangan dan geser) dihitung sebagai:

$$A_{nt} = \left(3 - \frac{1}{2} \times \frac{7}{8}\right) \times 0.67 = 1.717 \text{ in}^2$$

$$A_{gv} = 12 \times 0.67 = 8.04 \text{ in}^2$$

$$A_{nv} = \left(12 - \frac{5}{2} \times \frac{7}{8}\right) \times 0.67 = 6.57 \text{ in}^2$$



$$R_n = 0.6F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq 0.6F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt}$$

$R_n = 328,5 \leq 273,3$. Dengan demikian, kuat nominal yang berlaku untuk satu balok = 273,3 k. Ini adalah kuat nominal satu (dari empat) balok. Dengan demikian, kuat nominal geser balok = $4 \times 273,3 = 1093,2$ k (B)

35. Menurut ASCE 7-08

Pilihan jawaban yang tepat adalah (A)

36. Pilihan jawaban yang tepat adalah (C)

37. Menurut Tabel 2.4 dari Manual Konstruksi Baja AISC, mutu ASTM yang direkomendasikan untuk bentuk HSS persegi adalah A500 Gr. C

Jawabannya adalah (A)

38. Menurut Gambar D-11 pada §1910.27, rentang sudut kemiringan optimal adalah antara 60° dan 75° terhadap horizontal. (C)

39. Beban mati total dek jembatan + girder = $36 \times 80 \times 0,75 \times 150 + 4 \times 80 \times 282 = 324.000 + 90.240 = 414.240$ lb. Gaya ini bekerja di tengah bentang. Dengan memperhitungkan momen pada tumpuan yang jauh dari ujung yang didongkrak, gaya total pada dongkrak = $414 \text{ k} \times 40/70 = 237 \text{ k}$
Dengan asumsi beban ini dibagi rata oleh keenam dongkrak, setiap dongkrak perlu memberikan gaya sebesar $39,5 \text{ k} = 19,7 \text{ ton}$.

Jika FS minimum yang diinginkan = 2,0, dongkrak harus memiliki nilai 39,5 ton.

Jawabannya adalah (B)

40. Pada tingkat pengembalian (i), nilai sekarang seharusnya nol.

Pengeluaran modal Rp. 3.500.000.000 adalah nilai saat ini (P) NEGATIF

Pengurangan Rp. 250.000.000 dalam biaya tahunan adalah anuitas (A) POSITIF

Peningkatan Rp. 2.000.000.000 dalam nilai sisa adalah jumlah di masa depan (F) POSITIF

Dengan mengonversi semua ini menjadi nilai sekarang, nilai kekayaan bersih sekarang dapat dituliskan:

$$PW = -350 + 25 \left(\frac{P}{A}, i, 20 \text{ yrs} \right) + 200 \left(\frac{P}{F}, i, 20 \text{ yrs} \right) = 0$$

Untuk $i = 5\%$, $PW = Rp. 370.000.000$

Untuk $i = 6\%$, $PW = Rp. - 9.000$ Jawaban sebenarnya 5,97%

Untuk $i = 7\%$, $PW = Rp. - 335.000$

Jawabannya (B)





Kunci Jawaban untuk Ujian Kedalaman Struktural

1	A
2	B
3	A
4	D
5	D
6	A
7	D
8	B
9	B
10	A

11	D
12	C
13	C
14	A
15	D
16	B
17	D
18	D
19	A
20	C

21	C
22	B
23	B
24	D
25	C
26	C
27	B
28	C
29	D
30	A

31	D
32	D
33	C
34	B
35	A
36	C
37	A
38	C
39	B
40	B



BAB 11

SOLUSI UJIAN GEOTEKNIK MENDALAM

Solusi terperinci ini ditujukan untuk soal pada bab 4, mewakili ujian Geoteknik Mendalam berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Berat pasir uji di lubang uji = $13,75 - 10,24 = 3,51$ lb
Volume pasir uji di lubang uji = $3,51 \div 88,2 = 0,0398$ ft³
Berat tanah yang diperoleh dari lubang uji = 5,52 lb
Berat satuan tanah yang diperoleh dari lubang uji = $5,52 \div 0,0398 = 138,71$ lb/ft³
Berat satuan tanah kering = $138,71 \div 1,19 = 116,56$ lb/ft³
Persen pemadatan = $116,56 \div 126,3 = 92\%$ (A)
2. Kumulatif % tertahan pada no. Ayakan 200 adalah 74.
 $F_{200} = 100 - R_{200} = 100 - 74 = 26$
Karena $F_{200} < 50$, tanah didominasi oleh tanah kasar. Oleh karena itu, huruf pertama adalah S atau G.
Fraksi kasar = $100 - F_{200} = 74$. Setengah dari fraksi kasar = 37
 $R_4 = 8$ kurang dari setengah fraksi kasar. Oleh karena itu, huruf pertama adalah S.
Karena $F_{200} > 12$, huruf kedua klasifikasi harus didasarkan pada karakteristik plastisitas, bukan gradasi. Gunakan bagan Plastisitas Casagrande dengan $LL = 43$, $PI = 43 - 21 = 22$. Ini terletak di atas garis-A (lebih mirip lempung daripada lanau).
Tanah diklasifikasikan sebagai SC. (D)
3. Jumlah panjang semua bagian yang tidak retak dengan panjang lebih dari 4 inci = 214 inci.
Panjang inti total = 20 kaki = 240 inci.
 $RQD = 214 \div 240 = 89\%$ (D)
4. Pernyataan B benar. Metode seismik refleksi berguna untuk mengidentifikasi fitur kedalaman, tetapi penggunaannya terbatas dalam investigasi tanah dangkal.
Pernyataan C benar. Survei gravitasi dilakukan dengan mengukur variasi kecil gaya gravitasi bumi. Hal ini membutuhkan peralatan yang sangat rumit dan mahal.
Pernyataan D benar. Survei resistivitas penggunaannya terbatas dalam investigasi tanah dangkal karena kesulitan dalam menginterpretasikan hasilnya.
Jawabannya adalah (A)
5. Rasio gesekan = $0,03/5,2 = 0,6\%$. Nilai yang rendah seperti itu biasanya menunjukkan pasir. (A)



6. Berat tanah basah = 1.331,5 g
Berat lilin = 1.368,2 – 1.331,5 = 36,7 g. Dengan menggunakan berat jenis lilin, kita dapat menghitung volume lilin = $36,7 \div 0,9 \text{ g} = 40,78 \text{ cm}^3$

Karena kadar air = 15,2%, berat tanah dapat dibagi menjadi padatan tanah kering = $100/115,2 \times 1.331,5 = 1.155,8 \text{ g}$ dan air (175,7 g).

Karena berat jenis padatan tanah diketahui (2,70), kita juga memperoleh volume padatan tanah = $1.155,8 \div 2,7 \text{ g} = 428,07 \text{ cm}^3$ dan volume air = $175,7 \text{ cm}^3$.

Selain itu, daya apung (penurunan berat yang tampak saat terendam) sampel berlapis lilin = $1.368,2 - 593,4 = 774,8 \text{ g}$. Oleh karena itu, volume air yang dipindahkan = volume sampel berlapis lilin = $774,8 \text{ cm}^3$ (Massa jenis air = 1 g/cm^3).

Oleh karena itu, volume sampel tanah (yang tidak dilapisi) = $774,8 - 40,78 = 734,02 \text{ cm}^3$

Oleh karena itu, volume udara = $734,02 - (428,07 + 175,7) = 130,25 \text{ cm}^3$

Total volume rongga dalam sampel asli = $175,7 + 130,25 = 305,95 \text{ cm}^3$

Derajat kejenuhan S = $V_{air}/V_{void} = 175,7 \div 305,95 = 0,574 \text{ (A)}$

7. Dengan pelat ujung berpori, tekanan pori tidak meningkat. Tegangan efektif sama dengan tegangan total. Luas bidang yang mengalami kegagalan geser = $\pi(2)^2 = 12,56 \text{ in}^2$

Dengan melengkapi tabel dengan tegangan normal ($\sigma = N/A$) dan tegangan geser ($\tau = F/A$), kita peroleh:

Contoh	N (lb)	F (lb)	σ (psi)	τ (psi)
1	120	78	9.55	6.21
2	160	93	12.73	7.40
3	220	116	17.51	9.23

Dengan menggunakan titik sampel 1 dan 3, kohesi dihitung sebagai:

$$c = \frac{\sigma_2 \tau_1 - \sigma_1 \tau_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{17.51 \times 6.21 - 9.55 \times 9.23}{17.51 - 9.55} = 2.587 \text{ psi} = 372.5 \text{ psf (A)}$$

8. Kedalaman yang terkait dengan hasil SPT ini berada di tengah interval penetrasi ke-2 dan ke-3, yaitu tepat 1 kaki di bawah kedalaman awal pengujian. Dengan demikian,



kedalamannya adalah $10 + 1 = 11$ kaki. Tegangan vertikal efektif pada $z = 11$ kaki adalah:

$$\sigma'_v = 109.2 \times 6 + (122.7 - 62.4) \times 2 + (118 - 62.4) \times 3 = 942.6 \text{ psf} = 0.471 \text{ tsf}$$

Faktor koreksi beban berlebih:

$$C_N = \sqrt{\frac{1}{\sigma'_v}} = \sqrt{\frac{1}{0.471}} = 1.46$$

Nilai N SPT yang telah dikoreksi: $N' = C_N N = 1.46 \times 39 = 57$ (C)

9. Gradien hidrolik pada saluran pasir dihitung dari perbedaan tinggi muka air dan panjang total:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{945 - 905}{160} = 0.25 \text{ ft/ft}$$

$$\text{Porositas pasir: } n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.45}{1+0.45} = 0.31$$

Kecepatan rembesan (ini adalah kecepatan fluida sebenarnya melalui rongga-rongga dalam tanah, bukan kecepatan efektif melintasi seluruh penampang) diberikan oleh:

$$v_s = \frac{Ki}{n} = \frac{1 \times 10^{-4} \times 0.25}{0.31} = 8.1 \times 10^{-5} \text{ ft/sec}$$

Kecepatan gerusan = $8 \text{ in/jam} = 1.85 \times 10^{-4} \text{ ft/detik}$

Faktor keamanan terhadap gerusan diberikan oleh:

$$FS = \frac{1.85 \times 10^{-4}}{8.1 \times 10^{-5}} = 2.29$$

10. Contoh 1 (tanpa drainase)—analisis tegangan efektif Tegangan aksial total saat kegagalan dihitung sebagai jumlah tekanan ruang radial dan beban tambahan sebesar 158,2 lb.

$$\sigma_1 = 18 + \frac{158.2}{\frac{\pi}{4}(2)^2} = 68.36 \text{ psi}$$

Tegangan vertikal efektif diberikan oleh

$$\sigma'_1 = 68.36 - 5.6 = 62.76 \text{ psi}$$

Tegangan radial efektif diberikan oleh

$$\sigma'_3 = 18 - 5.6 = 12.4 \text{ psi}$$

Dengan asumsi sudut gesekan internal = 0, kohesi:



$$c = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} = \frac{62.76 - 12.4}{2} = 25.18 \text{ psi}$$

Sampel 2 (dikeringkan, tekanan pori nol)—analisis tegangan total Tegangan radial,
 $\sigma'_3 = 36 \text{ psi}$

$$c = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2} \Rightarrow \sigma'_1 = \sigma'_3 + 2c = 36 + 2 \times 25.18 = 86.36 \text{ psi}$$

Karena tidak ada tekanan pori, ini juga merupakan nilai tegangan vertikal total. Oleh karena itu, tegangan deviatorik aksial = $86,36 - 36 = 50,36 \text{ psi}$

Beban aksial yang sesuai saat kegagalan: $P_f = 50.36 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 = 158.2 \text{ lb (D)}$

11. Berdasarkan pemeriksaan, tampaknya berat satuan kering puncak berasal dari sampel 3 atau 4.

Volume cetakan Standard Proctor = $1/30 \text{ ft}^3$

Untuk sampel 3, berat satuan total, $\gamma = L/V = 3,95/(1/30) = 118,5 \text{ lb/ft}^3$

Berat satuan kering, $\gamma_d = 118,5/1,16 = 102,2 \text{ lb/ft}^3$

Untuk sampel 4, berat satuan total, $\gamma = L/V = 4,21/(1/30) = 126,3 \text{ lb/ft}^3$

Berat satuan kering, $\gamma_d = 126,3/1,18 = 107,0 \text{ lb/ft}^3$ (berat satuan kering maksimum)

Berat satuan kering target = $0,9 \times 10^3 = 96,3 \text{ lb/ft}^3$

Berat padatan yang dibutuhkan = $96,3 \times 1,5 \times 10^6 \times 27 = 3,9 \times 10^9 \text{ lb}$

Dari tabel, untuk kadar air 12%, berat satuan = $3,24/(1/30) = 97,2 \text{ lb/ft}^3$; $\gamma_d = 97,2/1,12 = 86,8 \text{ lb/ft}^3$.

Volume tanah galian yang dibutuhkan = $3,9 \times 10^9 \text{ lb} \div 86,8 \text{ lb/ft}^3 = 4,49 \times 10^7 \text{ ft}^3 = 1,66 \times 10^6 \text{ yd}^3 \text{ (B)}$

12. Tanah padat di tanggul memiliki berat jenis kering $0,95 \times 95 \text{ pcf} = 90,25 \text{ pcf}$.

Volume timbunan 500.000 yd^3 mengandung padatan = $500.000 \times 27 \times 90,25 = 1,218 \times 10^9 \text{ lb}$.

Tanah galian (saat diangkut) memiliki kepadatan total 115 pcf dan kadar air 20%. Oleh karena itu, kepadatan kering selama pengangkutan = $115/1,2 = 95,83 \text{ pcf}$.

Berat total tanah selama pengangkutan = $1,20 \times 1,218 \times 10^9 = 1,462 \times 10^9 \text{ lb}$

Oleh karena itu, volume tanah (selama pengangkutan) = $1,218 \times 10^9 \text{ lb} \div 95,83 = 1,271 \times 10^7 \text{ ft}^3$

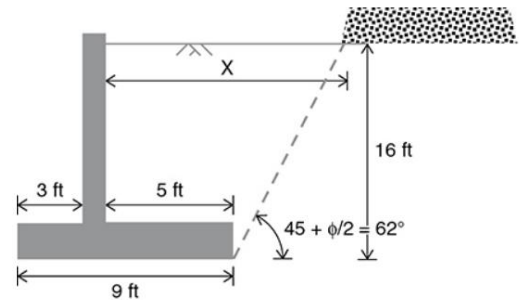
Truk mengangkut $V = 10 \text{ yd}^3 = 270 \text{ ft}^3$, yang beratnya $270 \times 115 = 31.050 \text{ lb}$.

Jumlah perjalanan berdasarkan berat = $1,462 \times 10^9 \text{ lb} \div 31.050 \text{ lb} = 47.072$

Jumlah perjalanan berdasarkan volume = $1,271 \times 10^7 \text{ ft}^3 \div 270 \text{ ft}^3 = 47.072 \text{ (B)}$



13. Bidang keruntuhan Rankine berorientasi pada $\alpha = 45 + \phi/2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar. Dari permukaan belakang dinding, jarak $X = 5 + 16/\tan 62 = 13,5$ kaki. Beban apa pun pada timbunan harus ditempatkan di luar permukaan ini.



Jawaban (c)

14. Pada kedalaman 30 kaki, tegangan vertikal efektif diberikan oleh:

$$\sigma'_v = 124 \times 10 + (124 - 62.4) \times 20 = 2,472 \text{ psf}$$

Tegangan geser siklik rata-rata:

$$\tau_{\text{ave}} = \text{CSR} \times \sigma'_v = 0.23 \times 2,472 = 568.6 \text{ psf}$$

Kekuatan geser ultimit tanah di lapangan (dikoreksi terhadap kepadatan relatif) adalah:

$$\tau_{\text{ult}} = \frac{0.85}{0.95} \times 1,200 = 1,074 \text{ psf}$$

Faktor keamanan untuk pencairan diberikan oleh:

$$FS = \frac{\tau_{\text{ult}}}{\tau_{\text{ave}}} = \frac{1074}{568.6} = 1.89$$

15. Rata-rata tertimbang nilai SPT N untuk 100 kaki teratas dihitung sebagai:

$$\bar{N} = \frac{100}{\sum \frac{d_i}{N_i}} = \frac{100}{\frac{12}{12} + \frac{20}{34} + \frac{33}{25} + \frac{23}{33} + \frac{12}{22}} = 24.1$$

Berdasarkan karakterisasi lokasi seismik (kriteria ASCE7) adalah D ($15 < N < 50$) (D)

16. 1926 Subbagian P, Lampiran A: Tanah dengan kuat tekan bebas lebih besar dari 1,5 ton/kaki² (3.000 lb/kaki²) diklasifikasikan sebagai tipe A kecuali jika tanah tersebut mengalami getaran (dan beberapa kondisi pembatas lainnya) yang dalam hal ini diklasifikasikan sebagai tipe B.

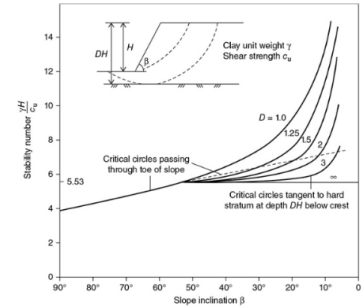
Jawabannya adalah (D)



17. Menggunakan Bagan Stabilitas Taylor (ditunjukkan pada gambar berikut), dengan menggunakan $\beta = 30$, $D = 50/20 = 2,5$, Angka stabilitas, $N_0 = 5,6$

$$\text{Faktor keamanan (stabilitas lereng): } FS = \frac{N_0 c}{\gamma H} = \frac{5,6 \times 900}{120 \times 20} =$$

2.1 (C)



18. Nomor struktural diberikan oleh (tidak termasuk efek drainase):

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 = 0.45 \times 4 + 0.25 \times 8 + 0.15 \times 12 = 5.6 \text{ (B)}$$

19. Lapisan lempung dapat dianggap "terdrainase tunggal" karena lapisan lempung di bawahnya dapat dianggap kedap air. Oleh karena itu, ketebalan drainase $H_d =$ ketebalan lapisan penuh = 12 kaki.

Untuk derajat konsolidasi $U = 80\%$, faktor waktu $T_v = 0,567$.

Waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya penurunan 80% diberikan oleh

$$t = \frac{T_v H_d^2}{c_v} = \frac{0.567 \times 12^2}{6} = 13.6 \text{ yrs (C)}$$

20. Debit $Q = 2.000$, gpm = $4,464 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Konduktivitas hidrolik $K = 1.000 \text{ ft/hari} = 1,157 \times 10^{-2} \text{ ft/detik}$

Pada sumur observasi 1, jarak radial $r_1 = 30 \text{ ft}$, tinggi permukaan piezometrik (di atas dasar akuifer): $y_1 = 50 - 4,5 = 45,5 \text{ ft}$

Pada sumur observasi 2, jarak radial $r_2 = 180 \text{ ft}$, tinggi permukaan piezometrik (di atas dasar akuifer): $y_2 = ?$

Persamaan kondisi tunak untuk penurunan akibat pemompaan pada akuifer adalah:

$$Q = \frac{\pi K (y_1^2 - y_2^2)}{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}$$

dengan y_1 dan y_2 masing-masing adalah elevasi muka air tanah pada jarak radial (horizontal) r_1 dan r_2 (dari garis tengah sumur pompa).

$$Q = \frac{\pi K (y_1^2 - y_2^2)}{\ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)} \Rightarrow (y_1^2 - y_2^2) = \frac{Q \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)}{\pi K} = \frac{4.464 \times \ln\left(\frac{30}{180}\right)}{\pi \times 1.157 \times 10^{-2}} = -220$$

Dengan menyelesaikannya, kita mendapatkan $y_2 = 47,9$ kaki. Penurunan muka air $s_2 = 50 - 47,9 = 2,1$ kaki (A)

21. Selisih tinggi muka air: $H = 213,45 - 198,65 = 14,80$ kaki

Jumlah saluran aliran = 3; Jumlah penurunan potensial = 8



Berdasarkan hukum Darcy, aliran rembesan per satuan lebar diberikan oleh:

$$q = K \frac{N_f}{N_e} H = 200 \times \frac{3}{8} \times 14.8 = 1,110 \frac{\text{ft}^2}{\text{day}} = 0.01285 \frac{\text{ft}^2}{\text{sec}}$$

Total kehilangan rembesan di bawah bendungan: $Q = qL = 0.01285 \times 150 = 1.93 \frac{\text{ft}^3}{\text{sec}}$ (C)

22. Pengaturan ini menunjukkan uji permeabilitas tekanan jatuh. Aspek kunci dari pengaturan ini adalah pemilihan datum. Elevasi ujung hilir sampel tanah adalah 229,80 kaki. Ini seharusnya menjadi elevasi referensi. Oleh karena itu, pada $t = 0$, $h_1 = 238,56 - 229,80 = 8,76$ kaki

$$K = \frac{aL \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)}{A\Delta t} \Rightarrow \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right) = \frac{KA\Delta t}{aL} = \frac{0.012 \times \frac{\pi}{4} \times 2^2 \times \frac{10}{60}}{\frac{\pi}{4} \times 0.1^2 \times 1}$$
$$= 0.8 \Rightarrow \frac{h_1}{h_2} = 2.23 \Rightarrow h_2 = 3.94 \text{ ft}$$

Oleh karena itu, pada $t = 10$ menit, elevasi kolom air = $229,80 + 3,94 = 233,74$ kaki (D)

23. Pernyataan I tidak benar. Karst terbentuk dari pelarutan batuan yang dapat larut.
Pernyataan II benar. Formasi karst terdiri dari tanah dolomit yang menurunkan pH air yang bersentuhan dengannya.
Pernyataan III tidak benar. Formasi karst sangat berpori dan tidak memberikan daya dukung yang memadai.
Pernyataan IV benar. Karena porositasnya yang tinggi, formasi karst memungkinkan air meresap ke reservoir bawah permukaan lebih cepat daripada tanah lainnya.
Jawabannya adalah (A)
24. Tanah berbutir halus, seperti lempung, memiliki resistivitas listrik yang jauh lebih rendah daripada pasir. Hal ini menyebabkan potensi korosi yang tinggi pada pipa besi cor yang tertanam di tanah ini. Jawabannya adalah (D)
25. Dari parameter yang diberikan, berikut ini merupakan parameter penting dalam menentukan kenaikan beku tanah—ukuran butir (tanah tanpa partikel yang lebih kecil dari 74 mikron tidak akan mengalami kenaikan beku), ukuran pori, keberadaan kelembapan yang dikombinasikan dengan siklus beku-cair yang disebabkan oleh fluktuasi suhu dan tekanan beban. (C)



26. Pertimbangkan lebar satuan (1 kaki) dari turap. Beban per satuan panjang = $500 \text{ psf} \times 1 \text{ kaki} = 500 \text{ plf}$

Turap dianggap berengsel pada dinding-dindingnya, dan menerus pada lebih dari tiga dinding, momen desain diberikan oleh:

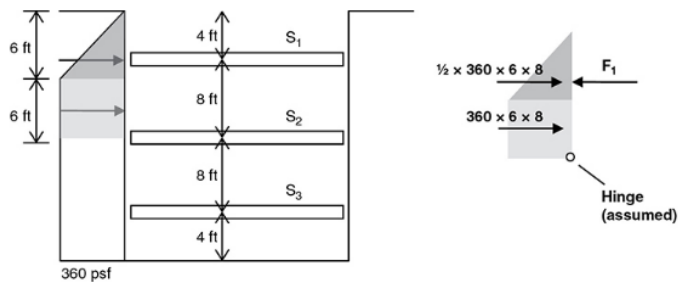
$$M = \frac{wL^2}{10} = \frac{500 \times 4^2}{10} = 800 \text{ lb} \cdot \text{ft} = 9,600 \text{ lb} \cdot \text{in}$$

Modulus bagian yang dibutuhkan: $S = \frac{M}{\sigma_{\text{all}}} = \frac{9,600}{1,400} = 6.86 \text{ in}^3$

Untuk bagian persegi panjang: $S = \frac{bt^2}{6} = 6.86 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{6.86 \times 6}{12}} = 1.85 \text{ in (D)}$

27. Untuk lempung, kohesi adalah setengah dari kuat tekan bebas: $c = S_{\text{uc}}/2 = 600 \text{ psf}$
Parameter kekakuan: $\gamma H/c = 115 \times 24/600 = 4,6 > 4,0$. Oleh karena itu, diasumsikan lempung tersebut lunak. Menurut Peck, tekanan lateral pada potongan

yang diberi penahan pada lempung lunak meningkat secara linear untuk $H/4$ atas kedalaman parit dan kemudian tetap konstan pada nilai maksimum tersebut, yang kira-kira diberikan oleh $\gamma H - 4c = 115 \times 24 - 4 \times 600 = 360 \text{ psf}$



Dengan mempertimbangkan momen di sekitar S_2 (asumsikan engsel berada di lokasi strut kedua), momen resultan tekanan tanah (ditunjukkan dengan arsir) di sekitar S_2 diimbangi oleh momen kompresi strut. Perhatikan bahwa suku-suku tekanan tanah mencakup jarak strut 8 kaki yang tidak sejajar bidang.

$$360 \times 6 \times 8 \times 3 + \frac{1}{2} \times 360 \times 6 \times 8 \times 8 = F_1 \times 8 \Rightarrow F_1 = 15,120 \text{ lb (B)}$$

28. Koefisien tekanan tanah aktif ($\beta = 0, \theta = 90, \delta = 0, \phi = 34$): $K_a = 0,283$
Resultan tekanan tanah aktif:

$$R_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 = 0.5 \times 0.283 \times 125 \times 15^2 = 3,980 \text{ lb/ft}$$

Momen terbalik:

$$M_a = \frac{1}{6} K_a \gamma H^3 = \frac{1}{6} \times 0.283 \times 125 \times 15^3 = 19,898.4 \text{ lb} \cdot \text{ft/ft}$$

Momen stabilisasi dihitung sebagai jumlah momen semua komponen berat (pondasi dinding, batang dinding, dan blok tanah di atas tumit) terhadap jari kaki:



$$M_s = \sum W_i x_i = 9 \times 3 \times 150 \times 4.5 + 12 \times 1 \times 150 \times 3.5 + 5 \times 12 \times 125 \times 6.5$$

$$= 73,275 \text{ lb} \cdot \text{ft}/\text{ft}$$

$$FS_{OT} = 73,275 \div 19,898.4 = 3.7$$

29. Semua komponen gaya lateral dan vertikal ditunjukkan pada gambar. Sebuah bidang vertikal digambar melalui tumit tapak.

Tinggi H , diukur vertikal dari dasar pondasi hingga puncak timbunan

$$H = 17 + 6 \tan 15 = 18,6 \text{ kaki}$$

Untuk $\phi = 34^\circ, \beta = 15^\circ, \delta = 0^\circ, \theta = 90^\circ$,

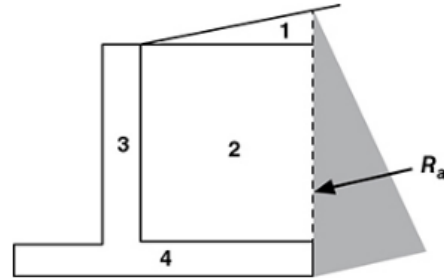
koefisien tekanan tanah aktif Rankine $K_a = 0,339$

Resultan tekanan tanah:

$R_a = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 = 0.5 \times 0.339 \times 120 \times 18.6^2 = 7037 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$ yang dapat diuraikan menjadi komponen vertikal dan horizontal sebagai berikut:

$$R_{av} = 7,037 \times \sin 15 = 1,821 \text{ lb}/\text{fr}$$

$$R_{ah} = 7,037 \times \cos 15 = 6,797 \text{ lb}/\text{ft}$$



Berat baji tanah 1, 2, dan elemen beton 3 dan 4 dihitung sebagai berikut, dengan jarak horizontalnya (diukur dari ujung kaki):

$$W_1 = \frac{1}{2} \times 6 \times 1.6 \times 120 = 576 @ 9 \text{ ft}$$

$$W_2 = 14 \times 6 \times 120 = 10,080 @ 8 \text{ ft}$$

$$W_3 = 1 \times 14 \times 150 = 2,100 @ 4.5 \text{ ft}$$

$$W_4 = 11 \times 3 \times 150 = 4,950 @ 5.5 \text{ ft}$$

$$R_{av} = 1,821 @ 11 \text{ ft}$$

Jumlah momen stabilisasi terhadap ujung kaki diberikan oleh:

$$M_i = \sum F_i x_i = 576 \times 9 + 10,080 \times 8 + 2,100 \times 4.5 + 4,950 \times 5.5 + 1,821 \times 11$$

$$= 142,530 \text{ lb} \cdot \text{ft}/\text{ft}$$

Momen terbalik terhadap ujung kaki diberikan oleh:

$$M_{OT} = R_{ah} \times \frac{H}{3} = 6797 \times \frac{18.6}{3} = 42,141 \text{ lb} \cdot \text{ft}/\text{ft}$$

$$FS_{OT} = 142,530/42,141 = 3.38 \text{ (C)}$$

30. $K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.307$

Pada kedalaman 6 kaki, tekanan vertikal efektif = $123 \times 6 = 738 \text{ psf}$.

Tekanan horizontal efektif = $0,307 \times 738 = 226,6 \text{ psf}$.

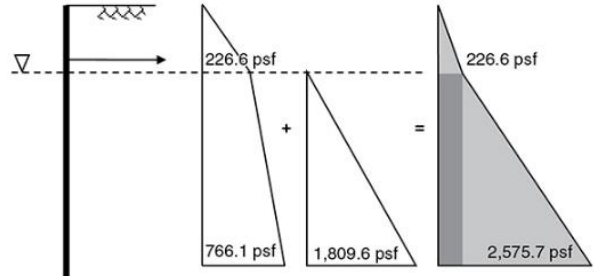
Tekanan horizontal total = $226,6 + 0 = 226,6 \text{ psf}$.

Pada kedalaman 35 kaki, tekanan vertikal efektif = $123 \times 6 + (123 - 62,4) \times 29 = 2495,4$ psf.

Tekanan horizontal efektif = $0,307 \times 2.495,4 = 766,1$ psf.

Tekanan horizontal total = $766,1 + 62,4 \times 29 = 2.575,7$ psf.

Oleh karena itu, diagram tekanan tanah horizontal total meningkat dari nol di permukaan, menjadi 226,6 psf pada kedalaman 6 kaki, dan menjadi 2.575,7 psf pada kedalaman 35 kaki. Diagram ini dapat dipecah menjadi segitiga dari $z = 0$ hingga $z = 6$, persegi panjang dari $z = 6$ hingga $z = 35$, dan segitiga dari $z = 6$ hingga $z = 35$. Resultan dari diagram tekanan ini dihitung (berurutan) sebagai berikut:



Tekanan tanah resultan = $\frac{1}{2} \times 226,6 \times 6 + 226,6 \times 29 + \frac{1}{2} \times 29 \times 2349,1 = 41.313$ lb/kaki (C)

31. Eksentrisitas: $e = M/P = 9/10 = 0,9$ kaki. Untuk menentukan apakah seluruh lebar pondasi efektif atau tidak, eksentrisitas harus dibandingkan dengan $B/6$, yaitu $4/6 = 0,67$ kaki.

Karena eksentrisitas ini lebih besar dari $B/6$, beban resultan tidak jatuh di sepertiga tengah dasar tapak. Hal ini akan menyebabkan pengangkatan di sisi terjauh tapak. Tekanan tanah maksimum diberikan oleh:

$$q_{max} = \frac{4P}{3(B - 2e)} = \frac{4 \times 10}{3 \times (4 - 2 \times 0.90)} = 6.06 \text{ ksf (C)}$$

32. Kedalaman muka air tanah di bawah tapak = 5 kaki, yang lebih kecil dari lebar tapak (10 kaki). Oleh karena itu, hal ini akan mengurangi daya dukung. Karena muka air tanah berada di bawah dasar tapak, berat satuan rata-rata yang akan digunakan pada suku ketiga persamaan daya dukung adalah:

$$\gamma_{ave} = \frac{\gamma D + (\gamma - \gamma_w)(B - D)}{B} = \frac{115 \times 5 + (115 - 62.4)(10 - 5)}{10} = 83.8 \text{ pcf}$$

Kapasitas daya dukung ultimit (dengan asumsi faktor daya dukung yang diberikan mencakup faktor bentuk) adalah:

$$q_{ult} = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma_{ave} B N_\gamma = 115 \times 2 \times 25 + 0.5 \times 83.8 \times 10 \times 19 = 13,711 \text{ psf}$$

Tekanan tanah akibat beban kolom + beban tanah berlebih

$$= 750.000/100 + 115 \times 2 = 7.730 \text{ psf}$$

$$FS = 13.711/7.730 = 1,77 \text{ (B)}$$

33. Ukuran pondasi $B = 5$ kaki. Dengan melakukan normalisasi terhadap ukuran pondasi, kita menginginkan peningkatan tegangan pada $0,8B$ di bawah dan offset lateral $1,2B$. Titik ini berada pada kontur tegangan $0,05p = 0,05 \times 100/25 = 0,2 \text{ ksf} = 200 \text{ psf (C)}$

34. Karena GWT berada dalam jarak 5 kaki (lebar pondasi) dari dasar pondasi, hal ini harus diperhitungkan. Pada suku ketiga persamaan daya dukung, ganti γ dengan γ_{ave}

$$\gamma_{ave} = \frac{\gamma D + (\gamma - \gamma_w)(B - D)}{B} = \frac{125 \times 4 + (125 - 62.4)(5 - 4)}{5} = 112.5$$

Menggunakan faktor daya dukung Terzaghi: Untuk $\phi = 35^\circ, N_c = 58, N_q = 42, N_\gamma = 46$

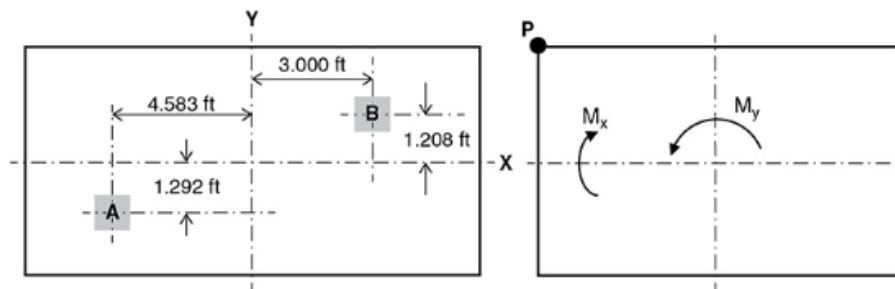
Daya dukung ultimit untuk tapak persegi:

$$q_{ult} = 1.3cN_c + \gamma DN_q + 0.4\gamma BN_\gamma = 0 + 125 \times 3 \times 42 + 0.4 \times 112.5 \times 5 \times 46 = 26,100 \text{ lb/ft}^2$$

Tekanan bantalan yang diizinkan: $q_{all} = \frac{q_{ult}}{FS} = \frac{26,100}{2.8} = 9,321 \text{ lb/ft}^2$

Beban yang diizinkan: $Q_{all} = q_{all}A_f = 9,321 \times 25 = 233,025 \text{ lb} = 233 \text{ k (D)}$

35. Dengan menggunakan dimensi yang diberikan, eksentrisitas beban kolom berikut ditunjukkan pada gambar berikut:



Momen resultan terhadap sumbu x:

$$M_x = 120 \times 1.208 - 100 \times 1.292 = 15.76 \text{ k-ft}$$

Momen resultan terhadap sumbu y:

$$M_y = 120 \times 3.000 - 100 \times 4.583 = -98.3 \text{ k-ft}$$

Di bawah momen-momen ini, kompresi maksimum (di bawah sudut P) diberikan oleh

$$q = \frac{220}{13.167 \times 6.75} + \frac{15.76 \times 3.375}{\frac{1}{12} \times 13.167 \times 6.75^3} + \frac{98.3 \times 6.583}{\frac{1}{12} \times 6.75 \times 13.167^3} = 2.475 + 0.158 + 0.504 = 3.137$$

Kompresi vertikal maksimum (termasuk tekanan beban berlebih 4 kaki) = $3.137 + 4 \times 127 = 3.645 \text{ lb/ft}^2$ (B)

36. Kasus beban mati + beban angin menghasilkan gaya angkat maksimum. Beban mati total = 660 kJ, yang menghasilkan kompresi pada setiap tiang = $660/27 = 24,4 \text{ kJ}$
Momen guling akibat beban angin dihitung sebagai jumlah momen gaya lateral terhadap puncak kepala tiang.

$$M_{OT} = 30 \times 15 + 60 \times 30 + 70 \times 45 + 80 \times 60 = 10,200 \text{ k} \cdot \text{ft}$$

Dengan asumsi distribusi gaya linear pada kolom (jarak S) dan memperhitungkan momen terhadap garis tiang 5, kita mendapatkan 6 tiang (garis 4 dan 6) pada jarak S , 6 tiang (garis 3 dan 7) pada jarak $2S$, 6 tiang (garis 2 dan 8) pada jarak $3S$, dan 6 tiang (garis 1 dan 9) pada jarak $4S$. Jumlah momen – momen tersebut = $6 \times F \times S + 6 \times 2F \times 2S + 6 \times 3F \times 3S + 6 \times 4F \times 4S = 180FS = 10.200$

$F = 10.200/(180 \times 6) = 9,44 \text{ k}$. Dengan demikian, setiap tiang pada barisan tiang terluar mengalami gaya angkat angin = $4F = 37,78 \text{ k}$

Angkatan bruto = $37,78 - 24,44 = 13,34 \text{ k}$

Angkatan neto = angkat bruto – berat sendiri tiang = $13,34 - 5,6 = 7,74 \text{ k}$ (A)

37. Dimensi kelompok tiang (di antara tepi luar) = 22 kaki \times 10 kaki
Pusat lapisan lempung berada pada kedalaman = 37 kaki
 $2/3 L$ tiang berada pada kedalaman = 30,67 kaki
Oleh karena itu, perambatan tegangan melalui $\delta z = 6,33$ kaki
Bawah lapisan lempung pada kedalaman = 54 kaki. Oleh karena itu, ketebalan endapan lempung yang mengalami konsolidasi = $54 - 30,67 = 23,33 \text{ ft}$
Menggunakan piramida perambatan tegangan 2:1, di mana area yang dibebani $B \times L$ didistribusikan ke area $(B + z)(L + z)$. Distribusikan beban kelompok tiang ke area $(22 + 11,67)(10 + 11,67) = 33,67 \text{ ft} \times 21,67 \text{ ft}$

$$\Delta p = \frac{125 \times 2,000}{33,67 \times 21,67} = 342,6 \text{ psf}$$

Tegangan vertikal efektif awal:

$$p'_1 = 120 \times 20 + 115 \times 17 = 4,355 \text{ lb/ft}^2$$

Setelah konstruksi, tegangan vertikal efektif:

$$p'_2 = 4,355 + 342,6 = 4,697,6 \text{ lb/ft}^2$$

Penurunan konsolidasi:



