

PERENCANAAN TEKNIS SUBSTRUKTUR JEMBATAN KALI PORONG

Oleh :

ABDULLAH MUSYAFFA
NRP. 3191.100.113

Dosen Pembimbing :

Ir. SUDJANARKO SUDIRHAM, M Eng.

ABSTRAK

Substruktur (bangunan bawah) jembatan adalah bagian dari jembatan yang berfungsi meneruskan seluruh beban yang membebani superstruktur (bangunan atas) jembatan ke pondasi. Proyek Jembatan Kali Porong (Paket-XI) terletak di ruas jalan Surabaya-Pandaan tepat di sisi kanan jembatan lama dilihat dari arah Surabaya.

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini adalah memperkirakan beban dari berat sendiri superstruktur dan beban-beban yang harus didukungnya, menentukan tata letak substruktur, menentukan dimensi substruktur, menghitung daya dukung tanah terhadap struktur, mengantisipasi pengaruh kondisi tanah terhadap struktur dan mengantisipasi pengaruh kelakuan sungai terhadap struktur.

Superstruktur yang telah direncanakan yaitu sepanjang 130 m yang dibagi menjadi 4 bentang (yaitu : 30m, 35m, 35m dan 30m) dengan menggunakan 2 buah abutment pada kedua sisi sungai dan 3 buah pilar pada tengah-tengah sungai. Pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang pancang diameter 40 centimeter yang dipancang sampai kedalaman tanah keras.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bentuk umum kepala jembatan	5
Gambar 2.2.	Tinggi pemakaian kepala jembatan untuk berbagai bentuk	6
Gambar 2.3.	Bentuk umum pilar yang dibangun di sungai	7
Gambar 2.4.	Gaya luar yang bekerja pada kepala jembatan	8
Gambar 2.5.	Gaya luar yang bekerja pada pilar jembatan	9
Gambar 2.6.	Pengamatan saat banjir	10
Gambar 2.7.	Analisa stabilitas lereng	14
Gambar 2.8.	Cara sederhana Bishop	14
Gambar 2.9.	Variasi m_α dengan $(\tan \phi)/F_s$ dan α_n	17
Gambar 2.10.	Tekanan tanah yang bekerja pada dinding penahan tanah	19
Gambar 2.11.	(a) Sistem struktur tanah untuk pemecahan Rankine untuk $\alpha = 90^\circ$ (b) segitiga gaya di dalam pemecahan Rankine	21
Gambar 2.12.	Diagram-diagram tekanan untuk tekanan tanah aktif	21
Gambar 2.13.	Diagram-diagram tekanan untuk tekanan tanah aktif	24
Gambar 2.14.	Grafik ukuran butir terhadap kecepatan jatuh	27
Gambar 2.15.	Skema gerusan setempat pada silinder	29
Gambar 2.16.	Skema gerusan setempat pada embankment	29

Gambar 2.17.	Tipikal gerusan sekitar embankment dan pilar	30
Gambar 2.18.	Perkiraan gerusan setempat pada embankment	31
Gambar 2.19.	Reduksi kedalaman gerusan akibat kemiringan lereng embankment	32
Gambar 2.20.	Macam-macam bentuk pilar	33
Gambar 2.21.	Mekanisme daya dukung tiang	34
Gambar 2.22.	Diagram perhitungan dari intensitas daya dukung ultimate tanah pondasi ujung tiang	36
Gambar 2.23.	Cara menentukan panjang ekivalen penetrasi sampai ke lapisan pendukung.	37
Gambar 2.24.	Cara untuk menentukan permukaan tanah rencana tiang	39
Gambar 2.25.	Gesekan dinding	42
Gambar 2.26.	Tegangan-tegangan yang mengelilingi sebuah tiang pancang gesekan dan efek yang dijumlahkan untuk sebuah tiang pancang	43
Gambar 2.27	Effisiensi tiang pancang kelompok	45
Gambar 2.28.	Prosedur perhitungan reaksi tiang	49
Gambar 2.29.	Sistem koordinat untuk menghitung dengan cara perpindahan	50
Gambar 4.1.	Potongan melintang superstruktur bentang 35 m	70

Gambar 4.2.	Potongan melintang superstruktur bentang 30 m	76
Gambar 4.3.	Skema pembebanan pada perepet	81
Gambar 4.4.	Penulangan perapet	82
Gambar 4.5.	Skema pembebanan tembok memanjang	84
Gambar 4.6.	Penulangan tembok memanjang	85
Gambar 4.7.	Skema pembebanan pada pilar	88
Gambar 4.8.	Penulangan pilar	89
Gambar 4.9.	Rencana awal penampang abutment	93
Gambar 4.9.	Penampang tanah dibelakang abutment	94
Gambar 4.10.	Skema pembebanan akibat tekanan tanah	95
Gambar 4.11.	Kalibrasi harga N untuk pondasi abutment	99
Gambar 4.12.	Susunan tiang pondasi untuk abutment	102
Gambar 4.13.	Rencana awal penampang pilar	112
Gambar 4.14.	Kalibrasi harga N untuk pondasi pilar	
Gambar 4.15.	Susunan tiang pondasi untuk pilar	117

BAB III

ANALISA DATA PERENCANAAN

3.1. Analisa Data Hidrologi

3.1.1. Data curah hujan

Untuk menganalisa debit rencana dilakukan analisa data hujan yang terjadi di lokasi studi dengan metode Gumbel dan analisa debit rencana dengan metode Rational. Data hujan diambil dari Stasiun Hujan Porong-Sidoarjo. Data hujan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut :

Tabel 3.1. Data Curah Hujan Stasiun Porong-Sidoarjo.

Thn	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1987	82	39	38	27	13	37	11	-	-	-	41	43
1988	60	27	56	68	16	27	-	27	-	29	68	84
1989	90	40	57	75	67	42	36	19	-	101	10	47
1990	40	72	66	30	38	89	-	-	-	-	-	50
1991	62	50	75	50	-	-	-	-	-	-	20	22
1992	74		40	-	-	-	-	-	-	-	15	50
1993	72	35	75	30	130	45	3	3	-	-	23	165
1994	70	31	65	25	-	-	-	-	-	-	-	50
1995	81	46	143	66	-	23	3	-	-	15	35	41
1996	70	75	33	64	18	-	7	3	-	-	22	66

Sumber : Cabang Dinas Pengairan Sidoarjo, Cabang Seksi Porong

3.1.2. Perhitungan tinggi hujan rencana

Dari data hujan di atas didapat perhitungan tinggi hujan rencana sebagai berikut :

Tabel 3.2. Perhitungan Tinggi Hujan Rencana

No	Tahun	R ₂₄ (mm)	(R ₂₄ - \bar{R}_{24})	(R ₂₄ - \bar{R}_{24}) ²
1	1987	82	-13,3	176,89
2	1988	84	-11,3	127,69
3	1989	101	5,7	32,49
4	1990	89	-6,3	39,69
5	1991	75	-20,3	412,09
6	1992	74	-21,3	453,69
7	1993	165	69,7	4858,09
8	1994	70	-25,3	640,09
9	1995	143	47,7	2275,29
10	1996	70	-25,3	640,09
		$\Sigma R_{24} =$ 953		
		n = 10	$\Sigma(R_{24} - \bar{R}_{24})^2 =$	9656,1
		$\bar{R}_{24} =$ 95,3		

$$\text{Standard Deviasi } (\sigma) = \sqrt{\frac{\Sigma(R_{24} - \bar{R}_{24})^2}{n}}$$

$$= \sqrt{\frac{9656,1}{10}} = 31,07$$

Perhitungan tinggi hujan rencana (Y_T) untuk periode ulang tertentu digunakan perumusan sebagai berikut :

$$Y_T = -\ln \ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right)$$

dengan T_r = periode ulang (2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun)

Tabel 3.3. Hubungan Antara T_r & Y_T

Periode Ulang	2	5	10
Tinggi Hujan Rencana	0,366513	1,49994	2,250367

Perhitungan harga K untuk periode ulang tertentu :

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n}, \text{ untuk } n = 10 \text{ dari tabel Gumbel didapat harga :}$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_n = 0,4952$$

Tabel 3.4. Hubungan Antara T_r & K

Periode Ulang (T_r)	2	5	10
Faktor Frekuensi (K)	- 0,1355	1,0581	1,8483

Perhitungan tinggi hujan rencana :

$$R_t = \bar{R}_{24} + K\sigma$$

Tabel 3.5. Hujan Rencana

Periode Ulang (T_r)	2	5	10
Hujan Rencana (mm)	91,089	128,17	152,73

3.1.3. Debit sungai

Untuk menghitung besar debit di Sungai Porong digunakan metode

Rational dengan perumusan sebagai berikut :

$$Q = 0,278 \cdot \alpha \cdot I \cdot A$$

$$I = \left[\frac{R_{24}}{24} \right] \left[\frac{24}{T_c} \right]^{2,3}$$

$$T_c = \frac{L}{V} = \frac{32,50}{2,57} = 12,64 \text{ jam}$$

$$V = 72 \left[\frac{H}{L} \right]^{0,6} = 72 \left[\frac{0,126}{32,50} \right]^{0,6} = 2,57 \text{ km/jam}$$

di mana :

$$\alpha \text{ (koef. Pengaliran)} = 0,6$$

$$\text{Luas Daerah Aliran Sungai} = 340 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang Sungai} = 32,50 \text{ km}$$

$$\text{Beda Tinggi} = 0,021 \text{ km}$$

Untuk perhitungan debit sungai dengan periode 2, 5 dan 10 tahun dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut :

Tabel 3.6. Debit Sungai

Periode (tahun)	R ₂₄ (mm)	V (km/jam)	T _c (jam)	I (mm/jam)	Q (m ³ /det)
2	99,4	2,57	12,64	6,35	360,16
5	127,36	2,57	12,64	8,14	461,47
10	151,72	2,57	12,64	9,69	549,73

3.1.4. Analisa muka air sungai

Profil melintang sungai di jembatan

Elevasi dasar rata-rata sungai = +10.00

Kemiringan dasar sungai = 0,0013

Lebar dasar = 94,8 m

Tinggi tanggul kiri = +19.12

Tinggi tanggul kanan = +18.69

Koefisien kekasaran = 0,02

Kemiringan talud kiri = 1 : 3

Kemiringan talud kanan = 1 : 2

Tabel 3.7. Analisa Muka Air Sungai

ELEVASI (m)	H (m)	A (m)	O (m)	R (m)	V (m/det)	Q (m ³ /det)
10,00	0,00	0,00	94,50	0,00	0,00	0,00
10,50	0,50	47,88	97,20	0,49	1,14	54,45
11,00	1,00	97,00	99,90	0,97	1,79	173,44
11,50	1,50	147,38	102,60	1,44	2,32	342,11
12,00	2,00	199,00	105,30	1,89	2,79	554,67
12,50	2,50	251,88	108,00	2,33	3,21	807,71
13,00	3,00	306,00	110,70	2,76	3,59	1099,01

3.1.6. Penggerusan (perhitungan local scouring)

Data umum :

Kedalaman air sungai pada pilar (y_1) = 4,00 m

Kecepatan aliran yang masuk (v_1) = 2,79 m/det

Percepatan gravitasi	(g)	= 9,8 m/det ²
Bilangan Froude	(Fr ₁)	= v ₁ / √g · y ₁ = 2,79 / √9,8 × 4 = 0,4456
Diameter pilar	(a)	= 1,2 m

Kedalaman pengerusan :

$$\begin{aligned}
 y_{s(\text{segi-empat})} &= y_1 \cdot 2,2 \cdot \left[\frac{a}{y_1} \right]^{0,65} \cdot Fr_1 \\
 &= 4 \times 2,2 \times \left[\frac{1,2}{4} \right]^{0,65} \times 0,4456 \\
 &= 1,79 \text{ m}
 \end{aligned}$$

angka reduksi akibat bentuk pilar : $y_s / y_{s(\text{persegi-empat})} = 0,9$

$$\begin{aligned}
 y_s &= 1,79 \times 0,9 \\
 &= 1,611 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Pengerusan yang terjadi di sekitar lokasi jembatan (pilar) = 1,61m

3.2. Analisa Data Tanah

3.2.1. Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah yang telah dilakukan dalam perencanaan jembatan Kali Porong ini pada dasarnya dapat dibedakan menjadi 2 golongan pekerjaan penyelidikan, yaitu :

1. Pekerjaan di lapangan, dan
2. Pekerjaan di laboratorium.

3.2.1.1. Pekerjaan Lapangan

A . Sondir (Deutch cone penetration test).

Sondir dilakukan pada titik-titik di mana akan direncanakan diletakkannya pondasi. Dari pekerjaan sondir ini diharapkan akan diperoleh informasi mengenai daya dukung tanah secara relatif (meliputi konus dan nilai hambatan pelekat pada lapisan tanah).

Pengujian dilakukan dengan penetrometer statis berkapasitas 2.5 ton, yang hasilnya diperlihatkan dalam grafik L.4.1 dan L.4.2 (lihat lampiran). Alat yang digunakan adalah tipe sondir Belanda yang dilengkapi dengan 4 buah angker ulir berdiameter 20 cm sebagai penahan. Pekerjaan di lapangan dilaksanakan menurut standard ASTM D-3441-79, dan permukaan tanah saat pengujian dipakai sebagai sebagai titik ± 0.00 m.

Untuk mendapatkan pembacaan tahanan konus qc serta perlawanan gesek fs, alat dilengapi bikonus Begeman berpenampang 10 cm^2 . Pembacaan dilakukan dengan interval 20 cm dan kecepatan penetrasi rata-rata 2 cm/dt.

B. Boring

Bowles (1984) menyatakan bahwa lokasi pemboran akan tergantung pada keadaan lapangan, yaitu topografi lapangan dan lokasi struktur yang bakal dibangun, sedang kedalaman dan jarak bor tergantung pada :

1. Maksud pemakaian (Ukuran, jenis bangunan, dsb)
2. Informasi yang diperlukan (Sifat-sifat fisis tanah)
3. Kondisi lapangan yang dijumpai pada saat pemboran sedang dilakukan.
4. Pengalaman konsultan geoteknik secara umum dan khusus untuk daerah itu.

Pengeboran tanah pada Lokasi Jembatan Kali Porong ini dimaksudkan untuk perencanaan bangunan bawah jembatan (sub structure), sehingga nantinya diharapkan diperoleh data-data mengenai kondisi tanah di setiap lokasi sub struktur (pondasi) dan diperoleh data-data untuk menggambarkan kondisi lapisan tanah disekitar lokasi jembatan.

Menurut Bowles, jumlah pemboran harus cukup sehingga insinyur geoteknik, pelaksana eksplorasi dan perencana jembatan memperoleh

informasi yang cukup tentang kondisi bawah tanah dan kemudian mereka dapat memberikan rekomendasi dengan tingkat resiko wajar.

Untuk Proyek Jembatan Kali Porong, pengeboran dilakukan sebanyak 3 titik bor dalam dan 4 titik bor dangkal.

B.1. Pemboran Dalam (deep boring)

Pemboran dilakukan dengan mesin hidrolis putar (rotary drilling machine) YBM YSO-1, lengkap dengan pompa lumpur SC-45, masing-masing digerakkan YANMAR TF-135H-di.

Pelaksanaan pemboran dilakukan dengan tabung penginti tunggal (STCB, single tube core barrel). Selubung (casing) dengan diameter luar 89 mm digunakan seperlunya, untuk mencegah kelongsoran tanah pemboran.

Pekerjaan dilakukan menurut standard ASTM D-1452-65. Contoh-contoh tanah disusun dalam peti-peti contoh/core-boxes, untuk menetapkan profile boring.

SPT dilakukan pada hasil pemboran sesuai dengan standard ASTM D-1586-67 dengan interval kedalaman 3 m, dengan menghitung jumlah tumbukan, N, dari hammer standard pada kedalaman-kedalaman yang diuji untuk 2x15 cm yang terakhir dari penetrasi 3x15 cm. Untuk SPT ini digunakan tabung belah yang ter-standard-kan, panjang 24 inches, diameter o/1 2 inches/1 ³/₈ inches. Hammer tumbuk seberat 140 pounds dijatuhkan dari

ketinggian jatuh 76 cm. Hasil pengujian disajikan grafis dalam boring log (lihat lampiran L.2.1 s/d L.2.3).

Diambil sebagai titik ± 0.00 m adalah permukaan tanah saat pengujian/pemboran. Pemboran titik DB-3 dilakukan di tengah sungai.

A.2. Boring Dangkal dan Pengambilan Contoh Tanah Tak Terganggu (undisturbed sample).

Pemboran dilakukan secara manual dengan Iwan Auger berdiameter penampang 10 cm. Pekerjaan dilakukan menurut standart ASTM D-1452-65. Permukaan tanah yang ada dipakai sebagai kedalaman ± 0.00 m. Pengambilan contoh-contoh tanah tak terganggu dilakukan menurut standard ASTM D-1587 memakai tabung tipis (thin walled sampler tube) berdiameter penampang o/l 73/70 mm/mm, panjang 60 cm. Contoh-contoh tanah tak terganggu diambil dengan pukulan hammer 10 lbs terhadap tangkai bor. Untuk menjaga kondisi asli contoh tanah, ujung-ujung tabung ditutup parafin cair.