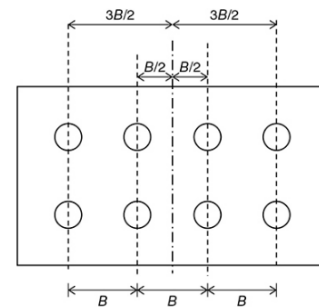
$$s = \frac{HC_c}{1 + e_0} \log_{10} \left(\frac{p'_2}{p'_1} \right) = \frac{23.33 \times 12 \times 0.4}{1.44} \log_{10} \left(\frac{4697.6}{4355} \right) = 2.56 \text{ in (B)}$$

38. Momen inersia kelompok tiang terhadap garis tengah kelompok (dihitung sebagai momen kedua dari semua luas, $I = \sigma A \cdot d^2$)

$$I = 4 \times A_p \times \left(\frac{B}{2} \right)^2 + 4 \times A_p \times \left(\frac{3B}{2} \right)^2 = 10A_p B^2$$

Gaya tekan maksimum pada tiang luar (pasangan di sebelah kanan):

$$P = A\sigma = A \left(\frac{P}{nA} + \frac{M \times 1.5B}{10AB^2} \right) = \frac{P}{n} + \frac{M \times 1.5}{10B} = \frac{350}{8} + \frac{0.15 \times 300}{B}$$



Dengan menyamakannya dengan 30 ton = 60 k, kita mendapatkan $B_{\min} = 2,77$ kaki. Oleh karena itu, $B = 3$ kaki 0 inci (B)

39. Kapasitas desain = 40 ton

Karena $FS = 6$, kapasitas ultimit = $40 \times 6 = 240$ ton = 480.000 lb

Energi palu tiang $WH = 50.000$ ft – lb = 600.000 in – lb

$$Q_{ult} = \frac{WH}{S + 1.0} \Rightarrow S = \frac{WH}{Q_{ult}} - 1 = \frac{600,000}{480,000} - 1 = 0.25$$

$$S = 0.25 \frac{\text{in}}{\text{blow}} \implies 4 \frac{\text{blows}}{\text{in}} = 48 \frac{\text{blows}}{\text{ft}} (D)$$

40. Pada tingkat pengembalian (i), nilai sekarang seharusnya nol.

Pengeluaran modal Rp. 3.500.000.000 adalah nilai saat ini (P)

NEGATIF

Pengurangan biaya tahunan Rp. 250.000.000 adalah anuitas (A)

POSITIF

Kenaikan nilai sisa Rp. 2.000.000.000 adalah jumlah di masa depan (F)

POSITIF

Dengan mengonversi semua ini menjadi nilai sekarang, nilai kekayaan bersih sekarang dapat dituliskan:

$$PW = -350 + 25 \left(\frac{P}{A}, i, 20 \text{ yrs} \right) + 200 \left(\frac{P}{F}, i, 20 \text{ yrs} \right) = 0$$

For $i = 5\%$, $PW = \text{Rp. } 370.000.000$

For $i = 6\%$, $PW = \text{Rp. } -9.000$

Actual answer 5.97%

Jawabannya (B)



Kunci Jawaban untuk Ujian Kedalaman Geoteknik

1	A
2	D
3	D
4	A
5	A
6	A
7	A
8	C
9	C
10	D

11	B
12	B
13	C
14	B
15	D
16	D
17	C
18	B
19	C
20	A

21	C
22	D
23	A
24	D
25	C
26	D
27	B
28	A
29	C
30	C

31	C
32	B
33	C
34	D
35	B
36	A
37	B
38	B
39	D
40	B



BAB 12

SOLUSI UJIAN KEDALAMAN SUMBER DAYA AIR & LINGKUNGAN

Solusi terperinci ini ditujukan untuk soal bab 5, mewakili ujian Kedalaman Sumber Daya Air & Lingkungan berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Jika faktor bypass adalah x , maka fraksi $1 - x$ mendapatkan pengolahan (dan penghilangan), sedangkan fraksi x tidak mendapatkan penghilangan.

Kuantitas kesadahan masuk – Kesadahan tertransmisi = Kesadahan terhilang

$$Q \times 200 - Q \times 50 = 0.88 \times Q \times (1 - x) \times 200 \Rightarrow x = 0.15$$

Fraksi bypass = 15% (B)

2. TSS dalam efluen primer = $0,4 \times 400 = 160$ mg/L

Dengan asumsi lumpur primer memiliki berat jenis yang pada dasarnya sama dengan air, 5% padatan (berdasarkan berat) setara dengan 50.000 mg/L.

Dengan asumsi laju aliran lumpur primer adalah Q_{ps} dan melakukan neraca massa di clarifier primer:

$$2.5 \times 400 = (2.5 - Q_{ps}) \times 160 + 50,000 \times Q_{ps} \Rightarrow Q_{ps} = 0.012$$

$$0,012 \text{ MGD} = 12.000 \text{ gpd}$$

Jawabannya adalah (C)

3. Kecepatan beban permukaan = 10 kaki/jam = 0,002778 kaki/detik

$$\text{Laju aliran insiden } Q = 3,2 \text{ MGD} = 3,2 \times 1,5472 \text{ kaki}^3/\text{detik}$$

Berdasarkan beban hidrolis, total luas filter yang dibutuhkan:

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{3.2 \times 1.5472}{0.002778} = 1,782.4 \text{ ft}^2$$

$$\text{Beban padat pada influen: } X = 800 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \times 3.2 \text{ MGD} \times 8.3454 = 21,364 \frac{\text{lb}}{\text{day}}$$

$$\text{Berdasarkan beban padat, total luas filter yang dibutuhkan: } A = \frac{21,364}{15} = 1,424.3 \text{ ft}^2$$

Kriteria lainnya yang berlaku.

$$\text{Jumlah filter yang dibutuhkan} = 1.782,4/250 = 7,13.$$

Setidaknya diperlukan delapan filter. (C)

4. Luas orifice, $A_o = \frac{\pi}{4} \left(\frac{2}{12} \right)^2 = 0.0218 \text{ ft}^2$

$$\text{Luas pipa, } A_1 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{4}{12} \right)^2 = 0.0873 \text{ ft}^2$$



Koefisien debit orifice meter diberikan oleh:

$$C_f = \frac{C_v C_c}{\sqrt{1 - C_c^2 A_0^2 / A_1^2}} = \frac{0.95 \times 0.9}{\sqrt{1 - 0.9^2 \times 0.0218^2 / 0.0873^2}} = 0.878$$

$$Q = C_f A_o \sqrt{\frac{2g\Delta p}{\gamma}} = 0.878 \times 0.0218 \times \sqrt{\frac{2 \times 32.2 \times 30 \times 144}{62.4}} = 1.28 \text{ cfs} = 574 \text{ gal/min (B)}$$

5. Persamaan Bernoulli yang diperluas:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 - \Delta h = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \Rightarrow \Delta h = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} + \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g} + Z_1 - Z_2$$

Laju aliran $Q = 650 \text{ gpm} = 1,448 \text{ cfs}$

Kecepatan hulu reducer (diameter 8 inci) $V_1 = 4,15 \text{ fps}$

Kecepatan hilir reducer (diameter 4 inci) $V_2 = 16,60 \text{ fps}$

Kehilangan tekanan: $P_1 - P_2 = 12 \text{ psi} = 1.728 \text{ psf}$, yang setara dengan perbedaan tinggi tekanan = 27,69 ft

$$\Delta h = 27.69 + \frac{4.15^2 - 16.6^2}{2 \times 32.2} + 0 = 23.7 \quad (D)$$

6. Kehilangan tekanan akibat gesekan, yang dinyatakan sebagai kehilangan tekanan (psi per kaki), diberikan oleh:

$$\frac{\Delta P}{L} = \frac{4.52Q^{1.85}}{C^{1.85}D^{4.87}} = \frac{4.52 \times 1,500^{1.85}}{110^{1.85} \times 12^{4.87}} = 0.00315 \quad (B)$$

di mana laju alir Q (gpm) dan diameter D (in)

7. Dengan menggunakan stasiun 1 dan 2 pada permukaan bebas reservoir dan pada outlet nosel masing-masing ($p_1 = p_2 = p_{atm}$) dan mengabaikan kehilangan tekanan pada inlet nosel:

$$z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} = z_2 + \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} \Rightarrow sV_2 = \sqrt{2g(z_1 - z_2)} = \sqrt{2 \times 32.2 \times \frac{40}{12}} = 14.65 \text{ fps}$$

Laju aliran ideal:

$$Q_o = V_2 A_o = 14.65 \times \frac{\pi}{4} \times \left(\frac{0.5}{12}\right)^2 = 0.02 \text{ cfs}$$

Laju aliran aktual: $Q = C_d Q_o = 0.81 \times 0.02 = 0.016 \text{ cfs} = 7.26 \text{ gpm(A)}$

8. Laju aliran, $Q = 3.000 \text{ gpm} = 3.000 \div 448,8 = 6,684 \text{ ft}^3/\text{s}$ Untuk saluran hisap:
Untuk pipa hisap:

Luas penampang, $A = \frac{\pi(1.5)^2}{4} = 1.767 \text{ ft}^2$ Kecepatan,



$$V = \frac{Q}{A} = \frac{6.684}{1.767} = 3.782 \text{ ft/sec}$$

Kehilangan head total: $h_f + h_m = f \frac{L V^2}{d 2g} + \sum K \frac{V^2}{2g}$

$$h_f + h_m = 0.024 \times \frac{800}{1.5} \times \frac{3.782^2}{2 \times 32.2} + 5 \times \frac{3.782^2}{2 \times 32.2} = 3.95'$$

Untuk saluran pembuangan:

Luas penampang, $A = \frac{\pi(1.0)^2}{4} = 0.785 \text{ ft}^2$; Velocity,

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{6.684}{0.785} = 8.51 \text{ ft/sec}$$

Kehilangan tekanan total:

$$h_f + h_m = 0.026 \times \frac{2,500}{1.0} \times \frac{8.51^2}{2 \times 32.2} + 25 \times \frac{8.51^2}{2 \times 32.2} = 101.2'$$

Ketinggian dinamis total = ketinggian statis + kehilangan tekanan = 80 + 4 + 101 = 185 kaki.

Peringkat daya pompa:

$$P = \frac{\gamma Q H}{\eta} = \frac{62.4 \times 6.684 \times 185}{0.88} = 87,682 \text{ lb} \cdot \text{ft/sec} = 159.4 \text{ hp} \quad (C)$$

9. Terlepas dari bagaimana aliran terdistribusi melalui jaringan, kehilangan tekanan sebanding dengan Q_2 (jika model Darcy-Weisbach digunakan) atau $Q_{1,85}$ (jika model Hazen-Williams digunakan). Ketika aliran masuk berubah dari 300 gpm menjadi 500 gpm, kehilangan tekanan (total) menjadi:

$$h_f = 70 \times \left(\frac{500}{300}\right)^2 = 194.4 \text{ ft}$$

(180 kaki jika menggunakan model Hazen-Williams)

Karena 1 atm = 14,7 psi = 33,9 kaki air, kehilangan tekanan sebesar 194,4 kaki = 84,3 psi (78,3 psi jika menggunakan model Hazen-Williams) (D)

10. Ini adalah masalah "kedalaman aliran tidak diketahui". Cara terbaik untuk menyelesaikannya adalah menggunakan tabel (*Panduan Ujian PE All-in-One* Tabel 303.3 & persamaan 303.37).

Parameter aliran: Untuk $m = 2$ (parameter kemiringan sisi), fragmen tabel ditunjukkan di sini:



$$K = \frac{Qn}{kb^{8/3}S^{1/2}} = \frac{150 \times 0.016}{1.486 \times 10^{8/3} \times 0.004^{1/2}} = 0.055$$

Tabel 12.3 Nilai Parameter K untuk Saluran Terbuka dengan Sisi Lurus

Proyeksi Horizontal <i>m</i>											
<i>d/b</i>	0	0.25	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
0.01	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
0.02	0.0014	0.0014	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
0.04	0.0044	0.0045	0.0046	0.0046	0.0047	0.0047	0.0048	0.0048	0.0049	0.0049	0.0050
0.06	0.0085	0.0087	0.0089	0.0090	0.0091	0.0093	0.0095	0.0096	0.0098	0.0099	0.0101
0.08	0.0135	0.0139	0.0142	0.0145	0.0147	0.0152	0.0155	0.0159	0.0162	0.0165	0.0168
0.1	0.0191	0.0198	0.0204	0.0209	0.0214	0.0221	0.0228	0.0234	0.0241	0.0247	0.0253
0.12	0.0253	0.0265	0.0275	0.0283	0.0290	0.0303	0.0314	0.0324	0.0334	0.0345	0.0355
0.14	0.0320	0.0338	0.0352	0.0365	0.0376	0.0395	0.0412	0.0428	0.0444	0.0459	0.0475
0.16	0.0392	0.0416	0.0437	0.0455	0.0471	0.0498	0.0523	0.0546	0.0569	0.0591	0.0614
0.18	0.0467	0.0500	0.0529	0.0553	0.0575	0.0612	0.0646	0.0678	0.0710	0.0741	0.0772
0.2	0.0547	0.0589	0.0627	0.0657	0.0687	0.0737	0.0783	0.0826	0.0869	0.0910	0.0952
0.22	0.0629	0.0683	0.0731	0.0772	0.0809	0.0874	0.0932	0.0989	0.1043	0.1098	0.1152
0.24	0.0714	0.0781	0.0841	0.0893	0.0939	0.1021	0.1096	0.1167	0.1237	0.1306	0.1374

Interpolasi, $d/b = 0,164$

$d = 1,64$ kaki = 19,7 inci (D)

11. $Q = 120.000$ gpm = 268 kaki³/detik

Aliran per satuan lebar $q = 268/15 = 17,87$ kaki³/detik

Kedalaman kritis: $d_c = \left(\frac{q^2}{g}\right)^{1/3} = \left(\frac{17.87^2}{32.2}\right)^{1/3} = 2.15$ ft

Oleh karena itu, kedalaman 15 inci (1,25 kaki) bersifat superkritis.

Lonjakan hidrolis terjadi di lokasi ini selama kedalaman air tailing d_2 sama dengan $d_1 = 1,25$.

Kecepatan di dasar spillway adalah:

$$V_1 = \frac{Q}{bd} = \frac{268}{15 \times 1.25} = 14.3 \text{ ft/sec}$$

$$d_2 = -\frac{1}{2}d_1 + \sqrt{\frac{2V_1^2 d_1}{g} + \frac{d_1^2}{4}} = -\frac{1.25}{2} + \sqrt{\frac{2 \times 14.3^2 \times 1.25}{32.2} + \frac{1.25^2}{4}} = 3.41 \text{ ft}$$

12. Untuk diameter pipa = 36 inci dan $Q = 100$ cfs, nomograf FHWA menghasilkan $HW/D = 3,5$.

Hulu = $3,5 \times 3 = 10,5$ kaki (diukur dari elevasi terbalik hulu).



Elevasi muka air 100 tahun (WSE) = $325 + 10,5 = 335,5$ kaki
 Jarak bebas vertikal antara jalan raya dan WSE 100 tahun = $337,8 - 335,5 = 2,3$ kaki (B)

13. Dengan menganggapnya sebagai bendung berpuncak lebar, koefisien bendung dapat dicari (lihat tabel):

Untuk lebar puncak (diukur sejajar aliran) = 12 inci
 = 1 kaki dan tinggi muka air terukur = 9 inci
 = 0,75 kaki, koefisien bendung C = 2,82

Ketinggian Terukur (ft)	Lebar Ambang Weir w (ft)										
	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	10.0	15.0
0.2	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.48	2.44	2.38	2.34	2.49	2.68
0.4	2.92	2.80	2.72	2.64	2.61	2.60	2.58	2.54	2.50	2.56	2.70
0.6	3.08	2.89	2.75	2.64	2.61	2.60	2.68	2.69	2.70	2.70	2.70
0.8	3.30	3.04	2.85	2.68	2.60	2.60	2.67	2.68	2.68	2.69	2.64
1.0	3.32	3.14	2.98	2.75	2.66	2.64	2.65	2.67	2.68	2.68	2.63
1.2	3.32	3.20	3.08	2.86	2.70	2.65	2.64	2.67	2.66	2.69	2.64
1.4	3.32	3.26	3.20	2.92	2.77	2.68	2.64	2.65	2.65	2.67	2.64
1.6	3.32	3.29	3.28	3.07	2.89	2.75	2.68	2.66	2.65	2.64	2.63

Laju aliran: $Q = CbH^{3/2}$

Laju aliran per satuan lebar: $\frac{Q}{b} = CH^{3/2} = 2.82 \times 0.75^{3/2} = 1.83$ cfs/ft (C)

14. Untuk saluran terbuka persegi panjang, kecepatan kritis diberikan oleh:

$$V_c = \sqrt{gd_c} = 15$$

Oleh karena itu, kedalaman kritis $d_c = 152 \div 32,2 = 6,99$ kaki

Luas aliran = $69,9$ kaki². Laju aliran, $Q = VA = 15 \times 69,9 = 1.048$ kaki³/detik (B)

15. Selama 3 tahun pembangunan, volume sedimen yang diserap oleh kolam:

$$V = 1,200 \times 280 \times 3 = 1,008,000 \text{ ft}^3$$

Kedalaman sedimen di kolam selama 3 tahun pertama:

$$d = \frac{V}{A} = \frac{1.008 \times 10^6}{5 \times 43,560} = 4.63 \text{ ft}$$

Kedalaman air awal di kolam = $353,4 - 345,6 = 7,8$ kaki

Kedalaman sedimen yang diizinkan (sebelum pengerukan) = $7,8 - 3,0 = 4,8$ kaki.

Karena sedimen terakumulasi 4,63 kaki dalam 3 tahun pertama, kedalaman yang tersisa (sebelum pengerukan) = 0,17 kaki. Ini setara dengan volume =



$$0.17 \times 5 \times 43,560 = 37,026 \text{ ft}^3$$

Waktu tambahan untuk mengumpulkan volume sedimen ini =

$$t = \frac{37,026}{280 \times 300} = 0.44 \text{ years}$$

Jumlah tahun hingga sedimen harus dikeluarkan dari kolam = 3,44 tahun (B)

16. Dengan menggunakan pendekatan NRCS, kita dapat menghitung kedalaman limpasan. Nomor kurva komposit diberikan oleh:

$$\overline{CN} = \frac{\sum CN_i A_i}{\sum A_i} = \frac{69 \times 80 + 45 \times 80 + 98 \times 50 + 87 \times 90 + 35 \times 70}{370} = 66$$

Untuk $CN = 66$ dan curah hujan kotor $P_g = 5,6$ in

Kapasitas penyimpanan tanah, $S = \frac{1,000}{66} - 10 = 5.15$

$$\text{Kedalaman limpasan, } Q = \frac{(P_g - 0.2S)^2}{P_g + 0.8S} = \frac{(5.6 - 0.2 \times 5.15)^2}{5.6 + 0.8 \times 5.15} = 2.15 \text{ in (D)}$$

Dokumentasi TR55 juga memiliki angka yang dapat digunakan untuk mencari kedalaman limpasan Q untuk nilai curah hujan kotor P_g dan nomor kurva CN tertentu.

17. Metode paling sederhana untuk menentukan aliran dasar adalah pendekatan "aliran dasar konstan", yang tampaknya tepat (karena debit pada $t = 0$ dan $t = 6$ hampir sama). Setelah aliran dasar ($Q_b = 23$) dikurangi, kita mendapatkan pola debit bersih yang disebabkan oleh limpasan badai:

Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5	6
Debit Aliran Q (ft ³ /detik)	0	61	104	89	52	9	2

$$\text{Volume limpasan: } V = \Sigma Q \times \Delta t = 317 \times 3.600 = 1.141.200 \text{ kaki}^3$$

Kedalaman rata – rata limpasan (kelebihan curah hujan)

$$= 1.141.200 / (115 \times 43.560) = 0,228 \text{ kaki} = 2,73 \text{ inci}$$

Debit **limpasan** puncak (kaki³/detik) akibat badai 2 jam yang menghasilkan limpasan 1,7 inci paling mendekati: $104 \times 1,7 / 2,73 = 65 \text{ kaki}^3/\text{detik}$

Dengan menambahkan aliran dasar (yang tidak terpengaruh badai), debit puncak yang tercatat di sungai = $65 + 23 = 88 \text{ kaki}^3/\text{detik}$ (A)

18. Nilai nomor kurva berikut diperoleh dari TR55 (Hidrologi Perkotaan untuk Daerah Aliran Sungai Kecil).

Wilayah	Luas (acre)	Jenis Tanah	Penggunaan Lahan	CN
---------	-------------	-------------	------------------	----



1	80	C	Rumah keluarga tunggal di lot 1/2 acre	80
2	50	D	Halaman rumput dalam kondisi baik	80
3	10	B	Jalan beraspal dan trotoar	98
4	50	C	Area berumput: kondisi cukup baik	79
5	40	A	Hutan: kondisi cukup baik	36

Nomor kurva komposit:

$$\overline{CN} = \frac{CN_i \sum A_i}{\sum A_i} = \frac{80 \times 80 + 80 \times 50 + 98 \times 10 + 79 \times 50 + 36 \times 40}{230} = 72.9 (C)$$

19. Waktu konsentrasi = waktu untuk aliran lembaran +
waktu untuk aliran saluran = $200/0,5 + 400/2,0 = 600$ dtk =
10 mnt Menggunakan rumus Steel (untuk Reno, Nevada, yang berada di wilayah 7),
untuk interval ulang 50 tahun, koefisiennya adalah: $K = 65, b = 8$

$$\text{Intensitas curah hujan rancangan, } I = \frac{K}{t_c + b} = \frac{65}{10 + 8} = 3.61 \frac{\text{in}}{\text{hr}}$$

Untuk permukaan beraspal, gunakan koefisien rasional = 0,98. Luas = $400 \times 400 = 160.000 \text{ ft}^2 = 3,673 \text{ acre}$.

$$\text{Limpasan: } Q = CIA_d = 0.98 \times 3.61 \times 3.673 = 12.99 \frac{\text{acre-in}}{\text{hr}} = 13.1 \text{ ft}^3/\text{sec} (A)$$

20. Dengan asumsi aliran masuk rata-rata selama periode analisis 5 menit = $50 \text{ ft}^3/\text{detik}$
Selama tahap ini, tinggi muka air pada bendung puncak lebar = $126,4 - 125,0 = 1,4$ kaki (Catatan: Ini adalah tinggi muka bendung pada awal periode analisis dan solusi kasar ini mengasumsikan nilai ini tetap konstan, meskipun kenyataannya tidak. Solusi yang lebih baik adalah membagi periode analisis menjadi interval yang lebih kecil.)

Lebar efektif bendung (persegi panjang),

$$b_e = b - 0.1NH = 5 - 0.1 \times 2 \times 1.4 = 4.72 \text{ ft}$$

Dengan asumsi koefisien bendung = 3,3, debit keluar rata-rata selama tahap ini:

$$Q = CbH^{3/2} = 3.3 \times 4.72 \times 1.4^{1.5} = 25.8 \text{ cfs}$$

Debit masuk bersih selama periode analisis (5 menit) = $50 - 25,8 = 24,2 \text{ cfs}$

Peningkatan volume tampungan bersih ke dalam kolam selama periode ini (5 menit)
= $24,2 \times 5 \times 60 = 7.260 \text{ kaki}^3$

Peningkatan kedalaman = $7.260/43.560 = 0,167 \text{ kaki}$

Elevasi kolam = $126,4 + 0,167 = 126,567 \text{ kaki}$

Ketinggian bendung = $126,567 - 125,0 = 1,567 \text{ kaki}$

$$Q = CbH^{3/2} = 3.3 \times 4.72 \times 1.567^{1.5} = 30.6 \text{ cfs} (A)$$



21. Karena kontraksi ujung tidak ditekan, lebar efektif bukaan bendung adalah:

$$b_{\text{eff}} = b - 0.1nH = 6 - 0.1 \times 2 \times 5.4 = 4.92 \text{ ft}$$

Debit bendung dihitung dari:

$$Q = 3.33b_{\text{eff}}H^{3/2} = 3.33 \times 4.92 \times 5.4^{3/2} = 205.6 \frac{\text{ft}^3}{\text{sec}} \quad (\text{D})$$

22. I salah karena di atas muka air tanah, yang digunakan adalah berat satuan total, bukan berat satuan apung.

III salah karena tegangan efektif adalah tekanan yang diberikan oleh partikel-partikel tanah satu sama lain.

IV salah karena peningkatan tegangan efektif (bukan tegangan total) yang menyebabkan penurunan konsolidasi.

Jawabannya adalah (A)

23. Dengan mengonversi setiap jarak ke mil dan kemudian menghitung hasil perkalian Dia (inci) \times Panjang (mil), kita peroleh

Diameter (inci)	Panjang (ft)	Panjang (mil)	DL (inci-mil)
8	13,400	2.538	20.303
12	7,500	1.420	17.045
20	4,000	0.758	15.152
36	3,000	0.568	20.455
			72.955

Laju aliran infiltrasi = $100 \times 72,955 = 7.296, \text{gpd} = 5,07, \text{gpm} = 0,011 \text{ cfs}$

Jawabannya adalah (D)

24. Debit $Q = 2.000 \text{ gpm} = 4,464 \text{ ft}^3/\text{detik}$

Konduktivitas hidrolik $K = 1.000 \text{ ft/hari} = 1,157 \times 10^{-2} \text{ ft/detik}$

Pada sumur observasi 1, jarak radial $r_1 = 30$ kaki, tinggi permukaan piezometrik (di atas dasar akuifer): $y_1 = 50 - 4,5 = 45,5$ kaki

Pada sumur observasi 2, jarak radial $r_2 = 180$ kaki, tinggi permukaan piezometrik (di atas dasar akuifer): $y_2 = ?$

$$Q = \frac{\pi K (y_1^2 - y_2^2)}{\ln \left(\frac{r_1}{r_2} \right)} \Rightarrow (y_1^2 - y_2^2) = \frac{Q \ln \left(\frac{r_1}{r_2} \right)}{\pi K} = \frac{4.464 \times \ln \left(\frac{30}{180} \right)}{\pi \times 1.157 \times 10^{-2}} = -220$$

$y_2 = 47,9$ kaki. Penurunan $s_2 = 50 - 47,9 = 2,1$ kaki (A)



25.

Periode Waktu (jam)	Tingkat Aliran Masuk Rata-Rata (ft ³ /detik)	Aliran Masuk × 10 ⁶ (gal)	I-O
00:00–02:00	18.3	0.986	0.407
02:00–04:00	12.4	0.668	0.089
04:00–06:00	8.7	0.469	-
06:00–08:00	7.3	0.393	-
08:00–10:00	6.4	0.345	-
10:00–12:00	8.9	0.479	-
12:00–14:00	14.5	0.781	0.202
14:00–16:00	18.9	1.018	0.439
16:00–18:00	6.5	0.350	-
18:00–20:00	5.6	0.302	-
20:00–22:00	8.3	0.447	-
22:00–24:00	13.2	0.711	0.132
		6.949	

Rata – rata aliran per periode = $6,949/12 = 0,579$ Mgal

Stream dengan volume surplus kumulatif terbesar (12:00 – 16:00) = $0,202 + 0,439 = 0,641$ Mgal = 641.000 galon. (B)

26. Untuk konstruksi pasangan bata, $F = 0,8$

Permintaan aliran api: $Q = 18F\sqrt{A} = 18 \times 0.8 \times \sqrt{160,000} = 5,760$ gpm

Waktu yang dibutuhkan tangki untuk menyediakan laju aliran ini:

$$t = \frac{V}{Q} = \frac{700,000}{5,760} = 121.5 \text{ min}$$

Oleh karena itu, tangki memenuhi kebutuhan aliran api selama kurang lebih 2 jam. (C)

27. Dengan asumsi bahwa lumpur primer, yang mengandung 6% padatan, pada dasarnya memiliki berat jenis yang sama dengan air, kita dapat mengonversi 6% padatan tersebut menjadi konsentrasi:

$$\begin{aligned} \text{Padatan 6\% (berdasarkan berat)} &= 60 \text{ g}/1.000 \text{ g} \\ &= 60.000 \text{ mg} \end{aligned}$$

/L (dengan asumsi lumpur "berair", 1 L beratnya 1 kg = 1.000 g)

Efluen primer mengandung TSS = $0,35 \times 250 = 87,5$ mg/L

Influen mengandung 250 mg/L TSS. Setelah 65% dihilangkan,

efluen primer mengandung $0,35 \times 250 = 87,5$ mg/L TSS.

Dengan melakukan penjumlahan laju aliran massa pada simpul yang mewakili penjernih primer, kita memperoleh (di mana Q_{pv} adalah laju aliran volumetrik lumpur primer dalam MGD):

$$4 \times 250 = (4 - Q_{pv}) \times 87.5 + Q_{pv} \times 60,000 \Rightarrow Q_{pv} = 0.01085 \text{ MGD} = 10,850 \text{ gpd (C)}$$



28. $K = 3 \times 10^{-4} \text{cm/detik} = 1 \times 10^{-5} \text{kaki/detik}$
 Untuk setiap sisi, $N_f = 3, N_e = 7, H = 16$ kaki
 Laju aliran (per satuan panjang) $q = 1 \times 10^{-5} \times 3/7 \times 16 = 6 \times 10^{-5} \text{kaki}^3/\text{detik} = 4,11 \times 10^{-3} \text{kaki}^3/\text{menit}$
 Oleh karena itu, total rembesan ke dalam parit = $2 \times 4,11 \times 10^{-3} \text{kaki}^3/\text{menit}/\text{kaki} = 8,2 \times 10^{-3} \text{kaki}^3/\text{menit}/\text{kaki}$ (C)

29. $DWEL = \frac{R_f D \times \text{Body weight}}{\text{Consumption}} = \frac{0.06 \times 70}{2} = 2.1 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$ (D)

30. Volume filter tetes: $V = \frac{\pi}{4} \times 80^2 \times 6 = 30,159 \text{ ft}^3$

beban BOD = $240 \times 3 \times 8.3454 = 6,008.7/\text{day}$

laju beban $L_{\text{BOD}} = \frac{6,008.7}{30.159} = 199.2 \frac{\text{lb}}{1,000 \text{ ft}^3\text{-day}}$

Faktor resirkulasi: $F = \frac{1+R}{(1+0.1R)^2} = \frac{1+3}{(1+0.3)^2} = 2.37$

Efisiensi pembuangan: $\eta = \frac{1}{1+0.0561 \sqrt{\frac{199.2}{2.37}}} = 0.66$

Oleh karena itu, BOD_5 dalam limbah = 34% dari 240 = 81,6 mg/L (B)

31. Mari kita asumsikan bahwa pabrik dapat membuang konsentrasi timbal maksimum = x (g/L)

Laju aliran air limbah = $2\text{MGD} = 2 \times 1,5472 = 3,094 \text{ ft}^3/\text{detik}$.

Konsentrasi timbal dalam aliran segera setelah pencampuran:

$$\overline{P_b} = \frac{3.094x + 30 \times 4 \times 10^{-6}}{3.094 + 30}$$

Karena batas EPA untuk [Pb] adalah 15 $\mu\text{g}/\text{L}$,

$$\overline{P_b} = \frac{3.094x + 30 \times 4 \times 10^{-6}}{3.094 + 30} \leq 15 \times 10^{-6} \Rightarrow x \leq 121 \times 10^{-6}$$

Oleh karena itu, pabrik harus mengurangi emisi timbalnya sebesar 0,5 mg/L (500 $\mu\text{g}/\text{L}$) menjadi 121 $\mu\text{g}/\text{L}$.

Ini adalah tingkat penghilangan sebesar 76% (A)



32. Waktu aliran untuk menempuh jarak 20 mil (105.600 kaki) dengan kecepatan 4 kaki/detik = 26.400 detik (7,33 jam)

Dengan asumsi bahwa aliran kembali ke suhu kesetimbangannya yaitu 12°C dalam jarak yang pendek, tidak perlu menghitung suhu rata-rata tertimbang pada saat pencampuran.

Pada suhu 12°C, DO saturasi = 10,77 mg/L (tabel)

Pada jarak 20 mil (7,33 jam), konsentrasi oksigen terlarut = 4,4 mg/L

Oleh karena itu, 5 mil ke hilir, defisit oksigen = 10,77 – 4,4 = 6,37 mg/L (B)

33. Pada hari ke-5, BOD diperkirakan berada pada kurva pertumbuhan BOD eksponensial. Oleh karena itu, BOD akhir dihitung dari:

$$BOD_t = BOD_{ult}(1 - 10^{-k_r t}) \Rightarrow BOD_{ult} = \frac{4.5}{(1 - 10^{-0.1 \times 5})} = 6.58 \text{ mg/L}$$

Berdasarkan model yang sama, BOD 20 hari (yang mengandung karbon)

$$BOD_{20} = 6.58 \times (1 - 10^{-0.1 \times 20}) = 6.52 \text{ mg/L}$$

Pada hari ke-20, kelebihan BOD (tercatat) berasal dari bakteri nitrogen. BOD Nitrogen = 8,3 – 6,52 = 1,78 mg/L (D)

34. Di antara yang tercantum dalam analisis air, kontaminan yang memengaruhi standar air minum adalah nitrat, kekeruhan, bau, total koliform, dan total padatan terlarut (TDS). Konsentrasi nitrat = 21 mg/L, dikonversi menjadi $\text{NO}_3 - \text{N} = 21 \times 14/62 = 4,74 \text{ mg/L}$ berada dalam batas (10 mg/L) dari DWS primer.

Kekeruhan melebihi batas DWS primer (1,3 NTU > 1 NTU).

Bau berada dalam batas (2,7 < 3,0) dari DWS sekunder.

Total koliform melebihi batas DWS primer (1,7 MPN > 1,0 MPN).

TDS berada dalam batas (437 < 500) dari DWS sekunder.

Oleh karena itu, kekeruhan dan total koliform melebihi standar air minum. (D)

35. Padatan terlarut adalah padatan yang lolos dari filter dalam bentuk larutan. Padatan terlarut yang mudah menguap adalah padatan yang terbakar saat terbakar.

Dalam larutan 200 mL (0,2 L), VDS = 47,225 – 46,201 = 1,024 g = 1.024 mg

Konsentrasi VDS = 1.024/0,2 = 5.120 mg/L (D)

36. Definisi pH bersifat logaritmik, seperti yang ditunjukkan di bawah ini:

$$\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$$

di mana $[\text{H}^+]$ adalah konsentrasi ion H^+ dalam mol per liter.

Jadi, sebelum merata-ratakan kedua aliran, pH masing-masing harus dikonversi ke konsentrasi ini, yang kemudian dapat dirata-ratakan.



Untuk aliran, $[H^+] = 10^{-7,8} = 1,585 \times 10^{-8} \text{ mol/L}$

Untuk air limbah, $[H^+] = 10^{-3,4} = 3,98 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$; dan laju aliran = 2.500/694,4 = 3,6 mg/d

Konsentrasi rata-rata adalah:

$$[H^+] = \frac{5 \times 1.585 \times 10^{-8} + 3.6 \times 3.98 \times 10^{-4}}{5 + 3.6} = 1.667 \times 10^{-4}$$

pH rata-rata, dengan asumsi pencampuran sempurna = $-\log_{10}(1,667 \times 10^{-4}) = 3,78$ (C)

37. Kecepatan rata-rata: $V = \frac{Q}{A} = \frac{2,514}{1,323} = 1,9 \frac{\text{ft}}{\text{sec}}$

Koefisien reaerasi: $k_r = \frac{3.3V}{H^{1.33}} = \frac{3.3 \times 1.9}{3.8^{1.33}} = 1.06$ (C)

38. Residu klorin = dosis - kebutuhan = 5,0 - 3,5 = 1,5 mg/L

Pada konsentrasi ini, untuk inaktivasi $2 - \log, CT = 28 \text{ mg/L} - \text{menit}$.

Oleh karena itu, waktu kontak $T = 28/1,5 = 18,67 \text{ menit} = 0,013 \text{ hari}$

Volume ruang klorinasi: $V = QT = 3,5 \times 106 \times 0,013 = 45.370 \text{ gal} = 6.065 \text{ ft}^3$ (A)

39. Konsentrasi "sebagai spesies" ion logam divalen (Ca^{++} , Mg^{++} , dan Fe^{++}) harus dikonversi menjadi ekuivalen "sebagai CaCO_3 " dengan menggunakan faktor yang dihitung dari berat ekuivalen.

$$[\text{Ca}^{++}] = 60,0 \times 2,5 = 150 \text{ mg/L sebagai } \text{CaCO}_3$$

$$[\text{Mg}^{++}] = 21,2 \times 4,1 = 86,9 \text{ mg/L sebagai } \text{CaCO}_3$$

$$[\text{Fe}^{++}] = 2,2 \times 1,77 = 3,9 \text{ mg/L sebagai } \text{CaCO}_3$$

Kesadahan = 240,8mg/L sebagai CaCO_3 (A)

40. Untuk anuitas perpetual, biaya kapitalisasi = A/i

Semua biaya dihitung dalam ribuan dolar.