Data lengkap hasil pemboran diperlihatkan dalam boring-log (lihat lampiran L.3.1 s/d L.3.4).

3.2.1.2. Pekerjaan Laboratorium

A. Pengukuran kadar air alami (natural water content)

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kelembaban contoh tanah tak terganggu (undisturbed sample). Pekerjaan dilakukan sesuai standard ASTM D-2116-71. Dari kedalaman ini dapat diketahui keadaan tanah sehubungan dengan batas-batas konsistensinya.

B. Penetapan berat spesifik (specific gravity).

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan besaran berat jenis contoh-contoh tanah dan dilakukan sesuai standard ASTM D-854-58. Besaran ini merupakan angka perbandingan antara berat satuan butir tanah dengan berat satuan air.

C. Pengukuran berat-volume (bulk density).

Pengukuran dimaksudkan untuk mendapatkan berat per-satuan volume dari contoh-contoh tanah, sesuai dengan standard ASTM C-29-71. Berat volume digunakan dalam menghitung daya dukung tanah.

D. Pengukuran batas-batas konsistensi (Atterberg limits).

Pengukuran dilakukan sesuai dengan standard ASTM D-423-66 dan ASTM D-424-59 dimaksudkan untuk menetapkan batas-batas plastis dan batas cair tanah yang dipakai pada banyak sistem klasifikasi tanah, a.l. USCS, AASHTO, dll.

E. Pengujian geseran langsung (direct shear test).

Pengujian ini bertujuan untuk mendapatkan sudut perlawanan geser dalam dan kondisi tanah. Pengujian dilakukan pada tanah dalam kondisi tanpa pengaliran air pori serta proses konsolidasi terlebih dahulu (UU test). Standasd pengujian yang dipakai adalah ASTM D-3080-72. Grafik-grafik hasil pengujian diperlihatkan pada lampiran L.5.1 s/d L.5.8.

F. Pengujian Konsolidasi (consolidation test).

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sifat-sifat dan perilaku pemampatan tanah liat, di bawah tegangan kerja, sebagai akibat mengalirnya air pori. Percobaan mengikuti standard ASTM D-2435-80. Hasil pengujian konsolidasi diperlihatkan pada lampiran (L.6.1 s/d L-6.8).

Point A,B,C,D dicantumkan dalam boring log untuk bor dangkal.

3.2.2. Analisa

3.2.2.1. Kondisi tanah untuk analisa kelongsoran

Untuk keperluan analisa kelongsoran pada kedua sisi sungai digunakan data bor dangkal B-1, B-2, B-3 dan B-4. Dari data yang terdekat dengan lokasi abutment (yaitu data B-2 dan B-3) didapatkan parameter-parameter kondisi tanah sebagai berikut :

Pada Abutment A1 : Pada Abutment A1 :

Kedalaman 0 sampai 3,50 m :

$$c = 1,9 \text{ t/m}^2$$

$$\phi^\circ = 14^\circ$$

$$\gamma_t = 1,48 \text{ t/m}^3$$

Kedalaman 3,50 sampai 5,00

$$c = 2,0 \text{ t/m}^2$$

$$\phi^\circ = 22^\circ$$

$$\gamma_t = 1,68 \text{ t/m}^3$$

Pada Abutment A2 :

Kedalaman 0 sampai 3,50 m :

$$c = 1,4 \text{ t/m}^2$$

$$\phi^\circ = 18^\circ$$

$$\gamma_t = 1,63 \text{ t/m}^3$$

Kedalaman 3,50 sampai 5,00

$$c = 2,1 \text{ t/m}^2$$

$$\phi^o = 18^o$$

$$\gamma_t = 1,57 \text{ t/m}^3$$

Dari kondisi tanah tersebut dilakukan analisa kelongsoran dengan menggunakan Program STABEL (lihat lampiran) didapatkan angka keamanan (Fs) minimum 1,231 pada lereng A1 dan 1,391 pada lereng A2 dapat disimpulkan bahwa lereng cukup aman terhadap longsor.

3.2.2.1. Kondisi tanah untuk pondasi

Untuk perencanaan pondasi dipakai data SPT (Standard Penetration Test) dari data Bor Dalam 1 (DB-1), Bor Dalam 2 (DB-2) untuk kedua sisi sungai dan Bor Dalam 3 (DB-3) untuk di tengah-tengah sungai.

Berdasarkan data bor dalam DB-1 dan DB-2, kondisi tanah pondasi pada kedua sisi sungai dapat adalah sebagai berikut :

Berdasarkan data bor dalam DB-1, kondisi tanah pondasi pada sisi Sidoarjo adalah sebagai berikut :

- Tanah keras sebagai pendukung ujung tiang pondasi terdapat pada kedalaman ± 30 m dari muka tanah berupa pasir dan kerikil yang agak padat sampai sangat padat dengan nilai N antara 25 sampai 54.

- Dari permukaan tanah sampai kedalaman ± 30 m, secara umum tanah berupa lanau dan lempung dengan sedikit bercampur pasir dengan nilai N antara 0 sampai 7.

Berdasarkan data bor dalam DB-2, kondisi tanah pondasi pada sisi Pasuruan sebagai berikut :

- Tanah keras sebagai pendukung ujung tiang pondasi terdapat pada kedalaman ± 30 m dari muka tanah, berupa lempung keras dengan nilai N antara 37 sampai 44.
- Dari permukaan tanah sampai kedalaman ± 30 m, secara umum tanah berupa lanau dan lempung dengan sedikit bercampur pasir dengan nilai N antara 0 sampai 4.

Berdasarkan data bor dalam DB-3, kondisi tanah pondasi pada tengah-tengah sungai adalah sebagai berikut :

- Tanah keras sebagai pendukung ujung tiang terdapat pada kedalaman ± 23 m dari muka tanah berupa lanau padat dengan nilai N antara 24 sampai 70.
- Dari permukaan tanah sampai kedalaman ± 23 m, secara umum tanah berupa lanau dan lempung dengan bercampur sedikit pasir dengan nilai N antara 0 sampai 5.

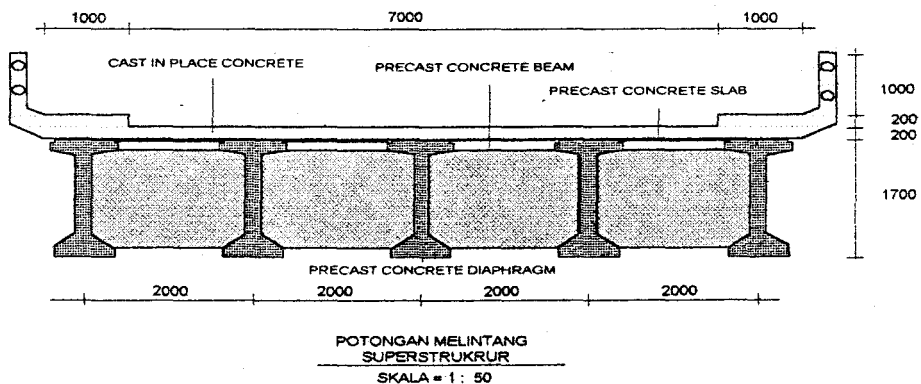
BAB IV PERHITUNGAN PERENCANAAN

4.1. Perencana Pendahuluan

Tata letak abutment dan pilar jembatan direncanakan menyesuaikan dengan kondisi topografi yang ada. Disamping itu harus sesuai dengan perencanaan struktur atas yang telah ada. Rencana pendahuluan untuk dimensi abutment dan pilar direncanakan berdasarkan pendekatan yang disajikan dalam Bab 2.

4.2. Pembebanan Akibat Struktur Atas

4.2.1. Beban akibat struktur pada bentang 35 M



Gambar 4.1. Potongan melintang superstruktur bentang 35 m

Beban Vertikal 'V'

a. Beban Mati

- PC Segmental Beam = 5 x 74 ton	= 370,000	ton
- PC Diaphragm =		
• Center = 5 x 4 x 1106	= 22,120	ton
• End = 2 x 4 x 1070	= 8,560	ton
- PC Slab = 4 x 35 x 222	= 31,080	ton
- Cast in Place Concrete		
• Lantai kendaraan = 7 x 35 x 0,20 x 2400	= 117,600	ton
• Trotoar = 2 x 35 x 0,40 x 2400	= 67,200	ton
- Asphal Concrete = 7x35x0,05x2,000	= 24,500	ton
- Sandaran = 2 x 18 x 0,15 x ((1 x 0,2) + ((0,4 x		
0,4) - (0,5 x (0,2 x 0,4)) x 2400	= 4,147	ton
- Pipa Sandaran = 4 x 35 x 50	= 7,000	ton
	<hr/>	
	M = 652,207	ton

b. Beban Hidup

- Beban merata

$$U = \left(\frac{q}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{q}{2,75} \times (B - 5,5) \right)$$

$$\begin{aligned}
 q &= 2,2 \times 1,1 / 60 \times (L - 30) \\
 &= 2,2 \times 1,1 / 60 \times (35 - 30) \\
 &= 2,108 \text{ t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U &= \left(\frac{2,108}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{2,108}{2,75} \times (7 - 5,5) \right) \\
 &= 4,983 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

- Beban garis

$$L = \left[\left(\frac{P}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{P}{2,75} \times (B - 5,5) \right) \right] \times K$$

dimana :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L} = 1 + \frac{20}{50 + 35} = 1,235$$

jadi :

$$\begin{aligned}
 U &= \left[\left(\frac{12}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{12}{2,75} \times (B - 5,5) \right) \right] \times 1,234 \\
 &= 33,682 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

- Beban Trotoir

$$\begin{aligned}
 T_r &= 0,60 \times t \times 2 \times b \\
 &= 0,6 \times 500 \times 2 \times 1 \\
 &= 600 \text{ kg/m} = 0,6 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

Beban Horizontal Lateral ' HLat '

a) Beban angin

Keadaan tanpa beban hidup

$$\begin{aligned} A_1 &= 0,50 \times L \times t \times q_a \\ &= 0,50 \times 35 \times 2,15 \times 0,150 \\ &= 5,644 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= L \times t \times q_a \\ &= 35 \times 2,15 \times 0,150 \\ &= 11,288 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tanpa beban hidup}} &= A_1 + A_2 \\ &= 5,644 + 11,288 \\ &= 16,932 \text{ ton} \\ &= 22,838 \text{ ton} \end{aligned}$$

Keadaan dengan beban hidup

- untuk jembatan

$$\begin{aligned} A_j &= 0,5 \times A_{\text{tanpa beban hidup}} \\ &= 0,5 \times 16,932 \\ &= 8,446 \text{ ton} \end{aligned}$$

- untuk beban hidup

$$\begin{aligned} A_h &= L \times t \times q_a \\ &= 35 \times 2 \times 0,150 \\ &= 10,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{\text{dengan beban hidup}} &= 8,466 + 10,5 \\ &= 18,965 \text{ ton}\end{aligned}$$

b. Beban gempa

$$V = C \times I \times K \times W_T$$

$$I = 1$$

$$K = 1,4$$

$$\begin{aligned}T &= 0,06 \times 4,2^{3/4} \\ &= 0,176\end{aligned}$$

$$C = 0,03 \text{ (Zone 4, tanah keras)}$$

$$W_T = 652,207 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}V &= 0,03 \times 1 \times 1,4 \times 652,207 \\ &= 27,393 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$G_h = 27,393 \text{ ton}$$

Beban Horizontal Longitudinal ' HLong '

a. Gaya angin

$$\begin{aligned} A_{\text{lateral}} &= 0,40 \times A_{\text{Lateral}} \\ &= 0,40 \times 18,965 \\ &= 7,586 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Gaya rem

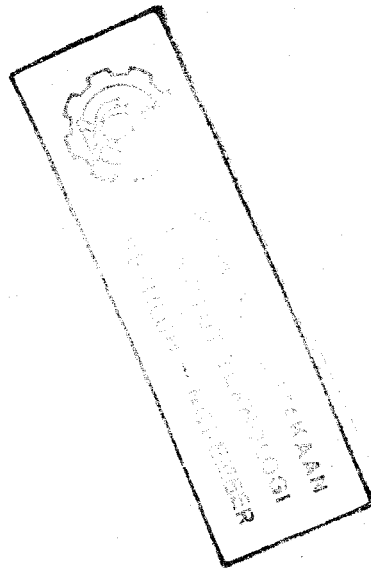
$$\begin{aligned} G_r &= 0,05 \times D \\ &= 0,05 \times ((4,983 \times 35) + 27,273) \\ &= 10,084 \end{aligned}$$

c. Beban gempa

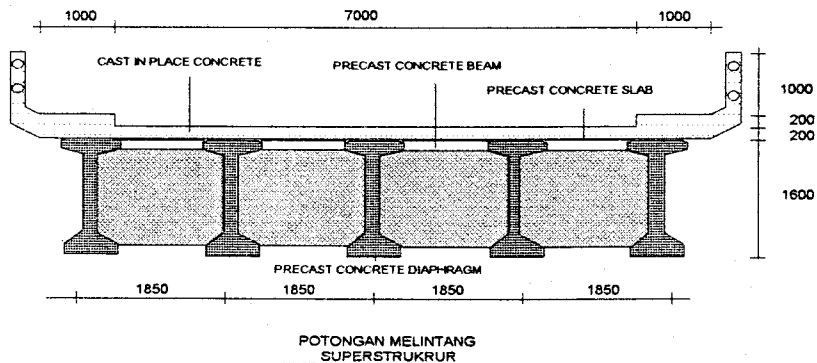
$$G_h = 27,393 \text{ ton}$$

d. Gaya akibat gesekan pada tumpuan bergerak

$$\begin{aligned} G_g &= 0,18 \times B_m \\ &= 0,18 \times 652,207 \\ &= 117,397 \text{ ton} \end{aligned}$$



4.2.2. Beban akibat struktur atas pada bentang 30 M



Gambar 4.2. Potongan melintang superstruktur bentang 30 m

Beban Vertikal 'V'

a. Beban Mati

- PC Segmental Beam = $5 \times 41 \text{ ton} = 205,000 \text{ ton}$
 - PC Diaphragm =
 - Center = $4 \times 5 \times 0,705 = 14,100 \text{ ton}$
 - End = $2 \times 5 \times 0,740 = 7,400 \text{ ton}$
 - PC Slab = $30 \times 4 \times 0,277 = 36,564 \text{ ton}$
 - Cast in Place Concrete
 - Lantai kendaraan = $7 \times 33 \times 0,20 \times 2400 = 100,800 \text{ ton}$
 - Trotoar = $2 \times 30 \times 0,20 \times 2400 = 28,800 \text{ ton}$
 - Asphalt Concrete = $7 \times 30 \times 0,05 \times 2,000 = 21,000 \text{ ton}$
 - Sandaran = $2 \times 17 \times 0,15 \times ((1 \times 0,2) + ((0,4 \times 0,4) - (0,5 \times (0,2 \times 0,4))) \times 2400 = 3,917 \text{ ton}$
 - Pipa Sandaran = $4 \times 30 \times 50 = 6,000 \text{ ton}$
-
- $= 423,581 \text{ ton}$

b. Beban Hidup

- Beban merata

$$U = \left(\frac{q}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{q}{2,75} \times (B - 5,5) \right)$$

$$q = 2,2 \text{ ton/m}$$

$$U = \left(\frac{2,2}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{2,2}{2,75} \times (7 - 5,5) \right)$$

$$= 5 \text{ ton/m}$$

- Beban garis

$$L = \left[\left(\frac{P}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{P}{2,75} \times (B - 5,5) \right) \right] \times K$$

dimana :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L} = 1 + \frac{20}{50 + 30} = 1,25$$

jadi :

$$U = \left[\left(\frac{12}{2,75} \times 5,5 \right) + \left(0,5 \times \frac{12}{2,75} \times (B - 5,5) \right) \right] \times 1,25$$

$$= 34,091 \text{ ton}$$

- Beban Trotoir

$$T_r = 0,60 \times t \times 2 \times b$$

$$= 0,6 \times 500 \times 2 \times 1$$

$$= 600 \text{ kg/m} = 0,6 \text{ ton/m}$$

Beban Horizontal Lateral ' HLat '

b) Beban angin

Keadaan tanpa beban hidup

$$\begin{aligned} A_1 &= 0,50 \times L \times t \times q_a \\ &= 0,50 \times 30 \times 2 \times 0,150 \\ &= 4,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= L \times t \times q_a \\ &= 30 \times 2 \times 0,150 \\ &= 9 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{\text{tanpa beban hidup}} &= A_1 + A_2 \\ &= 4,5 + 9 \\ &= 13,5 \text{ ton} \\ &= 22,838 \text{ ton} \end{aligned}$$