Nilai sekarang Rencana A (investasi modal tunggal) dihitung sebagai jumlah biaya awal + nilai sekarang anuitas perpetual.

$$P_A = 420 + 40 \times \frac{1}{0.07} = 991.43$$

Nilai sekarang dari Rencana B (investasi modal dua tahap) dihitung sebagai jumlah biaya awal + biaya lump-sum pada $t = 10$ tahun + anuitas abadi 16 + anuitas 10 tahun 4

$$P_A = 200 + 320 \left(\frac{P}{F}, 10 \text{ years}, 7\% \right) + 16 \times \frac{1}{0.07} + 4 \left(\frac{P}{A}, 10 \text{ years}, 7\% \right) \\ = 200 + 320 \times 0.5083 + 16 \div 0.07 + 4 \times 7.0236 = 619.322$$

Rasio biaya = $619,322 \div 991,43 = 0,625$ (A)



Kunci Jawaban Ujian Kedalaman Sumber Daya Air & Lingkungan

1	B
2	C
3	C
4	B
5	D
6	B
7	A
8	C
9	D
10	D

11	B
12	B
13	C
14	B
15	B
16	D
17	A
18	C
19	A
20	A

21	D
22	A
23	D
24	A
25	B
26	C
27	C
28	C
29	D
30	B

31	A
32	B
33	D
34	D
35	D
36	C
37	C
38	A
39	A
40	A



BAB 13

SOLUSI UJIAN KEDALAMAN TRANSPORTASI

Solusi terperinci ini ditujukan untuk soal pada bab 6, yang merupakan representasi dari ujian Kedalaman Transportasi berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

- Menurut model Gravitasi, jumlah perjalanan yang ditarik dari zona i ke zona j ditentukan dalam bentuk produksi perjalanan zona $i(P_i)$ dan daya tarik perjalanan zona $j(A_j)$ dengan rumus:

$$T_{ij} = P_i \left[\frac{A_j F_{ij}}{\sum A_j F_{ij}} \right] = 440 \times \left[\frac{350 \times 35}{120 \times 75 + 350 \times 35 + 670 \times 40} \right] = 112 \text{ (A)}$$

- Menurut HCM edisi ke-6, kapasitas lajur (pc/jam) ditentukan oleh:

$$c_{t,pce} = 1,130 e^{-1.0 \times 10^{-3} v_{c,pce}} = 1,130 \times e^{-0.001 \times 230} = 898 \text{ (C)}$$

- Arah ADT = $0.6 \times 65,000 = 39,000$ veh/day

Volume desain per jam:

$$DHV = K \cdot ADT = 0.12 \times 39,000 = 4,680 \text{ veh/day}$$

Untuk lajur 12 kaki, $f_{LW} = 0,0$.

Untuk bahu jalan 8 kaki, $f_{LC} = 0,0$.

Persimpangan semanggi penuh memiliki empat ramp, TRD = 4 ramp per 1,25 mil = 3,2 ramp per mil.

$$\begin{aligned} FFS &= 75.4 - f_{LC} - f_{LW} - 3.22 \text{ TRD}^{0.84} = 75.4 - 0 - 0 - 3.22 \times 3.2^{0.84} \\ &= 66.85 \text{ mph} \end{aligned}$$

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.16 \times (2.0 - 1)} = 0.862$$

$$v_p = \frac{V}{N f_P f_{HV} PHF} = \frac{4680}{3 \times 1.0 \times 0.862 \times 0.9} = 2011$$

Untuk $v_p = 2011$ pcphpl dan FFS = 66,85 mph, menggunakan persamaan HCM, kecepatan $S = 60,7$ mph.

Kepadatan $D = 33,1$ pcpmpl

LOS D (D)

- Lebar lajur = lajur 11 kaki. Dari HCM, $f_{LW} = 1,9$ mph



Total jarak bebas lateral = $LC_L + LC_R = 4 + 6 = 10$ kaki. Dari HCM, $f_{LC} = 0,4$ mph

Untuk jalan raya terbagi dengan median, HCM menghasilkan $f_M = 0,0$ mph

Kepadatan titik akses = $5.280/600 = 8,8$ titik akses per mil. Dari HCM, $f_A = 2,2$ mph

BFFS default = Batas kecepatan + 5 mph = 55 mph

FFS = $BFFS - f_{LW} - f_{LC} - f_M - f_A = 55 - 1,9 - 0,4 - 0 - 2,2 = 50,5$ mph

Arus lalu lintas mencakup 8% truk, 3% bus, dan 2% RV.

Faktor kendaraan berat adalah:

$$f_{HV} = \frac{1}{1 + P_T(E_T - 1)} = \frac{1}{1 + 0.13 \times (2.0 - 1)} = 0.885$$

Laju aliran puncak dihitung sebagai:

$$v_p = \frac{V}{N f_P f_{HV} PHF} = \frac{3,440}{3 \times 1.0 \times 0.885 \times 0.88} = 1,472$$

LOS D (kisaran perkiraan: 1.300 hingga 1.700) (B)

5. Kapasitas segmen = 3.200 pc/jam (untuk kedua arah) atau 1.700 pc/jam untuk setiap arah.

Laju aliran (kedua arah) = 2.800, tidak melebihi 3.200

Laju aliran (arah desain) = $0,6 \times 2.800 = 1.680$, tidak melebihi 1.700.

Dari Lampiran 15-3 Manual Kapasitas Jalan Raya edisi ke-6, untuk kecepatan tempuh rata – rata (ATS) = 42 mph, tingkat pelayanannya adalah D; untuk persentase waktu tempuh (PTSF) = 63, tingkat pelayanannya adalah C.

LOS yang Mengatur = D (C)

6. Pemanfaatan ruang-jam aktual dihitung sebagai jumlah $\sum N_i h_i$, di mana N_i adalah jumlah mobil dalam kelompok tertentu dan h_i adalah jumlah jam mobil-mobil ini parkir.

$$\begin{aligned} \sum N_i h_i &= 360 \times (0.1 \times 1 + 0.15 \times 2 + 0.2 \times 3 + 0.3 \times 4 + 0.25 \times 10) \\ &= 1,692 \text{ space} \cdot \text{hr} \end{aligned}$$

Ini mewakili tingkat hunian 85%. Oleh karena itu, jam ruang yang tersedia = $1.692 \div 0,85 = 1.990$

Dengan asumsi N ruang di dalam lahan, dengan lahan beroperasi 10 jam sehari, dengan efisiensi 80%, jumlah jam ruang yang tersedia = $0,8 \times 10 \times N = 8N$, yang seharusnya sama dengan 1.990. Dengan demikian, $N = 248,8$. (A)

7. Kepadatan kemacetan $D_j = 64$ kend/mi

Kecepatan arus bebas $S_f =$ dua kali kecepatan optimal = 100 mph



$$\text{Kapabilitas, } c = \frac{1}{4} S_j D_j = \frac{1}{4} \times 100 \times 64 = 1600 \text{ veh/hr (D)}$$

Catatan: Model (linier) Greenshield telah digunakan di sini.

$$S = S_f \left(1 - \frac{D}{D_j} \right)$$

8. Jumlah kendaraan yang masuk (24 jam) = 5.720 (ADT)

$$\text{Tingkat kecelakaan: } R = \frac{\text{No. of accidents} \times 10^8}{\text{ADT} \times 365 \times N} = \frac{15 \times 10^8}{5,720 \times 365 \times 1} = 718$$

Tingkat kecelakaan = 718 kecelakaan per seratus juta kendaraan yang masuk
(C)

9. ADT pada tahun 2010 = $15.600 \times 1,03^2 = 16.550$

$$\begin{aligned} \text{Kecelakaan yang diperkirakan (tanpa modifikasi kecelakaan) pada tahun 2010} \\ = 12 \times 1,032 = 12,73 \end{aligned}$$

Faktor pengurangan kecelakaan keseluruhan:

$$\begin{aligned} CR &= CR_1 + (1 - CR_1)CR_2 + (1 - CR_1)(1 - CR_2)CR_3 \\ &= 0.1 + 0.9 \times 0.25 + 0.9 \times 0.75 \times 0.2 = 0.46 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah kecelakaan yang dicegah} = 12 \times 0,46 \times 16.550 / 15.600 = 5,86$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kecelakaan yang diperkirakan pada tahun 2010} &= 12,73 - 5,86 = \\ &6,87 \text{ (B)} \end{aligned}$$

10. Untuk fase akselerasi, waktu = $70 \div 8 = 8,75$ detik

$$\text{Laju akselerasi} = 8 \text{ mph/detik} = 11,76 \text{ kaki/detik}^2$$

$$\text{Jarak} = \frac{1}{2} at^2 = 0,5 \times 11,76 \times 8,75^2 = 450,2 \text{ kaki}$$

$$\text{Untuk fase deselerasi, waktu} = 70 \div 10 = 7,0 \text{ detik}$$

$$\text{Laju deselerasi} = 10 \text{ mph/detik} = 14,7 \text{ kaki/detik}^2$$

$$\text{Jarak} = \frac{1}{2} at^2 = 0,5 \times 14,7 \times 7^2 = 360,2 \text{ kaki}$$

Karena total jarak tempuh = 0,5 mil = 2.640 kaki, maka jarak untuk fase kecepatan konstan = $2.640 - 450,2 - 360,2 = 1.829,6$ kaki.

$$\text{Waktu untuk fase kecepatan konstan} = 1.829,6 \div (1,47 \times 70) = 17,8 \text{ detik.}$$

$$\text{Total waktu tempuh} = 8,75 + 17,8 + 7,0 = 33,53 \text{ detik.}$$

$$\text{Kecepatan lari rata-rata} = 2.640 \div 33,53 = 78,73 \text{ fps} = 53,6 \text{ mph (C)}$$

11. Nilai komposit ruang pejalan kaki dihitung (menggunakan rata-rata harmonik) sebagai berikut:

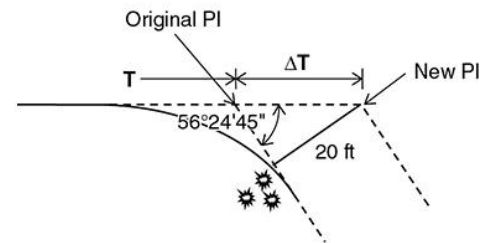


$$A_{p,F} = \frac{\sum L_i}{\sum \left(\frac{L_i}{A_{p,i}} \right)} = \frac{410}{\frac{25}{10} + \frac{150}{50} + \frac{210}{30} + \frac{25}{12}} = 28.1 (D)$$

12. Derajat kurva = 4. Oleh karena itu, jari-jari kurva $R = 5.729,578/D = 1.432,4$ kaki.

$$\text{Panjang garis singgung: } T = R \tan \frac{I}{2} = 768.25 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang garis singgung akan bertambah panjang dengan } \Delta T = \frac{20}{\sin 56^\circ 24' 45''} = 24.01 \text{ ft}$$



$$\text{Panjang garis singgung baru, } T + \Delta T = 768.25 + 24.01 = 792.26 \text{ ft}$$

$$\text{Jari-jari baru, } R' = \frac{T'}{\tan \frac{I}{2}} = \frac{792.26}{\tan 28.21} = 1,477.17 \text{ ft}$$

$$\text{Derajat kurva baru, } D' = \frac{5,729.578}{1477.17} = 3.88 (C)$$

13. Garis singgung belakang memiliki arah $N 46^\circ 25' 32'' E$. Karena berada di kuadran Timur Laut, maka ini juga merupakan azimutnya. Garis singgung depan memiliki arah $S 17^\circ 56' 21'' E$. Karena berada di kuadran Tenggara, azimutnya = $180^\circ - 17^\circ 56' 21'' = 162^\circ 3' 39''$

$$\begin{aligned} \text{Sudut defleksi adalah selisih azimut} &= 162^\circ 3' 39'' - 46^\circ 25' 32'' \\ &= 115^\circ 38' 07'' (115,635^\circ) \end{aligned}$$

$$\text{Panjang garis singgung belakang } T_a = \text{jarak dari PC ke PI} = 15.812,98 - 13.834,12 = 1.978,86 \text{ kaki}$$

$$T_a = \frac{R_2 - R_1 \cos I + (R_1 - R_2) \cos \Delta_2}{\sin I}$$

$$1,978.86 = \frac{900 - 1,800 \times \cos 115.635 + (1,800 - 900) \cos \Delta_2}{\sin 115.635} \Rightarrow \Delta_2 = 83.279, \Delta_1 = 32.356$$

$$L_1 = 100 \frac{\Delta_1}{D_1} = 100 \frac{\Delta_1 R_1}{5,729.578} = 1,016.49 \text{ ft}$$

$$\text{PCC} = \text{PC} + L_1 = 138 + 34.12 + 10 + 16.49 = 148 + 50.61 (C)$$

14. Azimut garis singgung belakang = $180^\circ + 42^\circ 30' = 222^\circ 30'$

$$\text{Azimut garis singgung depan} = 360^\circ - 70^\circ = 290^\circ 00'$$

$$\text{Sudut defleksi antar garis singgung, } I = 290^\circ 00' - 222^\circ 30' = 67^\circ 30'$$



$$\text{Jari-jari: } R = \frac{5,729.578}{D} = \frac{5,729.578}{3.75} = 1,527.89 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang kurva: } L = \frac{100I}{D} = \frac{100 \times 67.5}{3.75} = 1800 \text{ ft}$$

$$\text{Panjang tangen: } T = R \tan \frac{I}{2} = 1,527.89 \times \tan \frac{67.5}{2} = 1,020.90 \text{ ft}$$

Stasiun PI: 50 + 22,30

$$\begin{aligned} \text{Stasiun PC} &= \text{Stasiun PI} - T = (50 + 22,30) - (10 + 20,90) \\ &= 40 + 01,40 \end{aligned}$$

$$\text{Panjang busur dari PC ke stasiun } 57 + 00,00 = 1.698,6 \text{ kaki}$$

Sudut defleksi:

$$\alpha = \text{arc} \times \frac{I}{2L} = 1,698.6 \times \frac{67.5}{2 \times 1,800} = 31.849^\circ = 31^\circ 50' 56''$$

15. Segmen Perjalanan 1: Di Jalan Raya – Kecepatan awal = 65 mph (95,3 fps).
Kecepatan akhir tidak diketahui

$$\text{Deselerasi pengereman di jalan raya} = fg = 0,29 \times 32,2 = 9,34 \text{ ft/s}^2$$

Jarak pengereman:

$$70 = \frac{V_i^2 - V_f^2}{2g(f - G)} = \frac{95.3^2 - V_f^2}{2 \times 32.2(0.29 - 0.06)} \Rightarrow V_f = 89.7 \text{ fps}$$

Segmen Perjalanan 2: Di Jalan Landai – Kecepatan awal = 89,7 fps.

Kecepatan akhir = 0. Jarak tidak diketahui

$$\text{Deselerasi pengereman di jalan landai} = fg = 0,4 \times 32,2 = 12,88 \text{ ft/s}^2$$

$$\text{Jarak pengereman: } d = \frac{V_i^2 - V_f^2}{2g(f + G)} = \frac{89.7^2 - 0}{2 \times 32.2(0.4 + 0.1)} = 249.9 \text{ ft (C)}$$

16. Jarak dari PVC₂ ke PVI₂ = 36,6965 – 28,2238 = 8,4727 sta. Ini mewakili setengah panjang kurva. Oleh karena itu, panjang kurva 2 = 16,9454 sta

$$\text{Laju perubahan gradien untuk kurva 2, } R = \frac{9}{16.9454} = 0.53112\%/\text{sta}$$

Elevasi PVC₂ =

$$\text{elev PVI}_2 - G_1 \frac{L}{2} = 371.12 - (-5) \times 8.4727 = 413.48 \text{ ft}$$

Jarak ke struktur jembatan dari PVC₂ = 40,55 – 28,2238 = 12,3262 kaki. Elevasi tikungan pada 40 + 55 adalah:



$$y = 413.48 + (-5) \times 12.3262 + \frac{1}{2} \times 0.53112 \times 12.3262^2 = 392.2 \text{ ft}$$

Jarak bebas vertikal = $405,54 - 392,20 = 13,34$ kaki.

Untuk kurva sag dengan jarak bebas terbatas, AASHTO Green Book memberikan:

$$\text{For } S > L, \quad L = 2S - \frac{800}{A} \left(C - \frac{h_1 + h_2}{2} \right)$$

Dengan $C = 13,34, h_1 = 8,0, h_2 = 2,0, L = 1694,54$ kaki, $A = 9$, persamaan ini menghasilkan $S = 1219$ kaki. Solusi ini tidak memenuhi kriteria ($S > L$).

$$\text{For } S \leq L, \quad L = \frac{AS^2}{800 \left(C - \frac{h_1 + h_2}{2} \right)}$$

Dengan $C = 13,34, h_1 = 8,0, h_2 = 2,0, L = 1694,54$ kaki, $A = 9$, persamaan ini menghasilkan $S = 1121$ kaki. Solusi ini memenuhi kriteria ($S \leq L$).

Kecepatan desain yang sesuai = 90 mph (tentu saja tidak praktis, tetapi semata-mata berdasarkan jarak pandang di bawah penghalang di atas kepala) (D)

17. Jarak dari PVC ke PVI = $6.009,0 - 5.312,50 = 696,50$ kaki

Panjang tikungan = $2 \times 696,50 = 1.393$ kaki
= 13,93 stasiun

Tingkat perubahan kemiringan: $R = \frac{G_2 - G_1}{L} = \frac{3 - (-5)}{13.93} = 0.5743 \text{ \%/sta}$

Elevasi PVC:

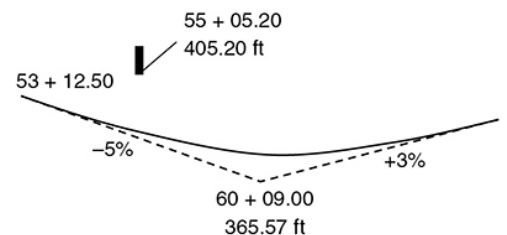
$$y_{PVC} = y_{PVI} - G_1 \frac{L}{2} = 365.57 - (-5) \times 6.965 = 400.40 \text{ ft}$$

Jembatan (pada stasiun 55 + 05.20) terletak pada $x = 55.052 - 53.125 = 1.927$ stasiun.

Elevasi tikungan di lokasi jembatan:

$$y = y_{PVC} + G_1 x + \frac{1}{2} R x^2 = 400.40 + (-5) \times 1.927 + \frac{1}{2} \times 0.5743 \times 1.927^2 = 391.83 \text{ ft}$$

Jarak bebas vertikal = $405,20 - 391,83 = 13,37$ kaki (B)



18. $A = |G_2 - G_1| = 3,6\%$

Kecepatan rencana = 65 mph.

Jarak pandang henti yang sesuai (Buku Hijau AASHTO) =

jarak waktu reaksi (239 kaki) + jarak pengereman (405 kaki) = 644 kaki



Dengan asumsi $S < L$, $L = \frac{AS^2}{2,158} = \frac{3,6 \times 644^2}{2,158} = 692 \text{ ft}$

Solusi ini memenuhi kriteria $S < L$

Oleh karena itu, solusinya OK. Panjang minimum tikungan = 692 kaki (D)

19. Laju perubahan gradien: $R = \frac{G_2 - G_1}{L} = \frac{5 - (-3)}{9,5} = 0,842 \text{ \%/sta}$

Titik terendah yang terletak di stasiun $x = -\frac{G_1}{R} = -\frac{-3}{0,842} = 3,563 \text{ sta}$

Elevasi di titik terendah:

$$y = y_{PVC} + G_1x + \frac{1}{2}Rx^2 = 247,65 - 3 \times 3,563 + \frac{1}{2} \times 0,842 \times 3,563^2 = 242,31 \text{ ft}$$

Jarak bebas vertikal = $242,31 - 238,23 = 4,08 \text{ kaki (D)}$

20. Buku Hijau AASHTO, edisi ke-7, 2018, Bab 9. Dari lampiran 9-6, untuk belok kiri dari halte di jalan minor, di mana jalan utama memiliki empat lajur, celah kritis dasar untuk truk satu unit = 9,5 detik. Faktor penyesuaian untuk lajur tambahan yang dilintasi = 0,5 detik untuk jalan utama empat lajur. Faktor penyesuaian untuk kemiringan 4% pada jalan minor, $t_{c,G} = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ detik}$ untuk belok kiri dari jalan minor. Celah waktu yang disesuaikan = $9,5 + 0,5 + 0,8 = 10,8 \text{ detik (A)}$

21. Dengan mengonversi semua volume per jam menjadi laju aliran, kita memperoleh:

$$v_{FF} = \frac{V_{FF}}{PHF} = \frac{1780}{0,88} = 2,023$$

$$v_{FR} = \frac{V_{FR}}{PHF} = \frac{366}{0,88} = 416$$

$$v_{RF} = \frac{V_{RF}}{PHF} = \frac{454}{0,95} = 478$$

$$v_{RR} = \frac{V_{RR}}{PHF} = \frac{580}{0,95} = 611$$

Laju aliran permintaan weaving: $v_W = v_{FR} + v_{RF} = 894$

Laju aliran permintaan non-weaving: $v_{NW} = v_{FF} + v_{RR} = 2,634$

Rasio volume: $VR = \frac{v_W}{v_W + v_{NW}} = \frac{894}{894 + 2,634} = 0,253 \text{ (A)}$



22. Laju aliran puncak hulu, $V_F = 4,100 + 500 = 4,600$
Aliran yang disesuaikan yang memasuki lajur 1 dan 2 tepat di hulu daerah pengaruh divergen dihitung sebagai:

$$V_{12} = V_R + (V_F - V_R)P_{FD}$$

Untuk jalan bebas hambatan enam lajur, terdapat tiga persamaan yang memungkinkan untuk P_{FD} . Tanpa ramp hulu dan terdapat ramp keluar hilir yang berdekatan, persamaan 7 atau 5 berlaku. Hitung L_{EQ}

$$L_{EQ} = \frac{V_D}{1.15 - 0.000032V_F - 0.000369V_R}$$

$$= \frac{450}{1.15 - 0.000032 \times 4600 - 0.000369 \times 500} = 550 \text{ ft}$$

Karena jarak ke jalan hilir yang berdekatan lebih besar dari L_{EQ} , gunakan persamaan 5

$$P_{FD} = 0.76 - 0.000025V_F - 0.000046V_R$$

$$= 0.76 - 0.000025 \times 4600 - 0.000046 \times 500 = 0.622$$

$$V_{12} = 500 + (4600 - 500) \times 0.622 = 3050 \text{ pcph (C)}$$

23. Menurut MUTCD, jarak peringatan minimum adalah 175 kaki (Tabel 2C-4) (C)

Tabel 2C-4. Pedoman untuk Penempatan Tanda Peringatan di Muka

Kecepatan Terpasang atau Persentil ke-85	Jarak Penempatan Muka ¹								
	Kondisi A: Pengurangan kecepatan dan pindah jalur dalam lalu lintas padat ²	Kondisi B: Perlambatan ke kecepatan saran yang tercantum (mph) untuk kondisi tersebut							
		0 ³	10 ⁴	20 ⁴	30 ⁴	40 ⁴	50 ⁴	60 ⁴	70 ⁴
20 mph	225 ft	100 ft	N/A	—	—	—	—	—	
25 mph	325 ft	100 ft	N/A	—	—	—	—	—	
30 mph	460 ft	100 ft	N/A	—	—	—	—	—	
35 mph	565 ft	100 ft	N/A	N/A	—	—	—	—	
40 mph	670 ft	125 ft	100 ft	100 ft	N/A	—	—	—	
45 mph	775 ft	175 ft	125 ft	100 ft	100 ft	N/A	—	—	
50 mph	885 ft	250 ft	200 ft	175 ft	125 ft	100 ft	—	—	
55 mph	990 ft	325 ft	275 ft	225 ft	200 ft	125 ft	N/A	—	
60 mph	1,090 ft	400 ft	350 ft	325 ft	275 ft	200 ft	100 ft	—	
65 mph	1,200 ft	475 ft	450 ft	400 ft	350 ft	275 ft	200 ft	100 ft	
70 mph	1,250 ft	550 ft	525 ft	500 ft	450 ft	375 ft	275 ft	150 ft	
75 mph	1,350 ft	650 ft	625 ft	600 ft	550 ft	475 ft	375 ft	250 ft	



24. Untuk ADT = 16.000, kecepatan rencana = 65 mph dan kemiringan depan = 1:4, lebar zona bebas = 46 mph. Ini termasuk lebar bahu jalan. Oleh karena itu, jarak bebas dari tepi bahu jalan = $46 - 8 = 38$ kaki (D)
25. Pagar pembatas lalu lintas terkadang digunakan untuk memisahkan sepeda dan moda transportasi lain yang bergerak lambat dari arus lalu lintas kendaraan. Pagar pembatas juga digunakan untuk memisahkan arah lalu lintas kendaraan yang berlawanan arah dan untuk menyediakan tempat berlindung yang aman bagi pekerja dan peralatan di zona kerja yang berdekatan dengan jalur lalu lintas. Meskipun penggunaan pembatas jalan dapat menghasilkan pergerakan lalu lintas yang lebih lancar dan oleh karena itu, meningkatkan kapasitas, desainnya TIDAK didasarkan pada tujuan tersebut (A).

26. PERINTAH 1: Volume Kendaraan Delapan Jam

PERINTAH 1: Ambang batas Kondisi A (level 100%) untuk 1 lajur utama - 1 lajur minor adalah 500 vph total pada kedua pendekatan utama *dan* 150 vph pada volume minor yang lebih tinggi. Ambang batas ini terlampaui hanya dalam 7 jam. Jadi, kondisi A *tidak terpenuhi* pada level 100%.

PERINTAH 1: Ambang batas Kondisi B (level 100%) untuk 1 lajur utama - 1 lajur minor adalah 750 vph total pada kedua pendekatan utama *dan* 75 vph pada volume minor yang lebih tinggi. Kedua kriteria untuk Kondisi B pada PERINTAH 1 terpenuhi selama 11 jam.

PERINTAH 1 mensyaratkan ambang batas terpenuhi selama 8 jam. Jadi, kondisi pada PERINTAH 1 ini terpenuhi.

Secara keseluruhan, Surat Perintah 1 terpenuhi *jika* kondisi A atau kondisi B terpenuhi pada tingkat 100%.

Surat Perintah 2: Volume Kendaraan Empat Jam

Data dalam tabel diplot pada Gambar 4C-1. Semua titik data, kecuali satu, diplot di atas garis untuk lalu lintas utama 1 lajur dan lalu lintas minor 1 lajur. Surat perintah tersebut mensyaratkan ambang batas ini dilampaui setidaknya selama 4 jam dalam satu hari. Oleh karena itu, surat perintah ini terpenuhi. Jawabannya adalah (B)

27. Menurut pedoman dalam Pedoman Aksesibilitas Undang-Undang Penyandang Disabilitas Amerika, ketika total ruang parkir di tempat parkir adalah 501 hingga 1.000, jumlah minimum ruang parkir yang dapat diakses adalah 2% dari total. Untuk jumlah total ruang parkir = 630, ini menghasilkan 12,6 ruang parkir. Berikan 13 ruang parkir. (D)

28.

Fase	Volume Grup Lajur	Volume Saturasi untuk Grup Lajur
------	-------------------	----------------------------------



1	100	900
2	600	1,900
3	105	900
4	630	2,300

Total waktu yang hilang = 12 detik

Rumus Webster memberikan panjang siklus optimal sebagai

$$C = \frac{1.5t_L + 5}{1 - \sum Y_i} = \frac{1.5 \times 12 + 5}{1 - \left(\frac{100}{900} + \frac{600}{1900} + \frac{105}{900} + \frac{630}{2300}\right)} = \frac{23}{1 - 0.8175} = 126 \text{ sec (B)}$$

$$29. f_{HV} = \frac{1}{1 + P_{HV}(E_{HV} - 1)} = \frac{1}{1 + 0.05 \times (2.0 - 1)} = 0.952$$

Dengan 25 manuver parkir/jam,

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3600}}{N} = \frac{2 - 0.1 - \frac{18 \times 25}{3600}}{2} = 0.888$$

$$\text{Dengan 10 bus/jam, } f_{bb} = \frac{N - \frac{14.4N_B}{3600}}{N} = \frac{2 - \frac{14.4 \times 10}{3600}}{2} = 0.98$$

Laju aliran jenuh pada pendekatan WBTH/R (dengan asumsi area non-CBD)

$$s = s_0 N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{RT} f_{LT} \\ = 1900 \times 2 \times 1.0 \times 0.952 \times 0.995 \times 0.888 \times 0.98 \times 1.0 \times 0.9625 \\ \times 0.95 = 2864 \text{ pcph}$$

30. Interval jarak bebas (untuk lebar perkerasan yang lebih lebar = 60 kaki) dihitung sebagai berikut:

$$\tau_{\min} = t_R + \frac{V}{2a} + \frac{W + L}{V} = 1.0 + \frac{1.47 \times 40}{2 \times 10} + \frac{60 + 20}{1.47 \times 40} = 5.3 \text{ sec (C)}$$

31. Panjang jalur pejalan kaki = 60 kaki

Waktu siklus = 80 detik; jumlah siklus per jam = $3.600/80 = 45$

Jumlah pejalan kaki persiklus $N_{ped} = 1.200 \div 45 = 26,67$

Waktu hijau:

$$G_p = 3.2 + \frac{L}{S_p} + 0.27N_{ped} = 3.2 + \frac{60}{4.0} + 0.27 \times 26.67 = 25.4 \text{ sec (A)}$$

32. Waran 1: Kondisi A – 600 di jalur utama dan 150 di jalur minor

Kondisi B – 900 di jalur utama dan 75 di jalur minor

Keduanya tidak terpenuhi selama 8 jam penuh pada tingkat 100%.



Keduanya tidak terpenuhi selama 8 jam penuh pada tingkat 80%.

Oleh karena itu, Waran 1 tidak terpenuhi.

Waran 2: Terpenuhi untuk jam 4, 6, 7, dan 8.

Waran 3: Memenuhi kondisi (2). Plot titik di atas garis untuk jam 7.

Waran 2 dan 3 terpenuhi. (D)

33. Jawabannya adalah A (MUTCD bagian 6G.02) (A)

34. $F_{200} = 8, LL = 43, PI = 43 - 21 = 22$

Berdasarkan bagan di bawah ini, kriteria: $F_{200} < 35, LL > 40$, dan $PI > 10$ sesuai dengan kelompok A-2-7 (D)

Tabel 12.1 Kriteria Klasifikasi Tanah AASHTO

Analisis Ayakan	Material Berbutir (35% atau kurang lolos saringan No. 200)						Material Lempung-Lumpur (lebih dari 35% lolos saringan No. 200)				A-8	
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6		A-7
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					
% lolos												
No. 10	≤50											
No. 40	≤30	≤50	>50									
No. 200	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	>35	>35	>35	>35	
LL				≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	≤40	>40	
PI	≤6		NP	≤10	≤10	>10	>10	≤10	≤10	>10	>10	

35. Berdasarkan pemeriksaan, tampaknya berat satuan kering puncak berasal dari sampel 3 atau 4.

Volume cetakan Standard Proctor = $1/30 \text{ ft}^3$

Untuk sampel 3, berat satuan total, $\gamma = W/V = 3,95/(1/30) = 118,5 \text{ lb/ft}^3$

Berat satuan kering, $\gamma_d = 118,5/1,16 = 102,2 \text{ lb/ft}^3$

Untuk sampel 4, berat satuan total, $\gamma = W/V = 4,21/(1/30) = 126,3 \text{ lb/ft}^3$

Berat satuan kering, $\gamma_d = 126,3/1,18 = 107,0 \text{ lb/ft}^3$ (berat satuan kering maksimum)

Berat satuan kering target = $0,9 \times 107 = 96,3 \text{ lb/ft}^3$

Berat padatan yang dibutuhkan = $96,3 \times 1,5 \times 10^6 \times 27 = 3,9 \times 10^9 \text{ lb}$

Dari tabel, untuk kadar air 12%, berat satuan = $3,24/(1/30) = 97,2 \text{ lb/ft}^3$; $\gamma_d = 97,2/1,12 = 86,8 \text{ lb/ft}^3$

Volume tanah galian yang dibutuhkan = $3,9 \times 10^9 \text{ lb} \div 86,8 \text{ lb/ft}^3$
 $= 4,49 \times 10^7 \text{ ft}^3 = 1,66 \times 10^6 \text{ yd}^3$ (B)

36. Jumlah truk = $23.000 \times 0,12 = 2.760$ per hari

Data beban gandar berdasarkan 1.078 truk. Oleh karena itu, hasil harus diskalakan dengan faktor $2.760/1.078 = 2,56$

Persentase pertumbuhan = 4%

Angka ADT tahunan merepresentasikan deret geometri (20 suku, $r = 1,04$).



ADT kumulatif selama 20 tahun adalah jumlah deret yang diberikan oleh

$$S = a \left(\frac{r^n - 1}{r - 1} \right) = ADT_1 \left(\frac{1.04^{20} - 1}{1.04 - 1} \right) = 29.778 \times ADT_1$$

ESAL harian tahun ke-1:

$$W_{18} = \sum N_i LEF_i = 2420 \times 0.0877 + 630 \times 0.36 + 301 \times 1 + 22 \times 1.51 + 6 \times 2.18 + 1 \times 3.53 + 24 \times 0.18 + 15 \times 0.308 + 12 \times 0.495 + 11 \times 0.857 = 814$$

ESAL kumulatif 20 tahun: $W_{18} = 814 \times 365 \times 29,778 \times 2,56 = 22,65$ juta (D)

37. Pernyataan ini benar. Jumlah punchout per mil, sebuah prediktor kinerja perkerasan, sangat sensitif terhadap ketebalan perkerasan. Dalam beberapa kasus, pengurangan ketebalan PCC hanya ¼ inci menghasilkan hampir dua kali lipat punchout CRCP.
II tidak benar. Punchout disebabkan oleh tegangan tarik *siklik* antara roda-roda di lapisan atas perkerasan.
III adalah pernyataan yang benar. Jenis dasar yang dipilih untuk tumpuan dalam CRCP merupakan faktor penting yang memengaruhi kinerja yang diproyeksikan, baik dalam perkembangan retakan maupun lebar retakan yang rapat, serta dalam menahan erosi lapisan pondasi akibat beban berulang.
IV adalah pernyataan yang benar. MEPDG menggunakan model fatik untuk memodelkan pengaruh siklus beban berulang terhadap perkembangan retakan.
V tidak benar. Sifat iteratif dari prosedur MEPDG memungkinkan insinyur desain membatasi jumlah punchout yang diizinkan di akhir masa desain ke tingkat yang dapat diterima (biasanya antara 10 dan 20 per mil) pada tingkat keandalan tertentu.
Jawabannya adalah (B)

38. Setelah aliran dasar dikurangi, kita mendapatkan:

Waktu (jam)	0	1	2	3	4	5	6
Debit Q (ft ³ /detik)	0	61	104	89	52	9	2

Volume limpasan: $V = \Sigma Q \times \Delta t = 317 \times 3.600 = 1.141.200$ kaki³

Kedalaman rata – rata limpasan(kelebihan curah hujan) = $1.141.200 / (115 \times 43.560) = 0,228$ kaki = 2,73 inci.

Debit limpasan puncak (kaki³/detik) yang akan tercatat setelah badai 2 jam yang menghasilkan limpasan 1,7 inci paling mendekati: $104 \times 1,7 / 2,73 = 65$ kaki³/detik

Dengan menambahkan aliran dasar (tidak terpengaruh badai), debit puncak yang akan tercatat di sungai = 88 kaki³/detik (A)



39. Untuk diameter pipa = 36 inci dan $Q = 100$ cfs, nomograf FHWA menghasilkan $HW/D = 3,5$
 Headwater = $3,5 \times 3 = 10,5$ kaki (diukur dari elevasi terbalik di hulu)
 Elevasi muka air 100 tahun = $325 + 10,5 = 335,5$ kaki
 Jarak bebas vertikal antara jalan raya dan WSE 100 tahun = $337,8 - 335,5 = 2,3$ kaki (B)

40. Untuk anuitas perpetual, biaya kapitalisasi = A/i
 Semua biaya dihitung dalam jutaan dolar.
 Nilai sekarang dari Rencana A (investasi modal tunggal) dihitung sebagai jumlah biaya awal + nilai sekarang dari anuitas perpetual.

$$P_A = 4.2 + 0.04 \times \frac{1}{0.07} = 4.771$$

Nilai sekarang dari Rencana B (investasi modal dua tahap) dihitung sebagai jumlah biaya awal + biaya lump-sum pada $t = 10$ tahun + anuitas abadi 16 + anuitas 10 tahun 4

$$P_B = 2.0 + 3.2 \left(\frac{P}{F}, 10 \text{ yrs}, 7\% \right) + 0.036 \times \frac{1}{0.07} - 0.008 \left(\frac{P}{A}, 10 \text{ yrs}, 7\% \right) \setminus$$

$$= 2.0 + 3.2 \times 0.5083 + 0.036 \div 0.07 - 0.008 \times 7.0236 = 4.085$$

Rasio biaya = $4,085 \div 4,771 = 0,856$ (A)

Kunci Jawaban untuk Ujian Kedalaman Transportasi

1	A	11	D	21	A	31	A
2	C	12	C	22	C	32	D
3	D	13	C	23	C	33	A
4	B	14	A	24	D	34	D
5	C	15	C	25	A	35	B
6	A	16	D	26	B	36	D
7	B	17	B	27	D	37	B
8	C	18	D	28	B	38	A
9	B	19	D	29	B	39	B
10	C	20	A	30	C	40	A



BAB 14

SOLUSI UJIAN KEDALAMAN KONSTRUKSI

Solusi terperinci ini ditujukan untuk soal bab 7, mewakili ujian Kedalaman Konstruksi berdurasi 4 jam sesuai silabus dan pedoman Prinsip dan Praktik (P&P) Ujian Teknik Sipil yang diselenggarakan oleh Dewan Penguji Nasional untuk Teknik dan Survei (NCEES).