Keadaan dengan beban hidup

- untuk jembatan

$$\begin{aligned} A_j &= 0,5 \times A_{\text{tanpa beban hidup}} \\ &= 0,5 \times 13,5 \\ &= 6,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

- untuk beban hidup

$$\begin{aligned} A_h &= L \times t \times q_a \\ &= 30 \times 2 \times 0,150 \\ &= 9 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{\text{dengan beban hidup}} &= 6,75 + 9 \\ &= 15,75 \text{ ton}\end{aligned}$$

c. Beban gempa

$$V = C \times I \times K \times W_T$$

$$I = 1$$

$$K = 1,4$$

$$\begin{aligned}T &= 0,06 \times 4,2^{3/4} \\ &= 0,176\end{aligned}$$

$$C = 0,03 \text{ (Zone 4, tanah keras)}$$

$$W_T = 423,581 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}V &= 0,03 \times 1 \times 1,4 \times 423,581 \\ &= 17,79 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$G_h = 17,79 \text{ ton}$$

Beban Horisontal Longitudinal ' HLong '

a. Gaya angin

$$\begin{aligned}A_{\text{lateral}} &= 0,40 \times A_{\text{Lateral}} \\ &= 0,40 \times 15,75 \\ &= 6,3 \text{ ton}\end{aligned}$$

e. Gaya rem

$$\begin{aligned}G_r &= 0,05 \times D \\ &= 0,05 \times ((5 \times 30) + 27,273) \\ &= 8,864\end{aligned}$$

f. Beban gempa

$$G_h = 17,79 \text{ ton}$$

g. Gaya akibat gesekan pada tumpuan bergerak

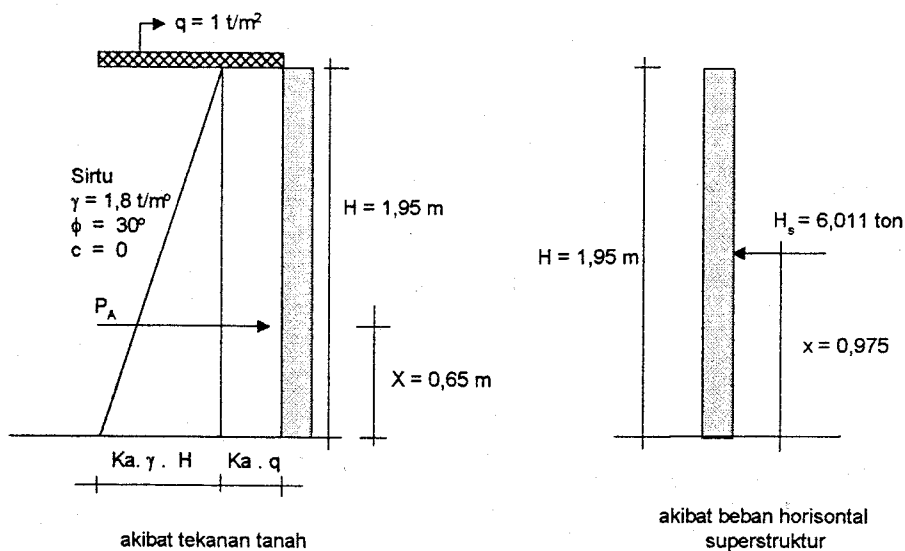
$$\begin{aligned}G_g &= 0,18 \times B_m \\ &= 0,18 \times 423,581 \\ &= 76,245 \text{ ton}\end{aligned}$$

4.3. Perhitungan Perencanaan Struktur

Material : - Beton K350 $f'_c = 30 \text{ MPa}$
 - Baja U32 $f_y = 320 \text{ Mpa}$

4.3.1. Perhitungan Perencanaan Struktur Abutment

Perapet



Gambar 4.3. Skema pembebanan pada perapet

akibat tekanan tanah

$$P_a = K_a \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2$$

dimana :
$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0,333$$

jadi :

$$P_a = (0,333 \times 1 \times 1,95) + \left(\frac{1}{2} \times 0,333 \times 1,8 \times 1,95^2 \right)$$

$$= 1,789 \text{ ton}$$

$$M_u = 1,6 \cdot (P_a \cdot x)$$

$$= 1,6 \times (1,789 \times 0,65)$$

$$= 1,86 \text{ ton-m}$$

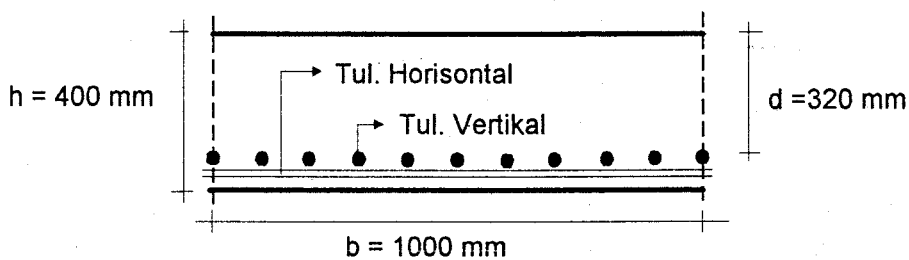
$$= 18600 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$V_u = 1,6 \cdot P_a$$

$$= 1,6 \times 1,789$$

$$= 2,86 \text{ ton}$$

$$= 28600 \text{ N}$$



Gambar 4.4. Penampang perapet

- Penulangan Vertikal

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{18600}{0,8} = 23250 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{23250}{1 \times 0,32^2} = 227050,78 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= 0,23 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,55$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y} \right)} \right]$$

$$= \frac{1}{12,55} \times \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times 12,55 \times 0,23}{320} \right)} \right]$$

$$= 0,000722$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

$\rho < \rho_{\min}$, dipakai $\rho = 0,004375$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,004375 \times 1000 \times 240$$

$$= 1050 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D18-20cm ($A_s = 1272,34 \text{ mm}^2$).

- Tulangan Horizontal

$$A_s = 20\% \times \text{Tulangan Vertikal} = 0,2 \times 1050$$

$$= 210 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D10-20cm ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$)

- Kontrol Kekuatan Geser

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{2,86}{0,6} = 4,766667 \text{ ton}$$

$$= 47666,67 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 320$$

$$= 292118,70 \text{ N}$$

$$V_c > V_n \quad \text{OK!}$$

akibat beban horizontal superstruktur

$$M_u = 1,6 \cdot (H_s \cdot x)$$

$$= 1,6 \times (6,011 \times 0,975)$$

$$= 9,377 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$= 93770 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$V_u = 1,6 \cdot H_s$$

$$= 1,6 \times 6,011$$

$$= 9,618 \text{ ton}$$

$$= 96180 \text{ N}$$

- Penulangan Vertikal

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{96180}{0,8} = 120225 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{120225}{1 \times 0,32^2} = 1335833,33 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$= 1,34 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,55$$

$$\rho = \frac{1}{m} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y} \right)} \right]$$

$$= \frac{1}{12,55} \times \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times 12,55 \times 1,34}{320} \right)} \right]$$

$$= 0,00430$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004375$$

$\rho < \rho_{\min}$, dipakai $\rho = 0,004375$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 0,004375 \times 1000 \times 240$$

$$= 1050 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D18-20cm ($A_s = 1272,34 \text{ mm}^2$)

- Tulangan Horisontal

$$A_s = 20\% \times \text{Tulangan Vertikal} = 0,2 \times 1050$$

$$= 210 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D10-20cm ($A_s = 392,7 \text{ mm}^2$)

- Kontrol Kekuatan Geser

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{9,618}{0,6} = 16,03 \text{ ton}$$

$$= 160300 \text{ N}$$

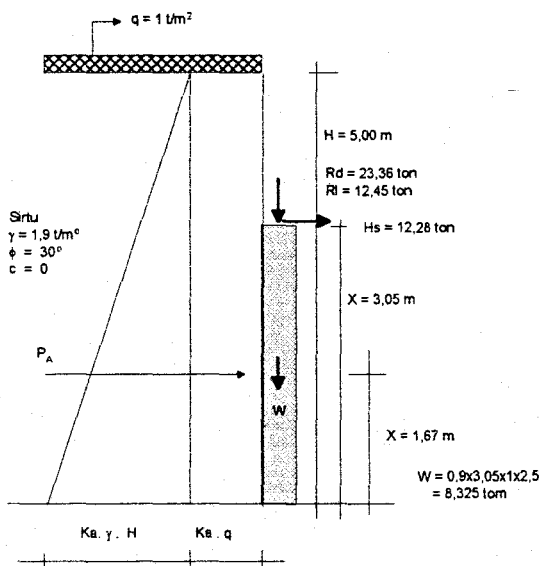
$$V_c = \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 320$$

$$= 292118,70 \text{ N}$$

$V_c > V_n$ OK!

Tembok Memanjang



Gambar 4.5. Skema pembebanan pada tembok memanjang

$$P_a = K_a \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma \cdot H^2$$

$$\text{dimana : } K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 30^\circ}{1 + \sin 30^\circ} = 0,333$$

jadi :

$$P_a = (0,333 \times 1 \times 5) \times \left(\frac{1}{2} \times 0,333 \times 1,8 \times 5^2 \right)$$

$$= 9,1425 \text{ ton}$$

$$M_u = 1,6 \cdot [(P_a \cdot x_1) \cdot (H_s \cdot x_2)]$$

$$= 1,6 \times [(9,1425 \times 1,67) \times (12,28 \times 3,05)]$$

$$= 84,355 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_u = 1,6 \cdot (P_a + H_s)$$

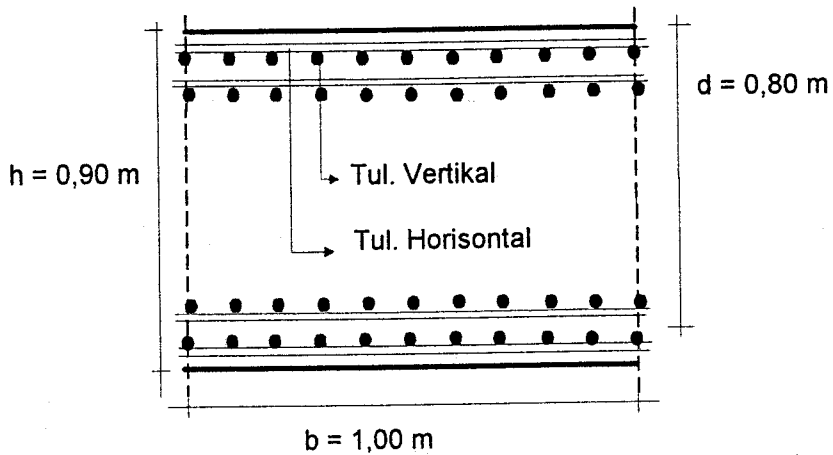
$$= 1,6 \times (9,1425 + 12,28)$$

$$= 34,276 \text{ ton}$$

$$P_u = 1,2 \cdot (R_d + W) + 1,6 \cdot R_l$$

$$= (1,2 \times (23,36 + 8,325)) + (1,6 \times 12,45)$$

$$= 57,942 \text{ ton}$$



Gambar 4.6. Penampang tembok memanjang

- Penulangan Vertikal

$$M_{n\text{perlu}} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{84,355}{0,8} = 105,444 \text{ ton-m}$$

$$= 1054440 \text{ Nm}$$

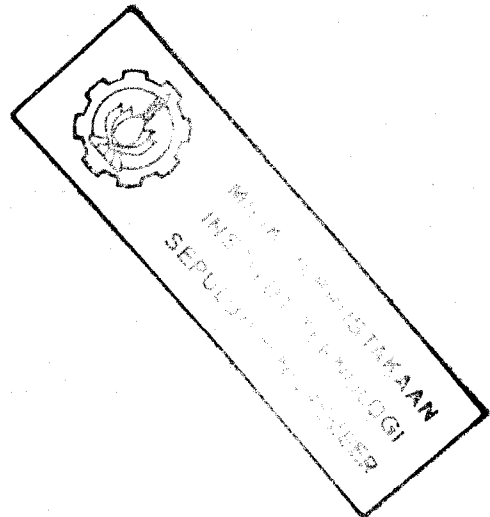
$$P_{n\text{perlu}} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{57,942}{0,8} = 72,4275 \text{ ton}$$

$$= 724275 \text{ N}$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{105,444}{72,4275} = 1,4558 \text{ m}$$

direncanakan $\rho = 0,01$ ($\rho_g = 0,02$)

$$\frac{e'}{d} = \frac{d - \frac{h}{2} + e}{d} = \frac{0,8 - \frac{0,9}{2} + 1,4558}{0,8} = 2,2573$$



$$\frac{d'}{d} = \frac{0,1}{0,8} = 0,125$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,55$$

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d \cdot \left\{ -\rho - 1 - \frac{e'}{d} + \sqrt{\left(1 + \frac{e'}{d}\right)^2 + 2 \cdot \rho \cdot \left[(m-1) \left(1 - \frac{d'}{d}\right) + \frac{e'}{d} \right]} \right\}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 1 \times 0,8 \times \left\{ \begin{array}{l} -0,01 - 1 - 2,2573 + \\ \sqrt{\left(1 + 2,2573\right)^2 +} \\ \sqrt{2 \times 0,01 \times \left[(12,55 - 1) \left(1 - 0,125\right) + 2,2573 \right]} \end{array} \right\}$$

$$= 1,7292 \text{ ton}$$

$$R_{nada} = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m\right)$$

$$= 0,01 \times 320 \times \left(1 - \frac{1}{2} \times 0,01 \times 12,55\right)$$

$$= 2,9992 \text{ MPa}$$

$$M_{nada} = R_n \cdot b \cdot d^2$$

$$= 2,9992 \times 1 \times 0,8^2$$

$$= 1,9195 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$P_{nada} > P_{n \text{ perlu}}$$

$$M_{nada} > M_{n \text{ perlu}}$$

OK!

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,01 \times 1000 \times 800 \\
 &= 8000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

dipasang tulangan 2D24-10cm ($A_s = 9047 \text{ mm}^2$)

- Tulangan Horizontal

$$\begin{aligned}
 A_s &= 20\% \times \text{Tulangan Vertikal} = 0,2 \times 8000 \\
 &= 2000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

dipasang tulangan 2D12-10 cm ($A_s = 2262 \text{ mm}^2$)

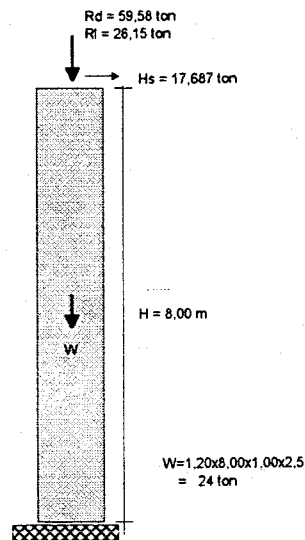
- Kontrol Kekuatan Geser

$$\begin{aligned}
 V_n &= \frac{V_u}{\phi} = \frac{34,276}{0,6} = 57,1267 \text{ ton} \\
 &= 571267 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d \\
 &= \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 800 \\
 &= 730296,74 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$V_c > V_n \quad \text{OK!}$$

4.3.2. Perhitungan Perencanaan Pilar



Gambar 4.7. Skema pembebanan pada pilar

$$M_u = 1,6 \cdot [(H_s \cdot x_2)]$$

$$= 1,6 \times [(17,687 \times 8)]$$

$$= 26,3936 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$V_u = 1,6 \cdot (H_s)$$

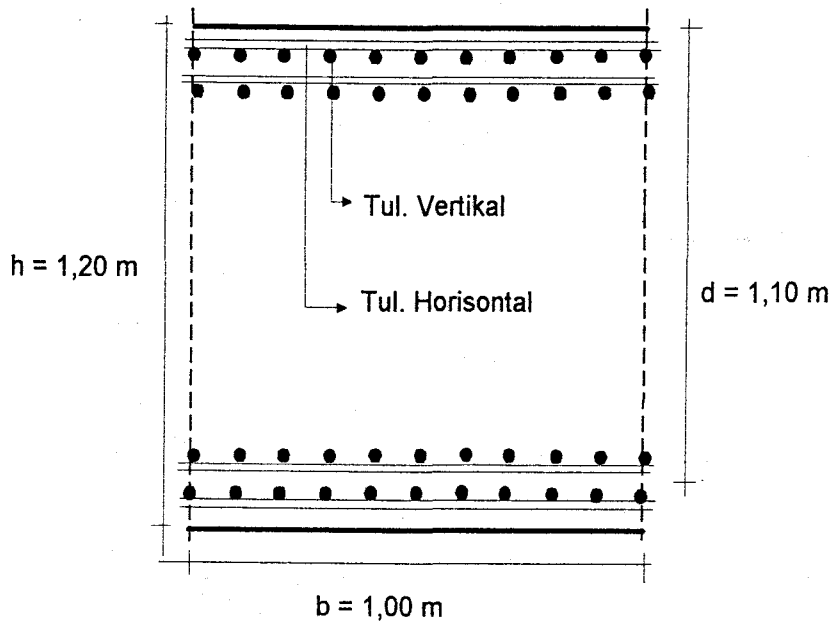
$$= 1,6 \times (17,687)$$

$$= 28,2992 \text{ ton}$$

$$P_u = 1,2 \cdot (R_d + W) + 1,6 \cdot R_l$$

$$= (1,2 \times (59,58 + 24)) + (1,6 \times 26,5)$$

$$= 142,696 \text{ ton}$$



Gambar 4.8. Penampang pilar

- Penulangan Vertikal

$$M_{n\text{perlu}} = \frac{M_u}{\phi} = \frac{226,3936}{0,8} = 282,992 \text{ ton-m}$$

$$= 2829920 \text{ Nm}$$

$$P_{n\text{perlu}} = \frac{P_u}{\phi} = \frac{142,696}{0,8} = 178,37 \text{ ton}$$

$$= 1783700 \text{ N}$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{282,992}{178,37} = 1,587 \text{ m}$$

direncanakan $\rho = 0,01$ ($\rho_g = 0,02$)

$$\frac{e'}{d} = \frac{d - \frac{h}{2} + e}{d} = \frac{1,1 - \frac{1,2}{2} + 1,587}{0,8} = 1,897$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{0,1}{1,2} = 0,09$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,55$$

$$P_n = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d \cdot \left\{ -\rho - 1 - \frac{e'}{d} + \sqrt{\left(1 + \frac{e'}{d}\right)^2 + 2 \cdot \rho \cdot \left[(m-1)\left(1 - \frac{d'}{d}\right) + \frac{e'}{d}\right]} \right\}$$

$$= 0,85 \times 30 \times 1 \times 1,1 \times \left\{ \begin{array}{l} -0,01 - 1 - 1,587 + \\ \sqrt{(1 + 1,587)^2 +} \\ \sqrt{2 \times 0,01 \times [(12,55 - 1)(1 - 0,09) + 1,711]} \end{array} \right\}$$

$$= 3,335 \text{ MN}$$

$$R_{nada} = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot m\right)$$

$$= 0,01 \times 320 \times \left(1 - \frac{1}{2} \times 0,01 \times 12,55\right)$$

$$= 2,9992 \text{ MPa}$$

$$M_{nada} = R_n \cdot b \cdot d^2$$

$$= 2,9992 \times 1 \times 1,1^2$$

$$= 3,629 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$P_{nada} > P_{n \text{ perlu}}$$

$$M_{nada} > M_{n \text{ perlu}}$$

OK!