1. Dengan menggunakan metode luas rata-rata, dan menyesuaikan volume timbunan untuk penyusutan, diperoleh hasil sebagai berikut:

Stasiun	Area (ft ²)		Volume (yd ³)				
	Cut	Fill	Cut	Fill	Adjusted Fill	Net	Cumulative
0 + 00.00	563.2	342.2					
0 + 50.00	213.5	213.6	719.2	-514.6	-584.8	134.4	134.4
1 + 00.00	123.5	343.3	312.0	-515.6	-586.0	-273.9	-139.6
1 + 50.00	654.6	111.0	720.5	-420.6	-478.0	242.5	102.9
2 + 00.00	973.1	762.4	1507.1	-808.7	-919.0	588.1	691.0
2 + 50.00	567.3	342.9	1426.3	-1023.4	-1163.0	263.3	954.3
3 + 00.00	451.6	190.4	943.4	-493.8	-561.1	382.3	1336.6

Sebagai contoh: antara stasiun 0 + 0,00 dan 0 + 50,00, volume timbunan = $\frac{1}{2} (342,2 + 213,6) \times 50 = 13.895 \text{ ft}^3 = 514,6 \text{ yd}^3$

Timbunan yang disesuaikan = $514,6 \div 0,88 = 584,8 \text{ yd}^3$ (ditunjukkan dengan sorotan)

Volume pekerjaan tanah bersih (jumlah semua timbunan yang disesuaikan dan semua volume g) $1.336,6 \text{ yd}^3$ (A)

2. Akan membantu jika kita memahami bahwa dalam geometri yang diberikan, garis AF dan CD sejajar, begitu pula AC dan FD, dan garis-garis ini memiliki panjang yang sama, sehingga membentuk persegi. Dengan demikian, volume dapat ditemukan dengan menjumlahkan volume bangun ABC, ACDF, dan DEF. Luas segitiga ABC (alas BC = 150 kaki, tinggi = 100 kaki) adalah:

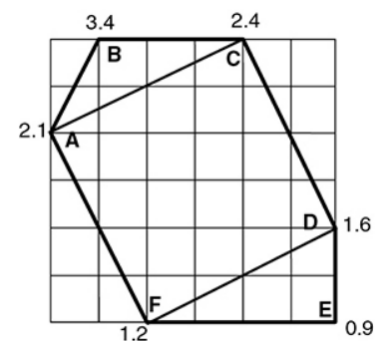
$$A_{ABC} = \frac{1}{2}bh = \frac{1}{2} \times 150 \times 100 = 7,500 \text{ ft}^2$$

$$\text{Kedalaman pemotongan rata-rata, } d_{\text{ave}} = \frac{1}{3}(2.1 + 3.4 + 2.4) = 2.63 \text{ ft}$$

$$\text{Volume potongan pada segitiga ABC: } V_{ABC} = 7,500 \times 2.63 = 19,725 \text{ ft}^3$$

Luas persegi ACDF (sisi 223,6 kaki) adalah:

$$A_{ACDF} = 223.6 \times 223.6 = 50,000 \text{ ft}^2$$



Kedalaman potongan rata-rata, $d_{ave} = \frac{1}{4}(2.1 + 2.4 + 1.6 + 1.2) = 1.83$ ft

Volume potongan pada persegi ACD: $V_{ACD} = 50,000 \times 1.83 = 91,500$ ft³

Luas segitiga DEF (alas EF = 200 kaki, tinggi DE = 100 kaki) adalah:

$$A_{DEF} = \frac{1}{2}bh = \frac{1}{2} \times 200 \times 100 = 10,000 \text{ ft}^2$$

Kedalaman potongan rata-rata, $d_{ave} = \frac{1}{3}(1.6 + 0.9 + 1.2) = 1.23$ ft

Volume potongan pada segitiga DEF: $V_{DEF} = 123.525 \text{ kaki}^3 = 4.575 \text{ yd}^3$ (A)

Solusi yang lebih panjang (tetapi lebih umum) akan membagi daerah tersebut menjadi segitiga ABC, ACF, CFD, dan DEF.

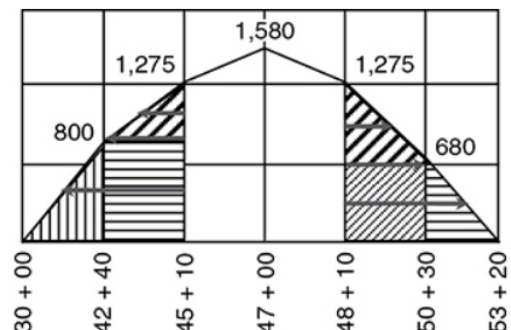
3. Hasil pengukuran batang pada titik acuan = 7,85. Oleh karena itu, tinggi instrumen = 154,45 + 7,85 = 162,30 kaki

Hasil pembacaan batang di A = 8,92 kaki. Oleh karena itu, elevasi di A = tinggi instrumen – hasil pembacaan batang = 162,30 – 8,92 = 153,38 kaki.

Jawabannya adalah (C)

4. Identifikasi batas angkut bebas dengan mencari dua stasiun yang berjarak 300 kaki yang memiliki ordinat yardage kumulatif yang sama. Perhatikan bahwa ordinat diagram massa sama (1.275 yd³) di stasiun 45 + 10 dan 48 + 10.

Total overhaul dihitung dengan mengambil momen diagram massa di sekitar batas angkut bebas (stasiun 45 + 10 dan 48 + 10) ke kiri dan kanan, masing-masing, hingga ke titik keseimbangan (stasiun 30 + 00 dan 53 + 20). Untuk setiap segmen diagram, overhaul dihitung sebagai hasil perkalian selisih ordinat vertikal (Δy) dengan jarak ke pusat interval tersebut. Misalnya, volume 680 antara stasiun 50 + 30 dan 53 + 20 berbentuk segitiga dan lengan yang digunakan memanjang dari batas angkut bebas (stasiun 48 + 10) ke titik tengah interval (50 + 30 hingga 53 + 20), yaitu pada 51 + 75. Lengan-lengan ini ditunjukkan dengan panah pada gambar di sini.



$$\begin{aligned} \text{Perbaikan} &= 475 \times 1,35 + 800 \times 8,90 + 595 \times 1,10 + 680 \times 3,65 \\ &= 10.898 \text{ yd}^3 - \text{sta} \end{aligned}$$

$$\text{Biaya perbaikan} = \text{Rp. } 108.980.000 \times 3,7 = \text{Rp. } 403,226,000 \text{ (B)}$$



Biaya kompon finishing (termasuk limbah) = $41.040 \text{ kaki}^2 \div 300 \text{ kaki}^2/\text{gal} \times 1,05 = 143,64 \text{ gal} = 28,7 \times \text{wadah } 5 \text{ gal}$. Gunakan 29 wadah. Biaya = $29 \times \text{Rp. } 400.000/\text{kontainer} = \text{Rp. } 11.600.000$

Luas penampang total = $91,2 \text{ kaki} \times 8 \text{ inci} = 60,8 \text{ kaki}^2$

Volume total beton = $60,8 \times 450 = 27.360 \text{ kaki}^3 = 1.013,33 \text{ yard}^3$

Biaya beton (termasuk limbah) = $98 \times 1.013,33 \times 1,05 = \text{Rp. } 1,042,716,600$

Total biaya material = Rp. 1,054,316,600 (D)

8. Karena kemiringan sisi adalah 1:3, dimensi vertikal 12 kaki sama dengan dimensi horizontal 36 kaki. Oleh karena itu, dimensi rencana puncak TPA adalah $3.928 \text{ kaki} \times 2.428 \text{ kaki}$. Ini menghasilkan luas rencana = $9.537.184 \text{ ft}^2$

Volume tanah penutup dapat didekati sebagai luas permukaan \times kedalaman = $9,5372 \times 10^6 \times 1,5 = 1,431 \times 10^7 \text{ ft}^3 = 530.000 \text{ yd}^3$ (A)

Catatan: Solusi yang lebih tepat dapat dihitung dengan rumus frustum piramida, yang menunjukkan bahwa metode perkiraan hanya menghasilkan kesalahan 0,5%. Hal ini disebabkan oleh ketebalan tanah yang dimaksud (18 inci) yang sangat kecil dibandingkan dengan dimensi rencana.

Frustum piramida: $V = \frac{b}{3}(A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) \approx \frac{b}{2}(A_1 + A_2)$

9. Luas dinding (satu lapis):

$$A = 2 \times (180 + 200) \times 12 - 8 \times 6 \times 10 = 8,640 \text{ ft}^2$$

Biaya tenaga kerja yang ditanggung penuh:

$$4 \times 400.000 + 2 \times 250.000 + 1 \times 500.000 = \text{Rp. } 2.600.000 \text{ per jam kru} \\ = \text{Rp. } 371.400 \text{ per jam tenaga kerja}$$

Kredit untuk 5/8 GWB Labor = $8,640 \text{ ft}^2 \div 960 \text{ ft}^2/\text{LH} \times \text{Rp. } 371.400/\text{LH}$
(1 lapis): $= \text{Rp. } 3.342.600$

$$\text{Materials} = 8,640 \text{ ft}^2 \times 0.255/\text{ft}^2 = 2,203.20 + 10\% \text{ waste} \\ = 2,423.52$$

1/2 inci GWB (2 lapis): Labor = $17,280 \text{ ft}^2 \div 960 \text{ ft}^2/\text{LH} \times \text{Rp. } 371.400/\text{LH}$
 $= 6.685.200$

$$\text{Materials} = 17,280 \text{ ft}^2 \times 0.285/\text{ft}^2 = 4,924.80 + 10\% \text{ waste} \\ = 5,417.28$$

Isolasi (1 lapis): Labor = $8,640 \text{ ft}^2 \div 1,920 \text{ ft}^2/\text{LH} \times \text{Rp. } 371.400/\text{LH}$
 $= 1.671.300$

$$\text{Materials} = 8,640 \text{ ft}^2 \times 0.45/\text{ft}^2 = 3,888.00 + 10\% \text{ waste} \\ = 4,276.80$$

Selisih biaya (SOW baru – SOW awal)

$$= -27.577.900 + 60.858.000 + 44.439.300 = 77.719.400$$

Setelah menerapkan faktor 1,10 dan 1,05 untuk biaya overhead dan laba, kenaikan bersih dalam pesanan perubahan = Rp.98.315.000 (C)



10. Dengan mempekerjakan satu unit kru tambahan, pekerjaan akan selesai dalam $90 - 15 = 75$ hari lagi.

Selama 75 hari ini, satu unit kru tambahan akan dikenakan biaya tambahan = $32.000.000 \times 75 = \text{Rp. } 2.400.000.000$

Bonus penyelesaian awal = $\text{Rp. } 180.000.000 \times 15 = \text{Rp. } 2.700.000.000$

Bonus bersih = $\text{Rp. } 300.000.000$ (dapat diterima)

Dengan mempekerjakan dua unit kru tambahan, pekerjaan akan selesai dalam $90 - 21 = 69$ hari.

Untuk Selama 69 hari ini, dua unit kru tambahan akan dikenakan biaya tambahan = $\text{Rp. } 60.000.000 \times 69 = \text{Rp. } 4.140.000.000$

Bonus penyelesaian awal = $\text{Rp. } 180.000.000 \times 21 = \text{Rp. } 3.780.000.000$

Bonus bersih = $-\text{Rp. } 360.000.000$ (tidak dapat diterima)

Dengan mempekerjakan tiga unit kru tambahan, pekerjaan akan selesai dalam $90 - 31 = 59$ hari

Selama 59 hari ini, tiga unit kru tambahan akan dikenakan biaya tambahan = $\text{Rp. } 90.000.000 \times 59 = \text{Rp. } 5.310.000.000$

Bonus penyelesaian awal = $\text{Rp. } 180.000.000 \times 31 = \text{Rp. } 5.580.000.000$

Bonus bersih = $\text{Rp. } 270.000.000$ (dapat diterima, tetapi kurang dari laba bersih dengan satu unit kru tambahan) (A)

11.

Truk dump: Waktu tempuh ideal = $8 \text{ mil perjalanan pulang - pergi} \div 30 \text{ mph}$
 $= 0.267 \text{ jam} = 960 \text{ detik}$

Waktu transfe rideal = $40 \text{ detik per } 3 \text{ yd}^3 = 213 \text{ detik per } 16 \text{ yd}^3 \text{ muatan}$

Waktu dumping ideal = $30 \text{ detik per muatan}$

Waktu siklus = 1.203 detik

Produktivitas truk sampah(ideal) = $16 \text{ yd}^3 \text{ per } 1.203 \text{ detik} = 0,0133 \text{ yd}^3/\text{detik}$
(tanah gembur)

Produktivitas truk sampah(aktual) = $0,7 \times 0,8 \times 0,0133 = 0,00745 \text{ yd}^3/\text{detik}$
(tanah gembur)

Laju penggalian dengan power shovel = $10 \text{ yd}^3/\text{menit}$ (tepis ungai) = $11 \text{ yd}^3/\text{menit}$
(tanah gembur)

Untuk setiap muatan 3 yd^3 (tanah gembur) dengan power shovel, waktu penggalian = $3 \div 11 \text{ menit} = 16,4 \text{ detik}$

Waktu siklus power shovel = waktu penggalian + waktu pemindahan + waktu pembuangan
 $= 16,4 + 40 + 30 = 86,4 \text{ detik}$

Produksi power shovel(tanah gembur) = $3 \text{ yd}^3/86,4 \text{ detik} = 0,03472 \text{ yd}^3/\text{detik}$

Jumlah truk sampah yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan produksi power shovel = $0,03472 \div 0,00745 = 4,66$

Gunakan lima truk. (C)



12. Waktu yang dibutuhkan setiap ekskavator dapat dihitung dengan membagi 18.000 yd^3 dengan laju produksi (yd^3/jam). Ini akan menghasilkan "waktu penyelesaian" dalam jam, yang kemudian dapat dikalikan dengan tarif biaya variabel (Rp./jam) untuk mendapatkan biaya variabel. Biaya tetap kemudian dapat ditambahkan.

Total biaya = Biaya tetap + $18.000 \text{ yd}^3 \div \text{Produksi} (\text{yd}^3/\text{jam}) \times \text{Biaya variabel} (\text{Rp./jam})$

Total biaya untuk tipe 1–4 masing-masing adalah Rp. 150.940.000, Rp. 132.140.000, Rp. 197.500.000, dan Rp. 147.000.000.

Jawabannya adalah (B)

13. Meskipun permasalahannya tiga dimensi, kita dapat memanfaatkan simetri dalam permasalahan tersebut. Semua kabel memikul beban yang sama. Panjang setiap kabel ditentukan oleh:

$$L = \sqrt{5^2 + 8^2 + 2^2} = 9.644 \text{ ft}$$

Komponen vertikal setiap tegangan kabel dapat dituliskan sebagai berikut:

$$T_y = T \frac{8}{9.644} = 0.83T$$

Oleh karena itu, persamaan kesetimbangan vertikalnya adalah:

$$4T_y - 900 = 0 \Rightarrow 4 \times 0.83T = 900 \Rightarrow T = 271 \text{ lb} \quad (\text{A})$$

14. Kapasitas desain = 40 ton

Karena $FS = 6$, kapasitas ultimit = $40 \times 6 = 240 \text{ ton} = 480.000 \text{ lb}$.

Energi palu tiang pancang $WH = 50.000 \text{ ft} - \text{lb} = 600.000 \text{ in} - \text{lb}$.

$$Q_{\text{ult}} = \frac{WH}{S + 1.0} \Rightarrow S = \frac{WH}{Q_{\text{ult}}} - 1 = \frac{600,000}{480,000} - 1 = 0.25$$

$$S = 0.25 \frac{\text{in}}{\text{blow}} \Rightarrow 4 \frac{\text{blows}}{\text{in}} = 48 \frac{\text{blows}}{\text{ft}} \quad (\text{D})$$

15. Sudut barat daya matras berada paling jauh (secara radial) dari titik sumur, pada jarak:

$$r = \sqrt{190^2 + 240^2} = 306.1 \text{ ft}$$

Ketinggian muka air tanah pada titik ini harus $325,65 - 5,0 = 320,65$ kaki.

Penurunan muka air tanah = $325,8 - 320,65 = 5,15$ kaki

Di sudut barat daya lokasi, jarak radialnya adalah

$r = \sqrt{240^2 + 300^2} = 384.2 \text{ ft}$). Di sini, penurunan muka air tanah adalah $325,8 - 324,0 = 1,8$ kaki.



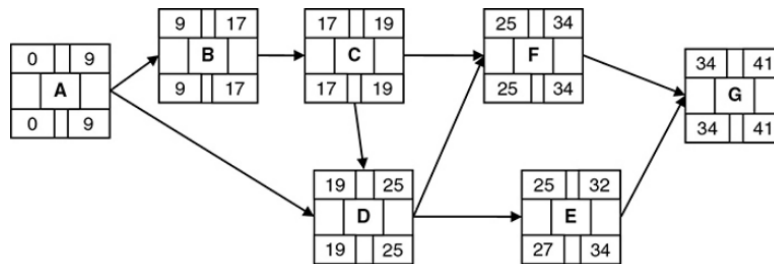
Dengan menerapkan persamaan kondisi tunak pada kedua titik ini:

$$Q = \frac{2\pi T(s_2 - s_1)}{\ln(r_2/r_1)} = \frac{2\pi \times 250 \times (5.15 - 1.8)}{\ln(384.2/306.1)} = 23,156 \frac{\text{ft}^3}{\text{hr}} = 6.43 \frac{\text{ft}^3}{\text{sec}} = 2,887 \text{ gpm(D)}$$

16. Waktu siklus ekskavator = 45 detik + 4 menit + 45 detik =
5 menit 30 detik = 5,5 menit
Perputaran volume ideal (ukuran lepas) = $3,0 \text{ yd}^3/5,5 \text{ menit} = 0,545 \text{ yd}^3/\text{menit}$
Perputaran volume aktual = $0,9 \times 0,545 = 0,491 \text{ yd}^3/\text{menit}$
Produksi truk = $15 \text{ yd}^3/90 \text{ menit} = 0,167 \text{ yd}^3/\text{menit/truk}$
Jumlah truk yang dibutuhkan untuk menyeimbangkan produksi ekskavator
= $0,491 \div 0,167 = 2,95$
Gunakan tiga truk. (B)
Catatan: Karena ini adalah masalah keseimbangan, ukuran total pekerjaan tidak menjadi masalah.
17. Pengiriman material = $950 \text{ yd}^3/\text{jam}$ (ukuran bank), yang setara dengan $950 \times 0,85 = 807,5 \text{ yd}^3/\text{jam}$ (dipadatkan) setelah penyusutan diperhitungkan.
Roller menutupi tanah dengan kecepatan $3 \text{ mph} \times 8 \text{ kaki} = 126.720 \text{ ft}^3/\text{jam}$.
Karena lapisan setebal 6 inci (0,5 kaki) dipadatkan dalam empat lintasan, setiap lintasan akan memadatkan setara dengan 0,125 kaki, yang berarti memadatkan $126.720 \times 0,125 = 15.840 \text{ kaki}^3$ ($586,7 \text{ yd}^3$) tanah per lintasan.
Ini adalah kapasitas ideal. Dengan efisiensi 80%, roller akan memadatkan $0,8 \times 586,7 = 469,3 \text{ yd}^3/\text{jam}$.
Jumlah roller yang dibutuhkan = $807,5/469,3 = 1,72$. Oleh karena itu, diperlukan dua roller untuk menangani pengiriman material. (B)
18. Karena outrigger hanya bertumpu di tanah (tidak dijangkarkan), kondisi pembatasnya adalah ketika kaki outrigger sisi jauh tidak bereaksi sama sekali. Untuk kondisi ini, kaki bagian dalam (pasangan di sebelah kanan) menahan beban total 40 ton. Mengambil momen terhadap kaki bagian dalam:
 $40(X - 10) = 25 \times 10$
Mencari nilai X: offset maksimum X = 16,25 kaki (B)
19. Puncak tutup tiang pada kedalaman = 3 kaki
Bawah tutup tiang pada kedalaman = 5 kaki
Puncak tiang pada kedalaman = 4 kaki
Bawah tiang pada kedalaman lapisan batuan = 34 kaki
Panjang tiang yang dibutuhkan = 30 kaki (D)
20. Diagram jaringan yang dibangun dari informasi dalam tabel ditunjukkan pada gambar berikut. Setiap aktivitas ditampilkan sebagai blok yang menunjukkan (dimulai dari



sudut kiri atas, searah jarum jam)—ES (mulai awal), EF (selesai awal), LF (selesai akhir), LS (mulai akhir).