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,01 \times 1000 \times 1200$$

$$= 12000 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan 2D28-10cm ($A_s = 12315 \text{ mm}^2$)

- Tulangan Horizontal

$$A_s = 20\% \times \text{Tulangan Vertikal} = 0,2 \times 12000$$

$$= 2200 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan 2D12-10 cm ($A_s = 2262 \text{ mm}^2$)

- Kontrol Kekuatan Geser

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{28,2992}{0,6} = 35,374 \text{ ton}$$

$$= 353740 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 1200$$

$$= 1095445,115 \text{ N}$$

$$V_c > V_n$$

OK!

4.4. Perencanaan Pondasi

4.4.1. Perencanaan pondasi untuk abutmen

4.4.1.1. Pembebanan pada pondasi

Tabel 4.1.a. Beban akibat struktur atas

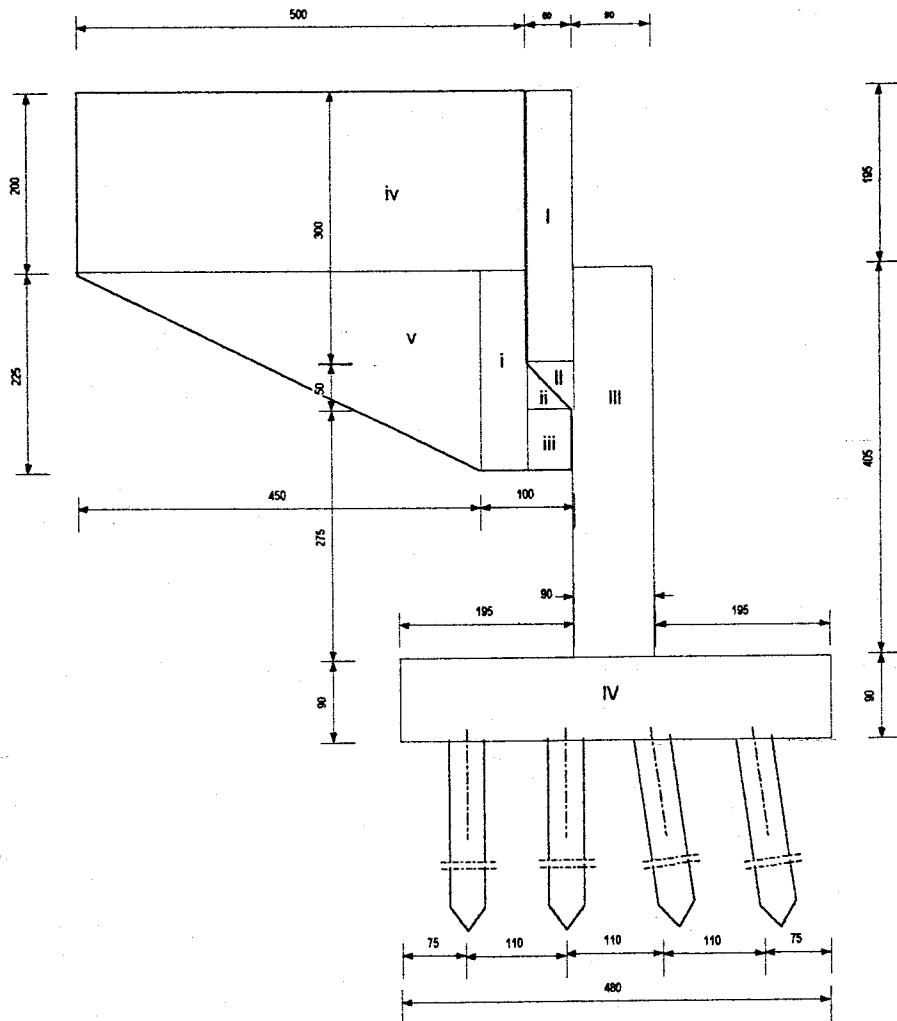
Beban	Gaya (ton)		
	V	Long	Lat
- Beban mati struktur atas	211,79		
- Beban hidup + kejut	118,09		
- Beban angin		3,15	7,88
- Beban gempa		8,90	8,90
- Beban rem		4,43	
- Beban akibat gesekan pada tumpuan		38,12	

Tabel 4.1.b Berat Abutment

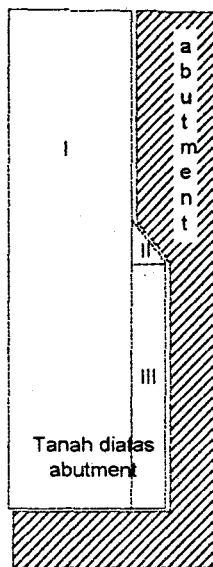
Segmen	Berat (ton)	X (m)	MX (tm)
I	0,4x3x9x2,5 = 27,00	-0,65	-17,55
II	0,5x0,5x0,5x9x2,5 = 18,00	-0,58	-10,49
III	0,9x4,05x9x2,5 = 82,01	0,00	0,00
IV	4,8x0,9x12,5x2,5 = 135,00	0,00	0,00
Jumlah	= 262,01		-28,04

Tabel 4.1.c Berat WingWall

Segmen	Berat (ton)	X (m)	MX (tm)
I	0,4x0,85x0,3x2,5x2 = 0,51	-0,65	-0,33
II	0,5x0,4x0,4x0,3x2,5x2 = 0,12	-0,58	-0,07
III	0,5x3,4x0,3x2,5x2 = 3,06	-1,15	-3,52
VI	2x5,5x0,3x2,5x2 = 16,50	-4,20	69,30
V	4,5x2,25x0,3x2,5x2 = 15,19	-2,95	-44,80
Jumlah	35,38	-	-118,02



Gambar 4.8. Rencana penampang abutment



Gambar 4.9. Penampang tanah dibelakang abutment

Tabel 4.1.d. Berat tanah dibelakang abutment

Segmen	Berat (ton)		X (m)	MX (tm)
I	1,55x6x9x1,8	= 150,66	-1,83	-274,96
II	0,5x0,4x0,4x9x1,8	= 1,30	-0,65	-0,76
III	0,4x2,75x9x1,8	= 17,82	-0,58	-11,58
Jumlah		163,22		-287,29

Berat abutment + wingwall + tanah dibelakangnya

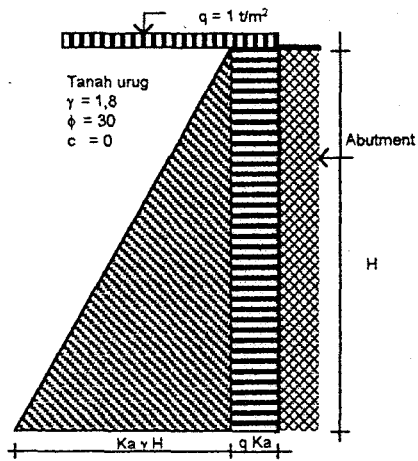
$$(\Sigma W) = 224,21 + 35,38 + 169,78$$

$$= 429,37 \text{ ton}$$

$$\Sigma M_x = -28,04 + (-118,02) + (-287,29)$$

$$= -395,57 \text{ ton-m}$$

$$x = \frac{\Sigma M_x}{\Sigma W} = \frac{-433,36}{429,37} = -1,01 \text{ m}$$



Gambar 4.10. Skema pembebanan akibat tekanan aktif tanah

Tekanan aktif tanah

$$P_a = K_a q H + \frac{1}{2} K_a \gamma H^2$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 30}{1 + \sin 30} = 0,333$$

$$P_a = (0,333 \times 1 \times 7,2) + \left(\frac{1}{2} \times 0,333 \times 1,8 \times 7,2^2 \right)$$

$$= 17,94 \text{ ton/m'}$$

$$T_a = 17,94 \times 9$$

$$= 161,41 \text{ ton}$$

Kombinasi Pembebanan

Tabel 4.2.a. KOMBINASI I : M + (H+K) + Ta + Tu (Overstress 100%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Muatan hidup+kejut	118,09				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-433,36	
- Tekanan tanah aktif		115,11		230,22	
Jumlah	759,26	115,11		-203,14	

Tabel 4.2.b. KOMBINASI II : M + Ta + Ah + F + A + Sr + Tm (Overstress 125%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Muatan hidup+kejut	118,09				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-433,36	
- Tekanan tanah aktif		115,11		230,22	
- Gaya gesek tumpuan		38,12		-228,74	
- Beban angin		3,15	7,88	-18,90	47,25
Jumlah	759,26	156,38	7,88	-450,78	47,25

Tabel 4.2.c. KOMBINASI III : Kombinasi I + I + Rm + F + A + Sr + Tm + S (Overstress 140 %)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Muatan hidup+kejut	118,09				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-395,57	
- Tekanan tanah aktif		115,11		230,22	
- Gaya gesek tumpuan		38,12		-228,74	
- Beban angin		3,15	7,88	-18,90	47,25
- Gaya rem		11,134		-26,592	
Jumlah	759,26	160,82	7,88	-477,37	47,25

Tabel 4.2.d. KOMBINASI IV : M + Gh + Tag + F + Ahg + Tu (Overstress 150%)

$$T_{ag} = CIKW_t$$

$$T_{ag} (\text{abutmet} + \text{wingwall} + \text{tanah dibelakangnya}) = 0,03 \times 1 \times 1,4 \times 429,37 \\ = 18,033 \text{ ton}$$

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-433,36	
- Beban gempa jemb.		8,90	8,90	- 53,37	53,37
- Beban gempa abutmen+wingwall+tanah dibelakangnya		18,66	18,66	- 54,10	54,10
Jumlah	641,17	26,93	26,93	-540,93	107,47

Tabel 4.2.e. KOMBINASI V : M + PI (Overstress 130%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-433,36	
Jumlah	641,17			-433,36	

Tabel 4.2.f. KOMBINASI VI : M + (H+K) + Ta + S + Tb (Overstress 150%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	211,79				
- Muatan hidup+kejut	118,09				
- Berat abutment+wingwall+tanah dibelakangnya	429,37			-433,361	
- Tekanan tanah aktif		115,11		230,22	
Jumlah	759,26	115,11		-203,14	

Tabel 4.2.g. Ringkasan Kombinasi Pembebanan Pada Abutment

Kombinasi	Over-Stress	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
		V	H Long.	H Lat.	Long.	Lat
I	100%	759,25	115,11		203,14	
II	125%	759,25	156,38	7,88	450,776	47,25
III	140%	759,25	160,82	7,88	477,37	47,25
IV	150%	641,17	26,93	26,93	540,93	107,47
V	130%	641,17			433,36	
VI	150%	759,25	115,11		203,22	

4.4.1.2. Daya dukung tiang pondasi untuk abutment

Data tiang pondasi :

- Diameter tiang = 40 cm
- Kedalaman = 30 m

Daya dukung vertikal yang diijinkan

- Panjang penetrasi tiang

N pada ujung tiang, $N_1 = 56$

Harga rata-rata N, 4D dari ujung tiang

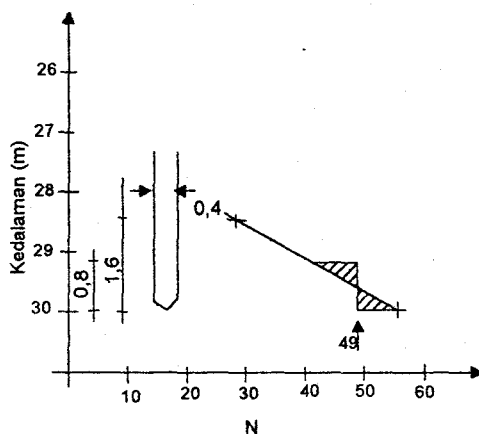
$$\bar{N}_2 = \frac{56 + 28}{2} = 42$$

$$\bar{N} = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} = \frac{56 + 42}{2} = 49$$

- Daya dukung ujung tiang

$$l/D = \frac{0,8}{0,4} = 2$$

dari Gambar 2.6 didapat $\frac{q_d}{N} = 8$



Gambar 4.11. Kalibrasi harga N untuk pondasi abutment

$$q_d = 8 \cdot N = 8 \times 49 = 392 \text{ ton/m}^2$$

$$q_d \cdot A = 348 \times \frac{\pi \times 0,4^2}{4} = 49,26 \text{ ton}$$

Tabel 4.3. Gaya geser dinding tiang

Kedalaman (m)	Ketebalan Lapisan l_i (m)	Tanah	Harga rata-rata N	f_i (t/m^2)	$l_i \cdot f_i$ (t/m)
4,00 – 7,00	3	lanau	4,5	4,5	13,5
7,00 – 9,50	2,5	pasir	6	1,2	3
9,50 – 15,75	6,25	Lempung	2,33	2,33	14,56
15,75 – 25,25	9,5	Lempung	1	1	66,5
25,25 – 28,20	2,95	Lanau	15,5	15,5	45,73
28,20 – 30,00	1,8	Pasir+kerikil	40	8	14,4
Σ	26	-	-	-	157,7

$$U \cdot \Sigma l_i \cdot f_i = \pi \times 0,4 \times 157,7 = 198 \text{ ton}$$

- Daya dukung ultimate

$$R_u = q_d \cdot A + U \sum l_i \cdot f_i = 49,26 + 198 = 247,28 \text{ ton}$$

- Daya dukung yang diijinkan

$$R_a = \frac{R_u}{n} = \frac{247,28}{3} = 82,43 \text{ ton}$$

Gaya tarik yang diijinkan

$$P_a = \frac{U \sum l_i \cdot f_i}{n} = \frac{198}{3} = 66 \text{ ton}$$

Daya dukung horisontal yang diijinkan

$$E_0 = 28 \cdot N = 28 \times 2 = 56$$

$$k_0 = 0,2 \cdot E_0 \cdot D^{-3/4} = 0,2 \times 56 \times 40^{-3/4} = 0,7 \text{ kg/cm}^3$$

$$k = k_0 \cdot y^{-1/2} = 0,7 \times 1^{-1/2} = 0,7 \text{ kg/cm}^3$$

$$E = 4700 \times \sqrt{f'c} = 4700 \times \sqrt{50 \times 0,83}$$

$$= 30277,6 \text{ N/cm}^2$$

$$= 302776 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 3027760 \text{ t/m}$$

$$I = \frac{1}{64} \times \Pi \times D^4$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{64} \times \Pi \times (40 - 25)^4 \\
 &= 106489 \text{ cm}^4 \\
 &= 0,001065 \text{ m}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \beta &= \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = \sqrt[4]{\frac{0,7 \times 40}{4 \times 302776 \times 106489}} = 0,00384 \text{ cm}^{-1} \\
 &= 0,384 \text{ m}^{-1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_a &= \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \\
 &= \frac{0,7 \times 40}{0,00384} \times 1 = 7291,66 \text{ kg} \\
 &= 7,3 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4.4.1.3. Analisa kelompok tiang

Dari data pembebanan diambil beban yang menentukan yaitu pada Kombinasi III.

$$\text{Didapat : } V_0 = 759,25 \times 140\% = 1062,94 \text{ ton}$$

$$H_0 = 160,82 \times 140\% = 225,14 \text{ ton}$$

$$M_0 = 477,37 \times 140\% = 668,32 \text{ ton}$$

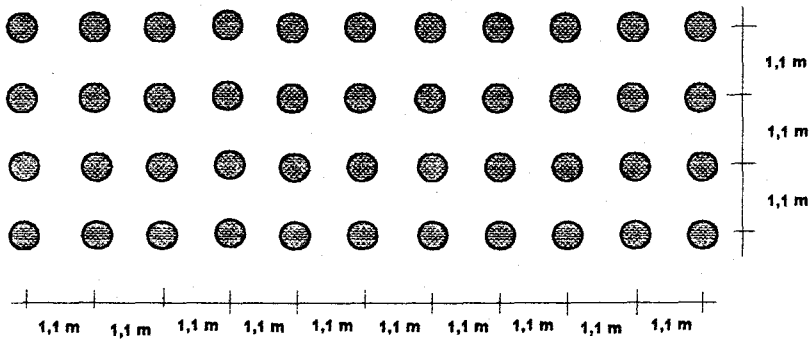
Dimensi tiang pancang :

$$D = 40 \text{ cm}$$

$$L = 30 \text{ m} = 3000 \text{ cm}$$

$$h = 0 \text{ (tiang terbenam di dalam tanah)}$$

Susunan tiang dalam kelompok (lihat Gmb. 4.12)



Gambar 4.12. Susunan tiang pondasi untuk abutment.

Effisiensi :

$$m = 4$$

$$n = 11$$

$$\theta = \tan^{-1}(D/S) = \tan^{-1}(0,4/1,1) \\ = 19,98$$

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \\ = 1 - 19,98 \frac{((11-1) \times 4) + ((4-1) \times 11)}{90 \times 4 \times 11} \\ = 0,63$$

Daya dukung 1 tiang

$$R_a = 82,43 \times 0,63 = 51,93 \text{ ton}$$

$$P_a = 66 \times 0,63 = 41,58 \text{ ton}$$

$$H_a = 7,3 \times 0,73 = 4,60 \text{ ton}$$

$$K_v = a \cdot \frac{A_p \cdot E_p}{L}$$

(K_v adalah konstanta pegas arah vertikal)

$$a = 0,041(L/D) - 0,27$$

(untuk tiang beton pratekan)

$$= 0,041(3000/40) - 0,27$$

$$= 2,805$$

Mutu beton K500

$$A_p = 0,25 \cdot \Pi \cdot (40^2 - 25^2)$$

$$= 765,76 \text{ cm}^2$$

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt{50 \times 0,83}$$

$$= 30277,6 \text{ N/mm}^2 = 302776 \text{ kg/cm}^2 = 302,78 \text{ T/cm}^2$$

$$K_v = 2,805 \times \frac{765,76 \cdot 302,776}{3000}$$

$$= 216,78 \text{ T/cm} = 21678 \text{ T/m}$$

Perhitungan reaksi tiang pada kepala tiang dengan cara perpindahan
(Displacement Method)

1. Perhitungan konstanta pegas pada tiang dalam arah sejajar sumbu tiang, konstanta sumbu tiang dalam arah sejajar sumbu, didapat dari tabel 2.7 :

Untuk $h = 0$

$$\begin{aligned} k_1 &= 4 E I \beta^3 \\ &= 4 \cdot 3027760 \cdot 0,001065 \cdot 0,384^3 \\ &= 547,75 \quad \text{t/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_2, k_3 &= 2 E I \beta^2 \\ &= 2 \cdot 3027760 \cdot 0,001065 \cdot 0,384^2 \\ &= 950,96 \quad \text{t/rad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} k_4 &= 2 E I \beta^2 \\ &= 2 \cdot 3027760 \cdot 0,001065 \cdot 0,384 \\ &= 2477,46 \text{ tm/rad} \end{aligned}$$

2. Perhitungan untuk mencari koefisien-koefisien.

Dengan menggunakan konstanta pegas di atas, koefisien-koefisien untuk persamaan tiga dimensi ini dapat diperoleh dengan persamaan-persamaan :

$$A_{xx} = \sum (K_1 \cdot \cos^2 \theta_i + K_v \cdot \sin^2 \theta_i)$$

$$A_{xx(1)} = 11 \cdot (547,75 \cdot \cos^2(0) + 21678 \cdot \sin^2(0)) = 6025$$

$$A_{xx(2)} = 11 \cdot (547,75 \cdot \cos^2(0) + 21678 \cdot \sin^2(0)) = 6025$$

$$A_{xx(3)} = 11 \cdot (547,75 \cdot \cos^2(-0,141) + 21678 \cdot \sin^2(-0,141)) = 10674$$

$$A_{xx(4)} = 11 \cdot (547,75 \cdot \cos^2(-0,141) + 21678 \cdot \sin^2(-0,141)) = 10674$$

$$A_{xx} = 33398$$

$$A_{xy} = A_{yx} = \sum [(K_v - K_1) \cdot \sin \theta_i \cdot \cos \theta_i]$$

$$A_{xy(1)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(2)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(3)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \sin(-0,141) \cdot \cos(-0,141)] = -32541$$

$$A_{xy(4)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \sin(-0,141) \cdot \cos(-0,141)] = -32541$$

$$A_{xy} = A_{yx} = -68081$$

$$A_{x\alpha} = A_{\alpha x} = \sum [(K_v - K_1) \cdot x_i \cdot \sin \theta_i \cdot \cos \theta_i - K_2 \cdot \cos \theta_i]$$

$$A_{x\alpha(1)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \cdot (1,65) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 950,96 \cdot \cos(0)] = -10461$$

$$A_{x\alpha(2)} = 11 \cdot [(21678 - 547,75) \cdot (0,55) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 950,96 \cdot \cos(0)] = -10461$$

$$A_{x\alpha(3)} = 11 \cdot \left[\begin{array}{l} (21678 - 547,75) \cdot (-0,55) \cdot \sin(-0,141) \cdot \cos(-0,141) \\ - 950,96 \cdot \cos(-0,141) \end{array} \right] = 7542$$

$$A_{x\alpha(4)} = 11 \cdot \left[\begin{array}{l} (21678 - 547,75) \cdot (-1,65) \cdot \sin(-0,141) \cdot \cos(-0,141) \\ - 950,96 \cdot \cos(-0,141) \end{array} \right] = 25439$$

$$A_{x\alpha} = A_{\alpha x} = 12060$$

$$A_{yy} = \sum (K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i)$$

$$A_{yy(1)} = 11 \cdot (21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) = 238458$$

$$A_{yy(2)} = 11 \cdot (21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) = 238458$$

$$A_{yy(3)} = 11 \cdot (21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) = 233809$$

$$A_{yy(4)} = 11 \cdot (21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) = 233809$$

$$A_{yy} = 944535$$

$$A_{y\alpha} = A_{\alpha y} = \sum [(K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i) \cdot x_i^2 + K_2 \cdot \sin \theta_i]$$

$$A_{y\alpha(1)} = 11 \cdot [(21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) \cdot (1,65)^2 + 950,96 \cdot \sin(0)] = 262304$$

$$A_{y\alpha(2)} = 11 \cdot [(21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) \cdot (0,55)^2 + 950,96 \cdot \sin(0)] = 131152$$

$$A_{y\alpha(3)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) \cdot (-0,55)^2 \\ &+ 950,96 \cdot \sin(-0,141) \end{aligned} \right] = -128730$$

$$A_{y\alpha(4)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) \cdot (-1,65)^2 \\ &+ 950,96 \cdot \sin(-0,141) \end{aligned} \right] = -257325$$

$$A_{y\alpha} = A_{\alpha y} = 7401$$

$$A_{\alpha\alpha} = \sum [(K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i) \cdot x_i^2 + (K_2 + K_3) \cdot x_i \cdot \sin \theta_i + K_4]$$

$$A_{\alpha\alpha(1)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) \cdot (1,65)^2 \\ &+ (950,96 + 950,96) \cdot (1,65) \cdot \sin(0) + 2476 \end{aligned} \right] = 338799$$

$$A_{\alpha\alpha(2)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(0) + 547,75 \cdot \sin^2(0)) \cdot (0,55)^2 \\ &+ (950,96 + 950,96) \cdot (0,55) \cdot \sin(0) + 2476 \end{aligned} \right] = 110892$$

$$A_{\alpha\alpha(3)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) \cdot (-0,165)^2 \\ &+ (950,96 + 950,96) \cdot (-0,55) \cdot \sin(-0,141) + 2476 \end{aligned} \right] = 86588$$

$$A_{\alpha\alpha(4)} = 11 \cdot \left[\begin{aligned} &(21678 \cdot \cos^2(-0,141) + 547,75 \cdot \sin^2(-0,141)) \cdot (-1,65)^2 \\ &+ (950,96 + 950,96) \cdot (-1,65) \cdot \sin(-0,141) + 2476 \end{aligned} \right] = 287379$$

$$A_{\alpha\alpha} = 823660$$

3. Perhitungan pergeseran pada pusat tumpuan.

Koefisien-koefisien yang telah diperoleh diatas, dimasukkan dalam persamaan , dengan menyelesaikan persamaan tersebut, maka pergeseran pada pusat tumpuan akan diperoleh persamaan :

$$A_{xx} \cdot \delta_x + A_{xy} \cdot \delta_y + A_{x\alpha} \cdot \alpha = H_0$$

$$A_{yx} \cdot \delta_x + A_{yy} \cdot \delta_y + A_{y\alpha} \cdot \alpha = V_0$$

$$A_{\alpha x} \cdot \delta_x + A_{\alpha y} \cdot \delta_y + A_{\alpha\alpha} \cdot \alpha = M_0$$

dengan cara matrik didapat :

$$\begin{bmatrix} 33398 & -65081 & 12060 \\ -65081 & 944535 & 7401 \\ 12060 & 7401 & 823660 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -225,14 \\ 1062,94 \\ -668,32 \end{bmatrix}$$

maka didapat :

$$\delta_x = -0,00492 \quad \text{m}$$

$$\delta_y = 0,00079 \quad \text{m}$$

$$\alpha = -0,00075 \quad \text{rad}$$

4. Perhitungan pergeseran pada setiap kepala tiang

$$\delta_{xi} = \delta_x \cdot \cos\theta_i - (\delta_y + \alpha \cdot x_i) \cdot \sin\theta_i$$

$$\begin{aligned}\delta_{x(1)} &= -0,00492 \cdot \cos(0) - (0,00027 - (-0,00075 \cdot 1,65)) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00492 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{x(2)} &= -0,00492 \cdot \cos(0) - (0,00027 - (-0,00075 \cdot 0,55)) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00492 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{x(3)} &= -0,00492 \cdot \cos(-0,141) - (0,00027 - (-0,00075 \cdot (-0,55))) \cdot \sin(-0,141) \\ &= -0,0047 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{x(4)} &= -0,00792 \cdot \cos(-0,141) - (0,00027 - (-0,00075 \cdot (-1,65))) \cdot \sin(-0,141) \\ &= -0,00464 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\delta_{yi} = \delta_x \cdot \sin\theta_i + (\delta_y + \alpha \cdot x_i) \cdot \cos\theta_i$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(1)} &= -0,00492 \cdot \sin(0) + (0,00079 - (-0,00075 \cdot 1,65)) \cdot \cos(0) \\ &= -0,00003 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(2)} &= -0,00492 \cdot \sin(0) + (0,00079 - (-0,00075 \cdot 0,55)) \cdot \cos(0) \\ &= -0,00038 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(3)} &= -0,00492 \cdot \sin(-0,141) + (0,00079 - (-0,00075 \cdot (-0,55))) \cdot \cos(-0,141) \\ &= 0,00189 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(4)} &= -0,00492 \cdot \sin(-0,141) + (0,00079 - (-0,00075 \cdot (-1,65))) \cdot \cos(-0,141) \\ &= 0,00229 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Perhitungan gaya aksial pada setiap tiang

$$P_{Ni} = K_v \cdot \delta_{yi}$$

$$P_{N(1)} = 21678 \cdot (-0,00003) = -0,642 \text{ ton} < P_a = 41,58 \text{ ton}$$

$$P_{N(2)} = 21678 \cdot (-0,00038) = -8,253 \text{ ton} < P_a = 41,58 \text{ ton}$$

$$P_{N(3)} = 21678 \cdot (0,00189) = 40,863 \text{ ton} < R_a = 51,93 \text{ ton}$$

$$P_{N(4)} = 21678 \cdot (0,00229) = 49,669 \text{ ton} < R_a = 51,93 \text{ ton}$$

OK!

6. Perhitungan gaya dalam arah sumbu orthogonal untuk setiap tiang

$$P_{Hi} = K_1 \cdot \delta_{xi} + K_4 \cdot \alpha$$

$$P_{H(1)} = 547,75 \cdot (-0,00492) + 2476(-0,00075) = -1,986 \text{ ton}$$

$$< H_a = 4,60 \text{ ton}$$

$$P_{H(2)} = 547,75 \cdot (-0,00492) + 2476(-0,00075) = -1,986 \text{ ton}$$

$$< H_a = 4,60 \text{ ton}$$

$$P_{H(3)} = 547,75 \cdot (-0,0047) + 2476(-0,00075) = -1,865 \text{ ton}$$

$$< H_a = 4,60 \text{ ton}$$

$$P_{H(4)} = 547,75 \cdot (-0,0046) + 2476(-0,00075) = -1,834 \text{ ton}$$

$$< H_a = 4,60 \text{ ton}$$

OK!

7. Perhitungan momen pada kepala tiang

$$M_{ti} = -K_3 \cdot \delta_{xi} + K_4 \cdot \alpha$$

$$M_{t(1)} = -950,96 \cdot (-0,00492) + 2476(-0,00075) = 2,831$$

$$M_{t(2)} = -950,96 \cdot (-0,00492) + 2476(-0,00075) = 2,831$$

$$M_{t(3)} = -950,96 \cdot (-0,0047) + 2476(-0,00075) = 2,622$$

$$M_{t(4)} = -950,96 \cdot (-0,00464) + 2476(-0,00075) = 2,567$$

8. Pemeriksaan dalam arah aksial jembatan

$$V_i = P_{Ni} \cdot \cos \theta_i - P_{Hi} \cdot \sin \theta_i$$

$$V_{(1)} = -0,642 \cdot \cos(0) - ((-1,986) \cdot \sin(0)) = -7$$

$$V_{(2)} = 8,253 \cdot \cos(0) - ((-1,986) \cdot \sin(0)) = 91$$

$$V_{(3)} = 40,863 \cdot \cos(-0,141) - ((-1,865) \cdot \sin(-0,141)) = 442$$

$$V_{(4)} = 49,669 \cdot \cos(-0,141) - ((-1,834) \cdot \sin(-0,141)) = 538$$

$$\sum V = 1064 \cong 1063 \quad \text{OK!}$$

$$H_i = P_{Ni} \cdot \sin\theta_i - P_{Hi} \cdot \cos\theta_i$$

$$H_{(1)} = - - 0,642 \cdot \sin(0) - ((-1,986) \cdot \cos(0)) = -22$$

$$H_{(2)} = -8,253 \cdot \sin(0) - ((-1,986) \cdot \cos(0)) = -22$$

$$H_{(3)} = 40,863 \cdot \sin(-0,141) - ((-1,865) \cdot \cos(-0,141)) = -84$$

$$H_{(4)} = 49,669 \cdot \sin(-0,141) - ((-1,834) \cdot \cos(-0,141)) = -97$$

$$\sum V = -225 \cong 225,14 \quad \text{OK!}$$

$$M_i = \sum (M_{\#} + V_i \cdot x_i)$$

$$M_{(1)} = 11 \cdot (2,831 + (-7 \cdot 1,65)) = 23$$

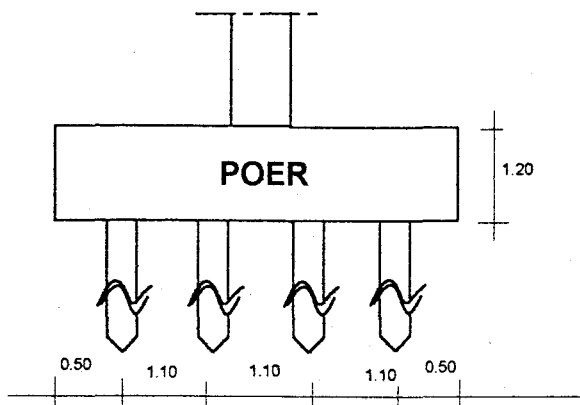
$$M_{(2)} = 11 \cdot (2,831 + (91 \cdot 0,55)) = 81$$

$$M_{(1)} = 11 \cdot (2,622 + (442 \cdot (-0,55))) = -214$$

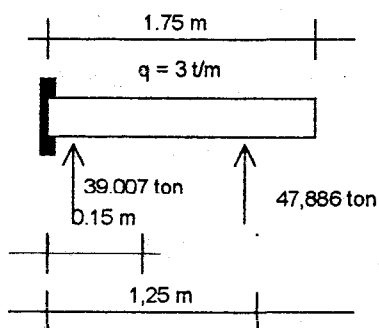
$$M_{(2)} = 11 \cdot (2,567 + (538 \cdot (-1,65))) = -564$$

$$\sum M = -673 \cong 668,32 \quad \text{OK!}$$

4.4.1.4. Perhitungan perencanaan poer (pile cap)



Penulangan Lentur



Berat sendiri poer (q)

$$= 1,2 \times 1 \times 2,5$$

$$= 3 \text{ ton/m}$$

$$M_u = (0,15 \times 39,007) + (1,25 \times 47,886) - \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 1,75^2 \right)$$

$$= 62,365 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$= 623650 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{623650}{0,8} = 779560 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{779560}{1 \times 1,1^2} = 644264,46 \text{ N/m}^2$$

$$= 0,664 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y} \right)} \right]$$

$$= \frac{1}{12,55} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times 12,55 \times 0,664}{320} \right)} \right]$$

$$= 0,00204 < \rho_{\min} = 0,00475$$

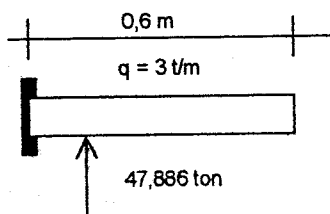
$$A = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00475 \times 1000 \times 1100$$

$$= 4812,5 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D32-16cm

Kontrol Geser



$$V_u = 47,886 - (3 \times 0,6)$$

$$= 46,086 \text{ ton}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\rho} = \frac{46,086}{0,6} = 76,81 \text{ ton}$$

$$= 768100 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 1100$$

$$= 1004158 \text{ N}$$

$$V_n < V_c$$

OK!