Durasi proyek adalah waktu penyelesaian aktivitas terminal = 41 hari (C)

21. Menurut model PERT, rata-rata dan deviasi standar diberikan oleh:

$$\mu = \frac{a + 4b + c}{6} \quad \sigma = \frac{c - a}{6}$$

Melengkapi tabel dengan mean (μ) dan simpangan baku (σ) untuk tugas A, C, E, dan F

Activity	Duration (minggu)		
	μ	σ	σ^2
A	4	0.33	0.11
C	6.83	0.50	0.25
E	6	0.33	0.11
F	8.83	0.50	0.25

Oleh karena itu, untuk urutan aktivitas ACEF, rata-rata adalah jumlah rata-rata dan varians adalah jumlah varians: $\mu = 25,66, \sigma^2 = 0,72 \rightarrow \sigma = 0,85$

Untuk $X = 25$, variabel normal standar:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} = \frac{25 - 25.66}{0.85} = -0.776$$

Kemungkinan waktu penyelesaian kurang dari 25 minggu dihitung sebagai:

$$P(Z \leq -0.776) = 1 - P(Z \leq +0.776) = 1 - 0.7811 = 0.2189 = 22\% (D)$$

22. Jaringan forward pass menghasilkan: $ES_A = 0, EF_A = 3, ES_C = 3, ES_D = 6$
Free float aktivitas A = ES minimum semua penerus (C & D) - EF A = 3 - 3 = 0 (A)

23. Pada rencana awal (persegi panjang kosong), E berakhir pada 5 minggu 2 hari, G dimulai pada 5 minggu. Oleh karena itu, tahap G dapat dimulai tanpa menyelesaikan tahap E. Opsi A salah.

Tahap F sesuai jadwal. Opsi B salah.



Tingkat penyelesaiannya adalah (kurang lebih): A (75%), B (85%), C (85%), D (25%), E (25%), F (25%), dan G (0%). Saat ini (5 minggu, 2 hari), seharusnya A (100%), B (90%), C (100%), D (75%), E (45%), F (25%), dan G (0%). Tahap A, B, C, dan D terlambat dari jadwal. Opsi C benar. (C)

24. Harga penawaran saat ini dapat dihitung dengan menerapkan faktor inflasi (3,2%) pada harga yang tercatat ($2\frac{1}{2}$ tahun yang lalu):

$$\text{Biaya permuatan truk sampah} = 525 \times (1 + 0.032)^{2.5} = 568$$

Material galian 323.000 ft^3 akan mengembang menjadi $323.000 \times 1,25 = 403.750 \text{ ft}^3 = 14.954 \text{ yd}^3$

Ini akan menggunakan $14.954 \div 26 = 575$ muatan truk

Harga penawaran seharusnya $57.500 \times 56.800 = \text{Rp. } 3.266.000.000$ untuk 14.954 yd^3 tanah yang dipindahkan (C)

25. Momen maksimum, $M = \frac{PL}{3} = \frac{800 \times 60}{3} = 16.000 \text{ lb} \cdot \text{in}$

Modulus penampang balok persegi panjang, $S = \frac{1}{6}bh^2 = \frac{6^3}{6} = 36 \text{ in}^3$

Tegangan lentur maksimum, $\sigma = \frac{M}{S} = \frac{16.000}{36} = 444.44 \text{ psi}$

Ini adalah modulus patah, yang berkorelasi dengan f'_c berdasarkan:

$$f_r = 7.5\sqrt{f'_c}$$

Oleh karena itu, $f'_c = 3.511 \text{ psi}$ (D)

26. Kekuatan tarik uji silinder terpisah: $f_{ct} = \frac{2P}{\pi DL} = \frac{2 \times 55.000}{\pi \times 6 \times 12} = 486 \text{ psi}$

$$f_{ct} = 6.7\sqrt{f'_c}$$

Oleh karena itu, $f'_c = 5.262 \text{ psi}$ (B)

27. Lasan muncul di kedua sisi (sisi panah dan sisi jauh). Oleh karena itu, I salah. Simbol las fillet (segitiga) pada gambar III terbalik (tepi vertikal di sebelah kanan). Oleh karena itu, salah. Lasan tersebut tampaknya bukan las menyeluruh. Oleh karena itu, IV salah. Jawabannya adalah (D)



28.

Semen	Berat=	160 lb
	Volume=	$160/(3.15 \times 62.4) = 0.814 \text{ ft}^3$
Pasir (basah)	Berat=	290 lb
Pasir (SSD)	Berat=	$100.7/105 \times 290 = 278.12 \text{ lb}$
	Volume=	$278.12 \div (2.7 \times 62.4) = 1.651 \text{ ft}^3$

Air bebas dalam pasir = $4,3/105 \times 290 = 11,88 \text{ lb}$

Agregat Kasar (SSD) Berat= $100.5/103 \times 420 = 409.81 \text{ lb}$

Agregat Kasar (SSD) Berat= $100.5/103 \times 420 = 409.81 \text{ lb}$

Volume= $409.81 \div (2.6 \times 62.4) = 2.526 \text{ ft}^3$

Air bebas dalam pasir kasar = $2,5/103 \times 420 = 10,19 \text{ lb}$

Total air Berat= $56 + 11.88 + 10.19 = 78.07 \text{ lb}$

Volume= $78.07 \div 62.4 = 1.251 \text{ ft}^3$

Total volume komponen – komponen ini = $0,814 + 1,651 + 2,526 + 1,251$
= $6,242 \text{ ft}^3$

Volume ini mewakili 97% dari total volume (karena udara = 3%).

Jadi, total volume = $6,242/0,97 = 6,435 \text{ ft}^3$

Berat satuan = Berat total/volume total = $926 \text{ lb}/6,435 \text{ ft}^3 = 143,9 \text{ lb/ft}^3 \text{ (C)}$

29. Dari kurva tersebut, yang sesuai dengan kekuatan tekan 3.500 psi, diperoleh $TTF = 1.800^\circ\text{F} - \text{jam}$.

Oleh karena itu, interval waktu untuk kematangan yang memadai diberikan oleh:

$$\Delta t = \frac{TTF}{T - T_o} = \frac{1,800}{70 - 30} = 45 \text{ hr}$$

Kontraktor harus menunggu setidaknya 45 jam setelah beton dicor sebelum melepas bekisting. (C)

30. Probabilitas kegagalan, $p = 1 - 0,90 = 0,10$

Jumlah kegagalan = 0

Berdasarkan distribusi Binomial, probabilitas R cacat dalam ukuran sampel N adalah

$$P = C \binom{N}{R} p^R (1 - p)^{N-R}$$

Dengan menyamakannya dengan $1 - 0,80 = 0,20$, dan $R = 0$, kita peroleh:

$$1 \times 0.1 \times 0.9^N = 1 - 0.8 = 0.2 \Rightarrow N = 15.3$$



Oleh karena itu, ukuran sampel minimum silinder bebas cacat = 16, untuk mencapai tingkat keyakinan 80%. (A)

31. Pada ketinggian $H = 14$ kaki di atas dasar pondasi, lebar zona Rankine adalah

$$L_R = 14 \cot(45 + \phi/2) = 8.1 \text{ fr}$$

Pada kedalaman 10 kaki, total tekanan lapisan tanah penutup = $120 \times 10 = 1.200$ psf

Koefisien tekanan tanah aktif: $K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = 0.333$

Tekanan lateral pada kedalaman 10 kaki =

$$K_a \gamma H = 0.333 \times 120 \times 10 = 400 \text{ psf}$$

Gaya lateral pada selimut pada kedalaman 10 kaki = $3 \text{ kaki} \times 400 \text{ psf} = 1.200 \text{ lb/kaki}$. Oleh karena itu, panjang efektif strip penguat yang dibutuhkan diberikan oleh

$$L_E = \frac{1,200}{2 \times \tan 15 \times 1,200} = 1.87 \text{ ft}$$

Oleh karena itu, panjang total strip tulangan pada kedalaman $D = 10$ kaki adalah $L = 8,1 + 1,9 = 10$ kaki (B)

32. Dari ACI-347, untuk bekisting dinding, untuk laju tuang = 4 kaki/jam dan suhu beton = 60°F , nilai dasar (dari tabel, atau persamaan) tekanan lateral = 750 psf Untuk semen tipe I dengan retarder, faktor penyesuaian = 1,2. Untuk beton ringan ($\gamma = 135 \text{ pcf}$), faktor penyesuaian =

$$0.5 \left(1 + \frac{135}{145} \right) = 0.966$$

Oleh karena itu, tekanan lateral yang disesuaikan = $750 \times 1,2 \times 0,966 = 869,4$ psf (A)

33. Menurut OSHA 3146: "Jangkar yang digunakan untuk memasang sistem penahan jatuh pribadi harus independen dari jangkar apa pun yang digunakan untuk menopang atau menggantung platform dan harus mampu menopang setidaknya 5.000 lbs (22,2 kN) per orang yang terpasang." (A)
34. Beban total $D + 0,3D + 0,1D$ dari pelat nomor 5 didistribusikan secara merata melalui pelat nomor 2, 3, dan 4 yang saling terhubung. Dengan demikian, masing-masing dari ketiga lantai ini memikul $1,4D/3 = 0,47D$. Beban total yang disalurkan



ke reshore di bawah level 4 = $D + 0,3D + 0,1D + D + 0,05D = 2,45D$, dengan pelat 4 menanggung $1,47D$. Oleh karena itu, beban yang disalurkan ke reshore di bawah level 4 = $2,45D - 1,47D = 0,98D$.

Jawabannya adalah (D)

35. Menurut *Praktik Standar untuk Penguatan Dinding Batu Bata selama Konstruksi*, setiap kali dinding batu bata dibangun, zona akses terbatas harus dibuat, yang lebarnya adalah tinggi dinding ditambah 4 kaki. (C)

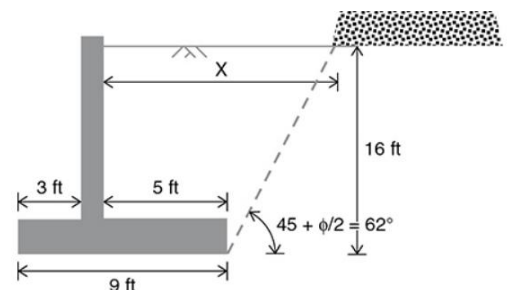
36. Menurut ASCE 37, nilai nominal minimum beban konstruksi horizontal diambil sebagai yang terbesar dari:

1. Untuk kendaraan beroda yang mengangkut material, nilai yang lebih besar dari 0,2 kali berat muatan penuh (untuk satu kendaraan) atau 0,1 kali berat muatan penuh (untuk beberapa kendaraan).
2. 50 lb per orang pada ketinggian platform.
3. 2% dari total beban mati.
4. Reaksi horizontal yang dihitung.

Estimasi ini masing-masing adalah:

1. lebih besar dari $0,2 \times 600 = 120$ lb atau $0,1 \times 1800 = 180$ lb
2. 100 lb
3. 300 lb
4. Tidak tersedia. Jawabannya adalah (D)

37. Bidang keruntuhan Rankine berorientasi pada $\alpha = 45 + \phi/2$ seperti yang ditunjukkan pada gambar. Dari permukaan belakang dinding, jarak $X = 5 + 16/\tan 62 = 13,5$ kaki. Beban apa pun pada timbunan harus ditempatkan di luar permukaan ini. Jawabannya adalah (C)



38. Menurut OSHA 29CFR 1926, ambang batas paparan yang diizinkan untuk tingkat kebisingan 90, 95, dan 100 dB adalah:

- 90 dB—8 jam
- 95 dB—4 jam
- 100 dB—2 jam

Faktor paparan kebisingan dihitung sebagai:

$$F(e) = \frac{3}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = 1.125 (D)$$

39. Total jam kerja seluruh karyawan = $400 \times 1.970 = 788.000$
Total kasus yang tercatat = $13 + 18 = 31$



Tingkat kasus tercatat OSHA = $31 \times 200.000/788.000 = 7,87$ (B)

40. Menurut MUTCD, lokasi rambu "PEKERJAAN JALAN DI DEPAN" dari pusat zona kerja = $1.250/2 + \text{jarak A, B, dan C} = 625 + 1.000 + 1.500 + 2.640 = 5.765$ kaki (B)

Jenis Jalan	Jarak Antar Tanda		
	A	B	C
Perkotaan (kecepatan rendah)	30 (100)	30 (100)	30 (100)
Perkotaan (kecepatan tinggi)	100 (350)	100 (350)	100 (350)
Pedesaan	150 (500)	150 (500)	150 (500)
Jalan Tol/Jalan Bebas Hambatan	300 (1,000)	450 (1,500)	800 (2,640)



Kunci Jawaban Ujian Kedalaman Konstruksi

1	A
2	A
3	C
4	B
5	B
6	B
7	D
8	A
9	C
10	A

11	C
12	B
13	A
14	D
15	D
16	B
17	B
18	B
19	D
20	C

21	D
22	A
23	C
24	C
25	D
26	B
27	D
28	C
29	C
30	A

31	B
32	A
33	A
34	D
35	C
36	D
37	C
38	D
39	B
40	B



DAFTAR PUSTAKA

- Abualigah, L., Elaziz, M. A., Khasawneh, A. M., Alshinwan, M., Ibrahim, R. A., Al-Qaness, M. A., ... & Gandomi, A. H. (2022). Meta-heuristic optimization algorithms for solving real-world mechanical engineering design problems: a comprehensive survey, applications, comparative analysis, and results. *Neural Computing and Applications*, 34(6), 4081-4110.
- Boamah, F. A., Zhang, J., Wen, D., Sherani, M., Hayat, A., & Horbanenko, O. (2022). Enablers of knowledge management: practical research-based in the construction industry. *International Journal of Innovation Science*, 14(1), 121-137.
- El-Hassan, H., Hamouda, M., El Maaddawy, T., & Maraqa, M. (2021, April). Student perceptions of curriculum-based exit exams in civil engineering education. In *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 214-218). IEEE.
- Fan, A., Gokkaya, B., Harman, M., Lyubarskiy, M., Sengupta, S., Yoo, S., & Zhang, J. M. (2023, May). Large language models for software engineering: Survey and open problems. In *2023 IEEE/ACM International Conference on Software Engineering: Future of Software Engineering (ICSE-FoSE)* (pp. 31-53). IEEE.
- García-Alberti, M., Suárez, F., Chiyón, I., & Mosquera Feijoo, J. C. (2021). Challenges and experiences of online evaluation in courses of civil engineering during the lockdown learning due to the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(2), 59.
- Grosse, C. U., Ohtsu, M., Aggelis, D. G., & Shiotani, T. (Eds.). (2021). *Acoustic emission testing: Basics for research–applications in engineering*. Springer Nature.
- Hung, C. C., El-Tawil, S., & Chao, S. H. (2021). A review of developments and challenges for UHPC in structural engineering: Behavior, analysis, and design. *Journal of Structural Engineering*, 147(9), 03121001.
- Jiang, C., Vinuesa, R., Chen, R., Mi, J., Laima, S., & Li, H. (2021). An interpretable framework of data-driven turbulence modeling using deep neural networks. *Physics of Fluids*, 33(5).
- Kaveh, A. (2024). *Applications of artificial neural networks and machine learning in civil engineering* (Vol. 1168). Cham, Switzerland: Springer.
- Khodadadi, N., Abualigah, L., El-Kenawy, E. S. M., Snasel, V., & Mirjalili, S. (2022). An archive-based multi-objective arithmetic optimization algorithm for solving industrial engineering problems. *IEEE Access*, 10, 106673-106698.



- Li, Y., Lin, X., & Liu, J. (2021). An improved gray wolf optimization algorithm to solve engineering problems. *Sustainability*, 13(6), 3208.
- Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1883-1927.
- Nguyen-Duc, A., Cabrero-Daniel, B., Przybylek, A., Arora, C., Khanna, D., Herda, T., ... & Abrahamsson, P. (2025). Generative artificial intelligence for software engineering—A research agenda. *Software: Practice and Experience*.
- Park, S., Bokijonov, S., & Choi, Y. (2021). Review of microsoft hololens applications over the past five years. *Applied sciences*, 11(16), 7259.
- Parsamehr, M., Perera, U. S., Dodanwala, T. C., Perera, P., & Ruparathna, R. (2023). A review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. *Asian Journal of Civil Engineering*, 24(1), 353-389.
- Rezaei, F., Safavi, H. R., Abd Elaziz, M., & Mirjalili, S. (2023). GMO: geometric mean optimizer for solving engineering problems. *Soft Computing*, 27(15), 10571-10606.
- Rogers, M., & Enright, B. (2023). *Highway engineering*. John Wiley & Sons.
- Sharma, S., & Kumar, V. (2022). A comprehensive review on multi-objective optimization techniques: Past, present and future. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 29(7), 5605-5633.
- Soliman, M., Pesyridis, A., Dalaymani-Zad, D., Gronfula, M., & Kourmpetis, M. (2021). The application of virtual reality in engineering education. *Applied Sciences*, 11(6), 2879.
- Swenty, M., & Swenty, B. J. (2022). Alignment of the FE exam with civil engineering program content. *Journal of Civil Engineering Education*, 148(4), 04022006.
- Tapeh, A. T. G., & Naser, M. Z. (2023). Artificial intelligence, machine learning, and deep learning in structural engineering: a scientometrics review of trends and best practices. *Archives of Computational Methods in Engineering*, 30(1), 115-159.
- Vadyala, S. R., Betgeri, S. N., Matthews, J. C., & Matthews, E. (2022). A review of physics-based machine learning in civil engineering. *Results in Engineering*, 13, 100316.
- Volkov, A., & Varlamov, O. (2021, December). Method of creation of a two-level neural network structure for solving problems in mechanical engineering. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2131, No. 3, p. 032003). IOP Publishing.



Wu, W., & Plakhtii, A. (2021). E-learning based on cloud computing. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(10), 4-17.

Zhang, W., Li, H., Li, Y., Liu, H., Chen, Y., & Ding, X. (2021). Application of deep learning algorithms in geotechnical engineering: a short critical review. *Artificial Intelligence Review*, 54(8), 5633-5673.



SOAL UJIAN PRAKTIK TEKNIK SIPIL

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

BIO DATA PENULIS



Penulis memiliki berbagai disiplin ilmu yang diperoleh dari Universitas Diponegoro (UNDIP) Semarang. dan dari Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga. Disiplin ilmu itu antara lain teknik elektro, komputer, manajemen dan ilmu sosiologi. Penulis memiliki pengalaman kerja pada industri elektronik dan sertifikasi keahlian dalam bidang Jaringan Internet, Telekomunikasi, Artificial Intelligence, Internet Of Things (IoT), Augmented Reality (AR), Technopreneurship, Internet Marketing dan bidang pengolahan dan analisa data (komputer statistik).

Penulis adalah pendiri dari Universitas Sains dan Teknologi Komputer (Universitas STEKOM) dan juga seorang dosen yang memiliki Jabatan Fungsional Akademik Lektor Kepala (Associate Professor) yang telah menghasilkan puluhan Buku Ajar ber ISBN, HAKI dari beberapa karya cipta dan Hak Paten pada produk IPTEK. Sejak tahun 2023 penulis tercatat sebagai Dosen luar biasa di Fakultas Ekonomi & Bisnis (FEB) Universitas Diponegoro Semarang. Penulis juga terlibat dalam berbagai organisasi profesi dan industri yang terkait dengan dunia usaha dan industri, khususnya dalam pengembangan sumber daya manusia yang unggul untuk memenuhi kebutuhan dunia kerja secara nyata.



YAYASAN PRIMA AGUS TEKNIK

PENERBIT :

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

ISBN 978-634-7227-42-3 (PDF)



9

786347

227423