4.4.2. Perhitungan perencanaan pondasi untuk pilar

4.4.2.1. Pembebanan pada pondasi

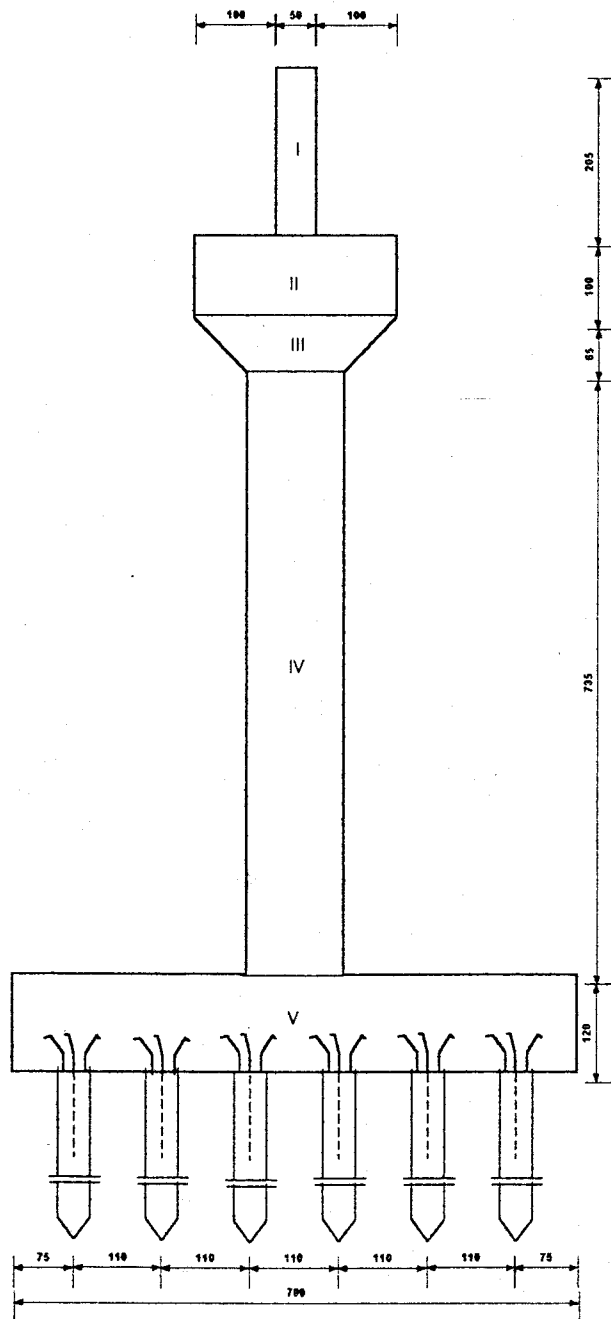
Tabel 4.4.a. Beban akibat struktur atas

Beban	Gaya (ton)		
	V	Long	Lat
- Beban mati struktur atas	526,92		
- Beban hidup + kejut	242,20		
- Beban angin		9,14	22,84
- Beban gempa		26,36	26,36
- Beban rem		10,7	
- Beban akibat gesekan pada tumpuan		112,99	

Berat Pier

Tabel 4.4.b. Berat pilar

Segmen	Berat (ton)	X (m)	MX (ton-m)
I	$0,4 \times 2 \times 9 \times 2,5 = 18$		
II	$(2,4 \times 1 \times 9 \times 2,5) + (0,25 \times \pi \times 2,4^2 \times 1 \times 2,5) = 65,31$		
III	$(0,6 \times ((2,4 + 1,2) / 2) \times 9 \times 2,5) + (0,25 \times \pi \times ((2,4 + 1,2) / 2)^2 \times 0,6 \times 2,5) = 28,12$		
IV	$(1,2 \times 7,4 \times 9 \times 2,5) + (0,25 \times \pi \times 1,2^2 \times 7,4 \times 2,5) = 220,72$		
V	$1,2 \times 7 \times 16,9 \times 2,5 = 354,9$		
Jumlah	$= 687,05$		



Gambar 4.13. Rencana penampang pilar

Kombinasi Pembebanan

Tabel 4.5.a. KOMBINASI I : M + (H+K) + Ta + Tu (Overstress 100%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Muatan hidup+kejut	229,10				
- Berat pier	687,05				
Jumlah	1568,36				

Tabel 4.5.b KOMBINASI II : M + Ta + Ah + F + A + Sr + Tm (Overstress 125%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Berat pier	687,05				
- Gaya gesek tumpuan		117,40		1056,57	
- Beban angin		7,59	18,97	68,27	170,69
- Gaya akibat aliran			6,67		60,03
- Gaya tumbuk benda hanyutan			24,50		220,50
Jumlah	1369,26	124,98	50,14	1124,85	451,22

Tabel 4.5.c. KOMBINASI III : Kombinasi I + I + Rm + F + A + Sr + Tm + S (Overstress 140 %)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Muatan hidup+kejut	229,10				
- Berat pier	687,05				
- Gaya gesek tumpuan		117,40		1056,57	
- Beban angin		7,59	18,97	68,27	170,69
- Gaya rem		10,08		90,76	
Jumlah	1568,36	135,07	18,97	1215,60	170,69

Tabel 4.5.d. KOMBINASI IV : M + Gh + Tag + F + Ahg + Tu (Overstress 150%)

$$T_{ag} = CIKW_t$$

$$T_{ag} \text{ (pilar)} = 0,03 \times 1 \times 1,4 \times 687,05 \\ = 28,86 \text{ ton}$$

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Berat pilar	687,05	27,39	27,38	246,54	246,54
- Beban gempa jemb		21,90	21,89	98,50	98,50
- Beban gempa pilar		28,86	28,86	259,74	259,74
Jumlah	1369,26	78,15	78,15	604,78	604,78

Tabel 4.5.e. KOMBINASI V : M + PI (Overstress 130%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Berat pilar	687,05				
Jumlah	1369,26				

Tabel 4.5.f. KOMBINASI VI : M + (H+K) + Ta + S + Tb (Overstress 150%)

Jenis beban	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
	V	Long	Lat	Long	Lat
- Beban mati jemb.	652,21				
- Muatan hidup+kejut	229,10				
- Berat pilar	687,05				
Jumlah	1568,36				

Tabel 4.5.g. Ringkasan Kombinasi Pembebanan

Kombinasi	Over-Stress	Gaya (ton)			Moment (ton-m)	
		V	H Long.	H Lat.	Long.	Lat
I	100%	1568,26				
II	125%	1369,26	124,98	50,14	1124,85	451,22
III	140%	1568,36	135,07	18,97	1215,60	170,69
IV	150%	1369,26	78,15	78,15	604,78	604,78
V	130%	1369,26				
VI	150%	1568,36				

4.4.2.2. Tiang pondasi untuk Pilar

Data tiang pondasi :

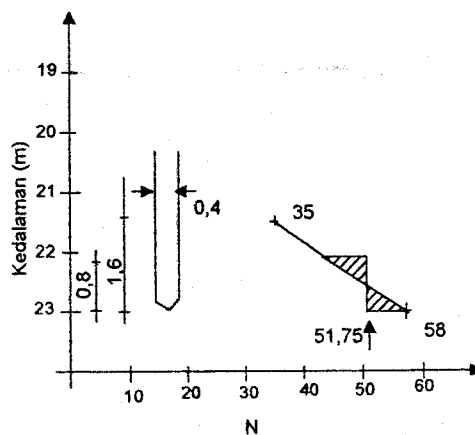
- Diameter tiang = 40 cm
- Kedalaman = 23 m

Daya dukung vertikal yang diijinkan

- Panjang penetrasi tiang

N pada ujung tiang, $N_1 = 58$

Harga rata-rata N, 4D dari ujung tiang



Gambar 14. Kalibrasi harga N

$$\bar{N}_2 = \frac{35 + 58}{2} = 46,5$$

$$\bar{N} = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} = \frac{58 + 46,5}{2} = 52,25$$

- Daya dukung ujung tiang

$$\frac{l}{D} = \frac{0,8}{0,4} = 2$$

dari Gambar 2.6 didapat $\frac{q_d}{N} = 8$

$$q_d = 8 \cdot N = 8 \times 52,25 = 418 \text{ ton/m}^2$$

$$q_d \cdot A = 418 \times \frac{\pi \times 0,4^2}{4} = 52,53 \text{ ton}$$

Tabel 4.6. Gaya geser dinding tiang

Kedalaman (m)	Ketebalan Lapisan l_i (m)	Tanah	Harga rata-rata N	f_i (t/m ²)	$l_i \cdot f_i$ (t/m)
3,00 – 4,50	1,50	pasir	3,50	0,70	1,05
4,50 – 7,00	2,50	pasir	4,00	0,80	2,00
7,00 – 8,75	1,75	pasir	1,00	0,20	0,35
8,75 – 11,00	2,25	lempung	0,00	0,00	0
11,00 – 17,50	6,50	lanau	1,00	1,00	6,50
17,50 – 20,50	3,00	pasir	12,00	12,00	36,00
20,50 – 23,00	2,50	lanau	39,50	39,50	98,75
Σ	28	-	-	-	144,65

$$U \cdot \sum l_i \cdot f_i = \pi \times 0,4 \times 144,65 = 181,8 \text{ ton}$$

- Daya dukung ultimate

$$R_u = q_d \cdot A + U \sum l_i \cdot f_i = 52,53 + 181,8 = 234,33 \text{ ton}$$

- Daya dukung yang diijinkan

$$R_a = \frac{R_u}{n} = \frac{234,33}{3} = 78,11 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 H_a &= \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \\
 &= \frac{1,05 \times 40}{0,00425} \times 1 = 9882 \text{ kg} \\
 &= 9,8 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4.4.2.3. Perencanaan susunan tiang pondasi

Dari data pembebanan diambil beban yang menentukan yaitu pada Kombinasi III.

$$\text{Didapat : } V_0 = 1568,36 \times 140\% = 2195,70 \text{ ton}$$

$$H_0 = 135,07 \times 140\% = 189,10 \text{ ton}$$

$$M_0 = 1215,60 \times 140\% = 1701,84 \text{ ton}$$

Dimensi tiang pancang :

$$D = 40 \text{ cm}$$

$$L = 23 \text{ m} = 2300 \text{ cm}$$

$$h = 1,611 \text{ (antisipasi terhadap scouring)}$$

Susunan tiang dalam kelompok (lihat **Gmb. 4.15**)

Effisiensi :

$$m = 6$$

$$n = 15$$

$$\begin{aligned}
 \theta &= \tan^{-1}(D/S) = \tan^{-1}(0,4/1,4) \\
 &= 19,985
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_a &= \frac{k \cdot D}{\beta} \cdot \delta_a \\
 &= \frac{1,05 \times 40}{0,00425} \times 1 = 9882 \text{ kg} \\
 &= 9,8 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

4.4.2.3. Perencanaan susunan tiang pondasi

Dari data pembebanan diambil beban yang menentukan yaitu pada Kombinasi III.

$$\begin{aligned}
 \text{Didapat : } V_0 &= 1568,36 \times 140\% = 2195,70 \text{ ton} \\
 H_0 &= 135,07 \times 140\% = 189,10 \text{ ton} \\
 M_0 &= 1215,60 \times 140\% = 1701,84 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

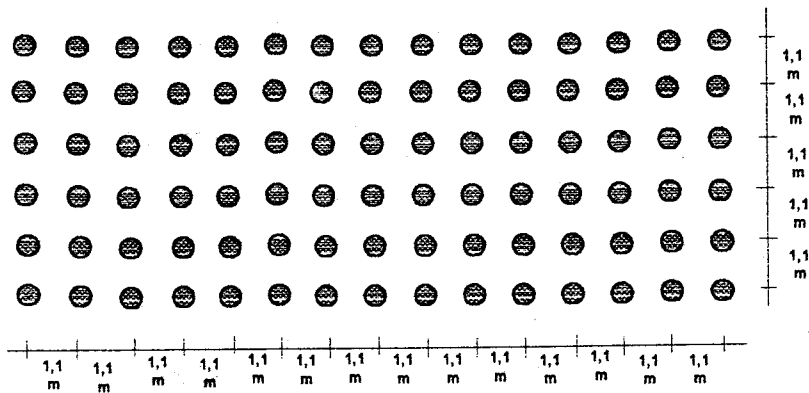
Dimensi tiang pancang :

$$\begin{aligned}
 D &= 40 \text{ cm} \\
 L &= 23 \text{ m} = 2300 \text{ cm} \\
 h &= 1,611 \text{ (antisipasi terhadap scouring)}
 \end{aligned}$$

Susunan tiang dalam kelompok (lihat **Gmb. 4.15**)

Effisiensi :

$$\begin{aligned}
 m &= 6 \\
 n &= 15 \\
 \theta &= \tan^{-1}(D/S) = \tan^{-1}(0,4/1,4) \\
 &= 19,985
 \end{aligned}$$



Gambar 4.15. Susunan tiang pondasi untuk pilar

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n} \\
 &= 1 - 19,98 \frac{((15-1) \times 6) + ((6-1) \times 15)}{90 \times 6 \times 15} \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

Daya dukung 1 tiang

$$R_a = 78,11 \times 0,61 = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_a = 60,60 \times 0,61 = 36,97 \text{ ton}$$

$$H_a = 9,80 \times 0,61 = 5,98 \text{ ton}$$

$$K_v = a \cdot \frac{A_p \cdot E_p}{L}$$

(K_v adalah konstanta pegas arah vertikal)

$$a = 0,041(L/D) - 0,27$$

(untuk tiang beton pratekan)

$$= 0,041(2300/40) - 0,27$$

$$= 2,0875$$

Mutu beton K500

$$A_p = 0,25 \cdot \Pi \cdot (40^2 - 25^2)$$

$$= 765,76 \text{ cm}^2$$

$$E_p = 4700 \cdot \sqrt{f'c}$$

$$= 4700 \cdot \sqrt{50 \times 0,83}$$

$$= 30277,6 \text{ N/mm}^2 = 302776 \text{ kg/cm}^2 = 302,78 \text{ T/cm}^2$$

$$K_v = 2,0875 \times \frac{765,76 \cdot 302,776}{2300}$$

$$= 207,96 \text{ T/cm} = 20796 \text{ T/m}$$

Perhitungan reaksi tiang pada kepala tiang dengan cara perpindahan

(Displacement Method)

1. Perhitungan konstanta pegas pada tiang dalam arah sejajar sumbu tiang, konstanta sumbu tiang dalam arah sejajar sumbu, didapat dari tabel 2.7 :

Untuk $h = 1,611$ m (antisipasi terhadap scouring)

$$\begin{aligned}
 k_1 &= \frac{12 \cdot E \cdot I \cdot \beta^3}{(1 + \beta h)^3 + 2} \\
 &= \frac{12 \cdot 3027760 \cdot 0,001065 \cdot 0,425^3}{(1 + 0,425 \cdot 1,611) + 2} \\
 &= 438,03 \quad \text{t/m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_2, k_3 &= K_1 \cdot \frac{\lambda}{2} = K_1 \cdot \frac{\left(h + \frac{1}{\beta}\right)}{2} \\
 &= 438,03 \cdot \frac{\left(1,611 + \frac{1}{0,425}\right)}{2} \\
 &= 868,16 \quad \text{t/rad}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_4 &= \frac{4 \cdot E \cdot I \cdot (1 + \beta \cdot h)^3 + 0,5}{1 + \beta \cdot h \cdot (1 + \beta \cdot h)^3 + 2} \\
 &= \frac{4 \cdot 3027760 \cdot 0,001065 \cdot (1 + 0,425 \cdot 1,611)^3 + 0,5}{1 + 0,425 \cdot 1,611 \cdot (1 + 0,425 \cdot 1,611)^3 + 2} \\
 &= 2101,46 \quad \text{tm/rad}
 \end{aligned}$$



2. Perhitungan untuk mencari koefisien-koefisien.

Dengan menggunakan konstanta pegas di atas, koefisien-koefisien untuk persamaan tiga dimensi ini dapat diperoleh dengan persamaan-persamaan :

$$A_{xx} = \sum (K_1 \cdot \cos^2 \theta_i + K_v \cdot \sin^2 \theta_i)$$

$$A_{xx(1)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx(2)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx(3)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx(4)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx(5)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx(6)} = 15 \cdot (438,03 \cdot \cos^2(0) + 20796 \cdot \sin^2(0)) = 6570$$

$$A_{xx} = 39423$$

$$A_{xy} = A_{yx} = \sum [(K_v - K_1) \cdot \sin \theta_i \cdot \cos \theta_i]$$

$$A_{xy(1)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(2)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(3)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(4)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(5)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy(6)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \sin(0) \cdot \cos(0)] = 0$$

$$A_{xy} = A_{yx} = 0$$

$$A_{x\alpha} = A_{\alpha x} = \sum [(K_v - K_1) \cdot x_i \cdot \sin\theta_i \cdot \cos\theta_i - K_2 \cdot \cos\theta_i]$$

$$A_{x\alpha(1)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (2,75) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,16 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha(2)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (1,65) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,03 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha(3)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (0,55) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,03 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha(4)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (-0,55) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,16 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha(5)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (-1,65) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,03 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha(6)} = 15 \cdot [(20796 - 438,03) \cdot (-2,75) \cdot \sin(0) \cdot \cos(0) - 868,03 \cdot \cos(0)] = -13022$$

$$A_{x\alpha} = A_{\alpha x} = -78134$$

$$A_{yy} = \sum (K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i)$$

$$A_{yy(1)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy(2)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy(3)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy(4)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy(5)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy(6)} = 15 \cdot (20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) = 311940$$

$$A_{yy} = 1871640$$

$$A_{y\alpha} = A_{\alpha y} = \sum [(K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i) \cdot x_i^2 + K_2 \cdot \sin\theta_i]$$

$$A_{y\alpha(1)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (2,75)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = 857835$$

$$A_{y\alpha(2)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (1,65)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = 514701$$

$$A_{y\alpha(3)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (0,55)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = 171567$$

$$A_{y\alpha(4)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-0,55)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = -171567$$

$$A_{y\alpha(5)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-1,65)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = -514701$$

$$A_{y\alpha(6)} = 15 \cdot [(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-2,75)^2 + 868,16 \cdot \sin(0)] = -857835$$

$$A_{y\alpha} = A_{\alpha y} = 0$$

$$A_{\alpha\alpha} = \sum \left[(K_v \cdot \cos^2 \theta_i + K_1 \cdot \sin^2 \theta_i) \cdot x_i^2 + (K_2 + K_3) \cdot x_i \cdot \sin \theta_i + K_4 \right]$$

$$A_{\alpha\alpha(1)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (2,75)^2 + (868,16 + 88,16) \cdot (2,75) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 2462191$$

$$A_{\alpha\alpha(2)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (1,65)^2 + (868,16 + 868,16) \cdot (1,65) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 923752$$

$$A_{\alpha\alpha(3)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (0,55)^2 + (868,16 + 88,16) \cdot (0,55) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 140208$$

$$A_{\alpha\alpha(4)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-0,55)^2 + (868,16 + 88,16) \cdot (-0,55) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 111559$$

$$A_{\alpha\alpha(5)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-1,65)^2 + (868,16 + 868,16) \cdot (-1,65) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 837805$$

$$A_{\alpha\alpha(6)} = 15 \cdot \left[(20796 \cdot \cos^2(0) + 438,03 \cdot \sin^2(0)) \cdot (-2,75)^2 + (868,16 + 88,16) \cdot (-2,75) \cdot \sin(0) + 2101,46 \right] = 2318945$$

$$A_{\alpha\alpha} = 6794461$$

3. Perhitungan pergeseran pada pusat tumpuan.

Koefisien-koefisien yang telah diperoleh diatas, dimasukkan dalam persamaan , dengan menyelesaikan persamaan tersebut, maka pergeseran pada pusat tumpuan akan diperoleh persamaan :

$$A_{xx} \cdot \delta_x + A_{xy} \cdot \delta_y + A_{x\alpha} \cdot \alpha = H_0$$

$$A_{yx} \cdot \delta_x + A_{yy} \cdot \delta_y + A_{y\alpha} \cdot \alpha = V_0$$

$$A_{\alpha x} \cdot \delta_x + A_{\alpha y} \cdot \delta_y + A_{\alpha\alpha} \cdot \alpha = M_0$$

dengan cara matrik didapat :

$$\begin{bmatrix} 39423 & 0 & -78134 \\ 0 & 1871640 & 0 \\ -78134 & 0 & 6794461 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_x \\ \delta_y \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -189,14 \\ 2195,70 \\ -170184 \end{bmatrix}$$

maka didapat :

$$\delta_x = -0,00541 \quad \text{m}$$

$$\delta_y = 0,00117 \quad \text{m}$$

$$\alpha = -0,00031 \quad \text{rad}$$

4. Perhitungan pergeseran pada setiap kepala tiang

$$\delta_{x_i} = \delta_x \cdot \cos\theta_i - (\delta_y + \alpha \cdot x_i) \cdot \sin\theta_i$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(1)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 2,75)) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(2)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 1,65)) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(3)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 0,55)) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(4)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-0,55))) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(5)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-1,65))) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{x(6)} &= -0,00541 \cdot \cos(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-2,75))) \cdot \sin(0) \\ &= -0,00541 \text{m} \end{aligned}$$

$$\delta_{y_i} = \delta_x \cdot \sin\theta_i + (\delta_y + \alpha \cdot x_i) \cdot \cos\theta_i$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(1)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 2,75)) \cdot \cos(0) \\ &= -0,000315 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(2)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 1,65)) \cdot \cos(0) \\ &= -0,0006582 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(3)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot 0,55)) \cdot \cos(0) \\ &= -0,0010014 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(4)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-0,55))) \cdot \cos(0) \\ &= -0,0013446 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(5)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-1,65))) \cdot \cos(0) \\ &= -0,0016878 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\delta_{y(6)} &= -0,00541 \cdot \sin(0) - (0,00117 - (-0,00031 \cdot (-2,75))) \cdot \cos(0) \\ &= -0,002031 \text{ m}\end{aligned}$$

5. Perhitungan gaya aksial pada setiap tiang

$$P_{N_i} = K_v \cdot \delta_{y_i}$$

$$P_{N(1)} = 20796 \cdot (-0,000315) = 6,551 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_{N(2)} = 20796 \cdot (0,0006582) = 13,688 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_{N(3)} = 20796 \cdot (0,0010014) = 20,825 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_{N(4)} = 20796 \cdot (-0,0013446) = 27,962 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_{N(5)} = 20796 \cdot (0,0016878) = 35,099 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

$$P_{N(6)} = 20796 \cdot (0,002031) = 42,237 \text{ ton} < R_a = 43,98 \text{ ton}$$

OK!

6. Perhitungan gaya dalam arah sumbu orthogonal untuk setiap tiang

$$P_{Hi} = K_1 \cdot \delta_{xi} + K_4 \cdot \alpha$$

$$P_{H(1)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

$$P_{H(2)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

$$P_{H(3)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

$$P_{H(4)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

OK!

$$P_{H(5)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

$$P_{H(6)} = 438,03 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = -2,099 \text{ ton}$$

$$< H_a = 5,98 \text{ ton}$$

7. Perhitungan momen pada kepala tiang

$$M_{ti} = -K_3 \cdot \delta_{xi} + K_4 \cdot \alpha$$

$$M_{t(1)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

$$M_{t(2)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

$$M_{t(3)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

$$M_{t(4)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

$$M_{t(5)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

$$M_{t(6)} = -868,16 \cdot (-0,00541) + 2101,46(-0,00031) = 4,041$$

8. Pemeriksaan dalam arah aksial jembatan

$$V_i = P_{Ni} \cdot \cos\theta_i - P_{Hi} \cdot \sin\theta_i$$

$$V_{(1)} = 6,551 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 96$$

$$V_{(2)} = 13,688 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 205$$

$$V_{(3)} = 20,825 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 312$$

$$V_{(4)} = 27,962 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 419$$

$$V_{(5)} = 35,099 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 526$$

$$V_{(6)} = 42,237 \cdot \cos(0) - ((-2,099) \cdot \sin(0)) = 634$$

$$\sum V = 2195 \cong 2195,7 \quad \text{OK!}$$

$$H_i = P_{Ni} \cdot \sin\theta_i - P_{Hi} \cdot \cos\theta_i$$

$$H_{(1)} = 6,551 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$H_{(2)} = 13,688 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$H_{(3)} = 20,825 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$H_{(4)} = 27,962 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$H_{(5)} = 35,099 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$H_{(6)} = 42,237 \cdot \sin(0) - ((-2,099) \cdot \cos(0)) = -31,48$$

$$\sum V = -189 \cong -189,14 \quad \text{OK!}$$

$$M_i = \sum (M_{Hi} + V_i \cdot x_i)$$

$$M_{(1)} = 15 \cdot (4,041 + (98 \cdot 2,75)) = 331$$

$$M_{(2)} = 15 \cdot (4,041 + (205 \cdot 1,65)) = 399$$

$$M_{(3)} = 15 \cdot (4,041 + (312 \cdot 0,55)) = 232$$

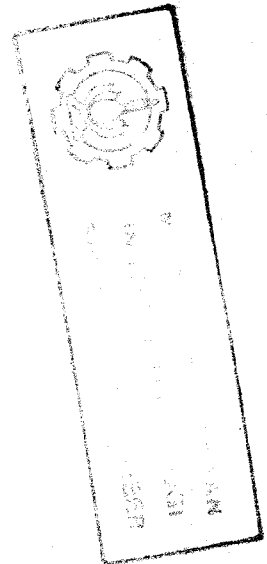
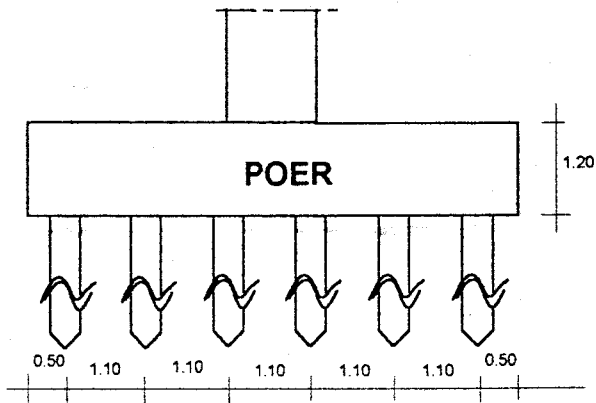
$$M_{(4)} = 15 \cdot (4,041 + (419 \cdot (-0,55))) = -170$$

$$M_{(5)} = 15 \cdot (4,041 + (526 \cdot (-1,65))) = -808$$

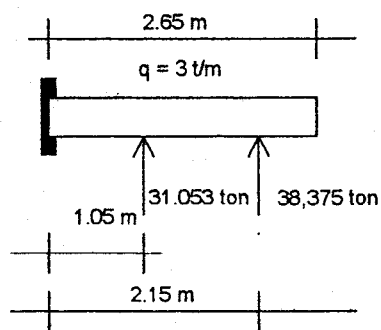
$$M_{(6)} = 15 \cdot (4,041 + (634 \cdot (-2,75))) = -1682$$

$$\sum M = -1697 \cong -1701,84 \quad \text{OK!}$$

4.4.2.4. Perhitungan Perencanaan Poer (pile cap)



Penulangan Lentur



Berat sendiri poer (q)

$$= 1,2 \times 1 \times 2,5$$

$$= 3 \text{ ton/m}$$

$$M_u = (1,05 \times 31,053) + (2,15 \times 38,375) - \left(\frac{1}{2} \times 3 \times 2,65^2 \right)$$

$$= 104,578 \text{ ton-m}$$

$$= 1045780 \text{ N-m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1045780}{0,8} = 1307225 \text{ N-m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{1307225}{1 \times 1,1^2} = 108035124 \text{ N/m}^2$$

$$= 1,08 \text{ MPa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y} \right)} \right]$$

$$= \frac{1}{12,55} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{2 \times 12,55 \times 1,08}{320} \right)} \right]$$

$$= 0,00345 < \rho_{\min} = 0,00475$$

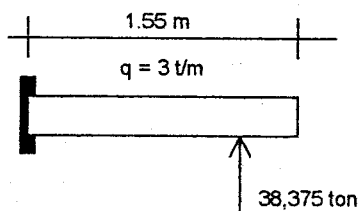
$$A = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,00475 \times 1000 \times 1100$$

$$= 4812,5 \text{ mm}^2$$

dipasang tulangan D32-16cm

Kontrol Geser



$$V_u = 38,375 - (3 \times 1,55)$$

$$= 33,725 \text{ ton}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\rho} = \frac{33,725}{0,6} = 56,208 \text{ ton}$$

$$= 562080 \text{ N}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot b \cdot d = \frac{\sqrt{30}}{6} \times 1000 \times 1100$$

$$= 1004158 \text{ N}$$

$$V_n < V_c$$

OK!

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan perencanaan, secara teknis Sub Struktur Jembatan Kali Porong dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Bangunan atas jembatan direncanakan terdiri dari empat (4) bentang, dengan panjang masing-masing bentang : 30 m, 35 m, 35 m dan 30 m.
2. Bangunan bawah jembatan direncanakan terdiri dari dua (2) abutment pada masing-masing ujung jembatan dan tiga (3) pilar di tengah sungai.
3. Lereng pada masing-masing sisi sungai aman terhadap kelongsoran $F_s > 1$.
4. Scouring yang terjadi pada saat banjir maksimal (10 tahunan) sedalam 1,6 m.
5. Pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang pancang diameter 40 centimeter yang dipancang sampai kedalaman 30m pada abutment dan sedalam 23 meter pada pilar (dari permukaan tanah asli)

5.2. Saran

1. Untuk perencanaan selengkapnya perlu dilakukan perhitungan-perhitungan perencanaan yang lain (mis : perencanaan oprit jembatan, perencanaan conferdam untuk konstruksi pilar).
2. Untuk pelaksanaan perlu di pilih metode yang tepat, agar sesuai dengan hasil perencanaan.
3. Material yang digunakan adalah material dengan mutu yang sesuai dengan perencanaan.

LAMPIRAN 1

DATA TANAH

PROJECT : JEMBATAN

STA / CH :

BORING DEPTH : - 5.00 M

LOCATION : KALI PORONG

GROUND WATER LEVEL : -1.50 M

GROUND SURFACE LEVEL ±0.00

DEPTH (M)	SOIL DESCRIPTION	STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS					δt	Gs	e _o	Sr	δd	n				
		TYPE	C	ψ°	q _u	0	20	40	60							80	100		
0.00 - 0.50	FILL																		
0.50 - 2.00	SILT, BROWN, LITTLE CLAY, TRACE SAND, INORGANIC.	UU	0.14	21	-			32	41	46				1.56	2.66	1.40	78	1.11	58
2.00 - 4.00	SAND, BLACK	UU	0.07	31	-			29						1.90	2.75	0.87	92	1.47	47
4.00 - 5.00	END OF BORING																		

BORE HOLE
B-1

▮ = Thin walled
0 TO 10 % TRACE
10 TO 20 % LITTLE
20 TO 35 % SOME
35 TO 50 % AND

C = Cohesion Kg/cm²
 ψ = Angle internal friction, deg.
UU = Unconsolidated Undrained
CU = Consolidated Undrained
CD = Consolidated Drained
q_u = Unconfined Compressive Strength Kg/cm²


○ = Water content (%)
● = Plastic limit (%)
Δ = Liquid limit (%)

δt = Natural Density (t/m³)
Gs = Specific Gravity
e_o = Void ratio
Sr = Degree of Saturation (%)
 δd = Dry Density (gr/cc)
n = Porosity (%)

PROJECT : JEMBATAN
 LOCATION : KALI PORONG
 STA / CH :
 GROUND WATER LEVEL : -1.00 M
 BORING DEPTH : -5.00 M
 GROUND SURFACE LEVEL ±0.00

DEPTH (M)	SOIL DESCRIPTION	STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS					δt	Gs	e _o	Sr	δd	n		
		TYPE	C	φ°	q _u	0	20	40	60							80	100
0.00 - 1.00	FILL																
1.00 - 2.00																	
2.00 - 3.00	SILT, BROWN, LITTLE CLAY, LITTLE SAND, INORGANIC.	UU	0.14	20	-			30	45	46		1.64	2.73	1.41	87	1.13	59
3.00 - 4.00																	
4.00 - 5.00		UU	0.22	20	-			35	54	60		1.52	2.62	1.65	86	0.99	62
5.00	END OF BORING.																

BORE HOLE
 B-4

 = Thin walled
 0 TO 10 % TRACE
 10 TO 20 % LITTLE
 20 TO 35 % SOME
 35 TO 50 % AND

C = Cohesion Kg/cm²
 φ = Angle internal friction, deg.
 UU = Unconsolidated Undrained
 CU = Consolidated Undrained
 CD = Consolidated Drained
 q_u = Unconfined Compressive Strength Kg/cm²

o = Water content (%)
 ● = Plastic limit (%)
 Δ = Liquid limit (%)

δt = Natural Density (t/m³)
 Gs = Specific Gravity
 e_o = Void ratio
 Sr = Degree of Saturation (%)
 δd = Dry Density (gr/cc)
 n = Porosity (%)

PROJECT : JEMBATAN
 LOCATION : KALI PORONG

STA / CH :
 GROUND WATER LEVEL : -1.50 M

BORING DEPTH : - 5.00 M
 GROUND SURFACE LEVEL ±0.00

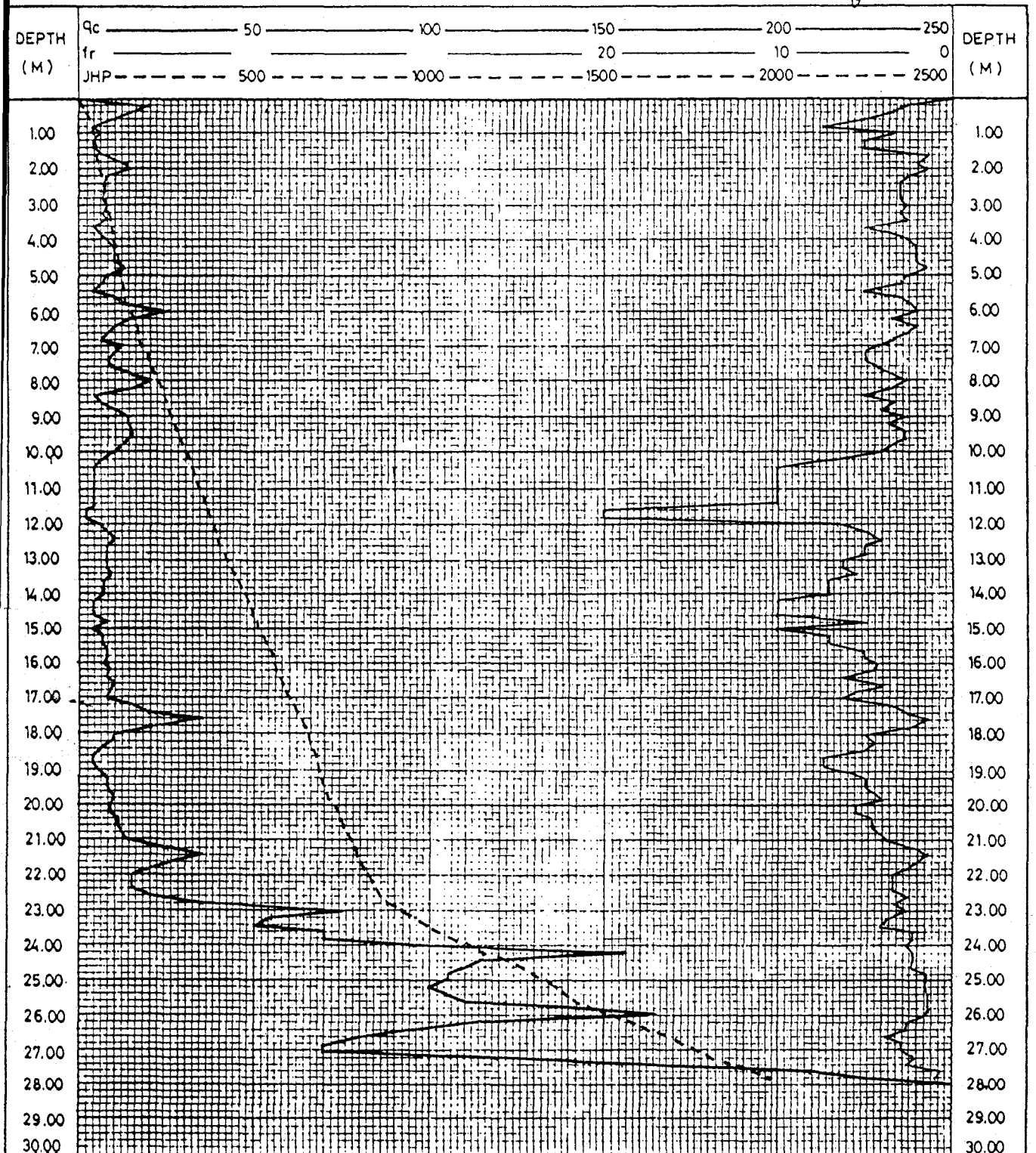
DEPTH (M)	SOIL DESCRIPTION	STRENGTH TEST				ATTERBERG LIMITS					δ_t	Gs	e _o	Sr	δ_d	n	
		TYPE	C	ψ°	q _u	0	20	40	60	80							100
0.00 - 1.00	FILL																
1.00 - 2.00																	
2.00 - 3.00		UU	0.14	18	-			33	42	49		1.63	2.67	1.33	84	1.15	57
3.00 - 4.00	SILT, BROWN, LITTLE CLAY, LITTLE SAND, INORGANIC.																
4.00 - 5.00		UU	0.21	18	-			35	47	59		1.57	2.63	1.46	85	1.07	59
5.00	END OF BORING.																
BORE HOLE	□ = Thin walled B-3 0 TO 10 % TRACE 10 TO 20 % LITTLE 20 TO 35 % SOME 35 TO 50 % AND	C = Cohesion Kg/cm ² ψ = Angle internal friction, deg. UU = Unconsolidated Undrained CU = Consolidated Undrained CD = Consolidated Drained q _u = Unconfined Compressive Strength Kg/cm ²	○ = Water content (%) ● = Plastic limit (%) Δ = Liquid limit (%)	δ_t = Natural Density (t/m ³) Gs = Specific Gravity e _o = Void ratio Sr = Degree of Saturation (%) δ_d = Dry Density (gr/cc) n = Porosity (%)													

DUTCH CONE PENETROMETER TEST

L.4.1.

PROJECT : Jembatan
 LOCATION : Kali Porong
 STA / CH : -
 SOUNDING NO : S-1
 DATE OF TESTING : 25/2/92

DEPTH : -28.00 m
 GROUND SURFACE LEVEL : -
 GROUND WATER LEVEL : -1.40 m
 OPERATOR : AG
 CHECKED BY : [Signature]



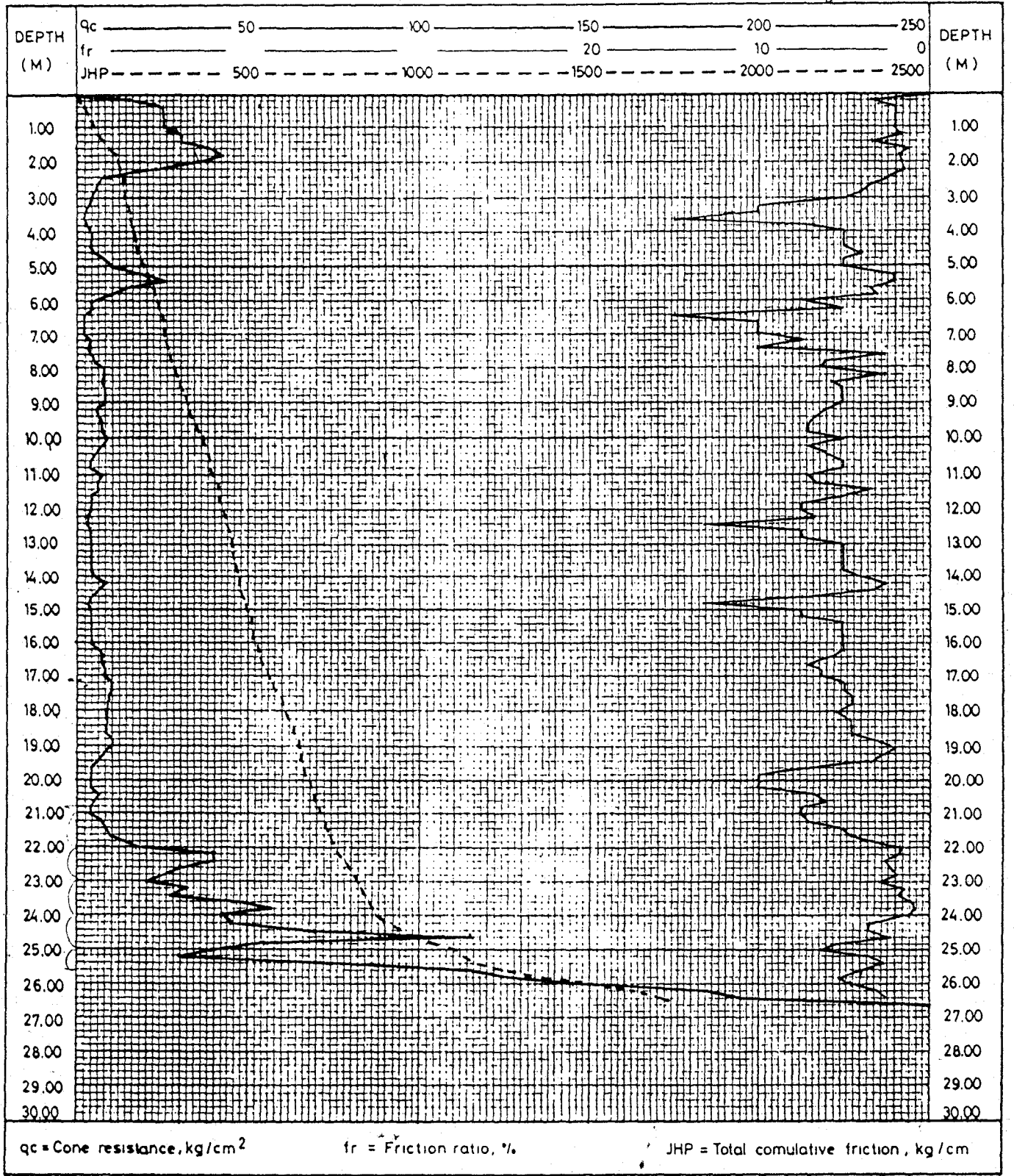
qc = Cone resistance, kg/cm² fr = Friction ratio, % JHP = Total cumulative friction, kg/cm²

DUTCH CONE PENETROMETER TEST

L.4.2.

PROJECT : Jembatan
 LOCATION : Kali Perong
 STA / CH : -
 SOUNDING NO : S-2
 DATE OF TESTING : 25/2/92

DEPTH : - 26.60 m
 GROUND SURFACE LEVEL : -
 GROUND WATER LEVEL : - 1.60 m
 OPERATOR : A.G.
 CHECKED BY : [Signature]



L.2.1

PROJECT : JEMBATAN

LOCATION : KALI PORONG

GROUND WATER LEVEL : -1.40 m

BORING DEPTH : 40 m

STA / CH :

GROUND SURFACE LEVEL :

DEPTH (m)	SOIL DESCRIPTION	STANDART PENETRATION TEST						CONE BARREL TYPE	STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS					γ	e	w _L
		0	10	20	30	40	50		60	TYPE	σ	γ	q _u	20	40	60			
1								STCB											
2								all											
3								> 60											
4	SILT, BROWN, LITTLE CLAY, LITTLE SAND INORGANIC, SOFT.	2																	
5																			
6																			
7		7																	
8	FINE SAND, BLACK, LOOSE :																		
9																			
10		4																	
11																			
12	CLAY, BLACK, LITTLE SAND, INORGANIC, VERY SOFT TO SOFT.																		
13		1																	
14																			
15																			
16		1																	
17																			
18																			
19	CLAY, BLACK, LITTLE SILT, TRACE CRUSHED SHELL, INORGANIC, VERY SOFT TO SOFT.	6																	
20																			

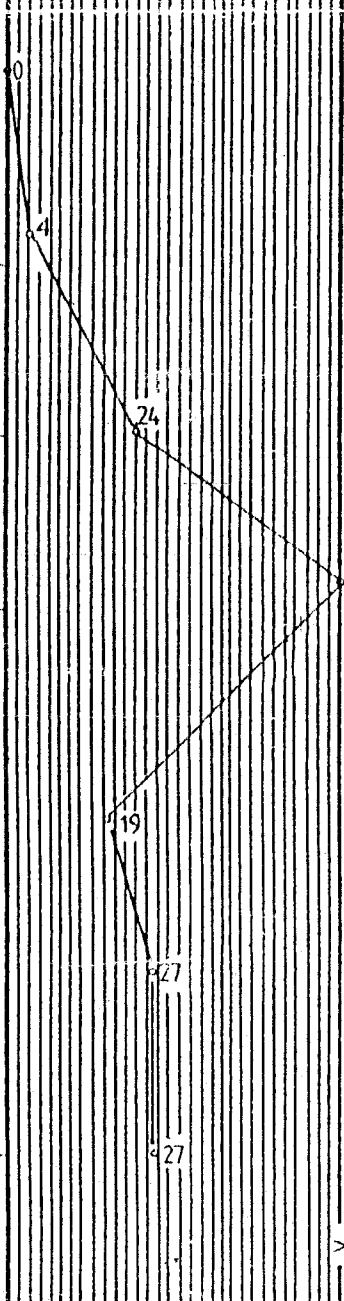
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

SILT, BROWN, LITTLE SAND, INORGANIC

SAND AND GRAVEL, GREENISH GREY, MEDIUM DENSE TO VERY DENSE

SILT, BROWN, LITTLE SAND, INORGANIC, MEDIUM TO DENSE

END OF BORING.



> 60

NOTE

Borel Type :
 STCB = Single Tube Core Borel
 DTCB = Double Tube Core Borel
 TFCB = Triple Tube Core Borel
 U = THIN WALLED
 SPT

C = Coneston Kg/cm²
 γ = Angel Internal friction, deg
 U = Unconsolidated Undrained
 CU = Consolidated Undrained
 CD = Consolidated Drained
 SPT = Standard Penetration Test (blows/30 Cm)
 Qu = Unconfined Compressive Strength, Kg/cm²

w = Wn = Moisture Content %
 p = Wp = Plastic Limit %
 L = Wl = Liquid Limit %
 ρ = Bulk density g/cc
 Gs = Specific gravity
 e = Void ratio

BOREHOLE NO:

DB-1

PROJECT : JEMBATAN

LOCATION : KALI PORONG

GROUND WATER LEVEL -1.60 m

BORING DEPTH - 40 m

STA / CH

GROUND SURFACE LEVEL

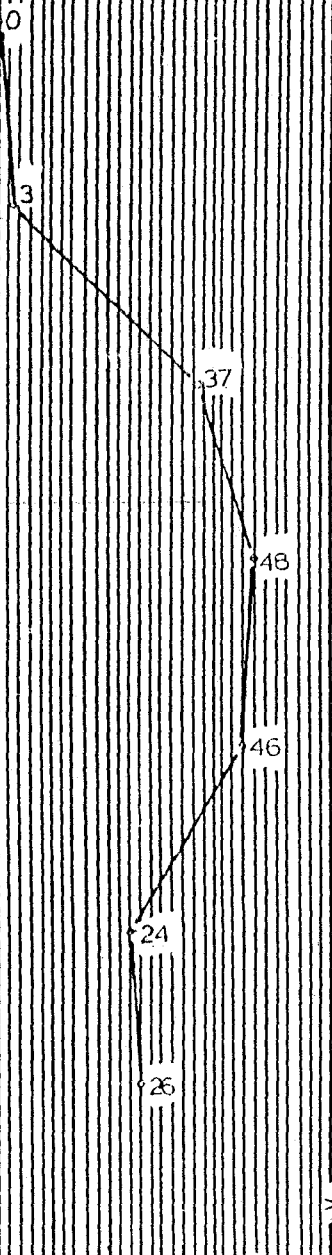
DEPTH (m)	SOIL DESCRIPTION	STANDART PENETRATION TEST						CORE SAMPLE TYPE	STRENGTH TEST				ATTENBERG LIMITS								
		0	10	20	30	40	50		60	TYPE	σ	γ	q _u	20	40	60	80	100	w _L	w _p	U _c
1	GRAVEL, BLACK								STCB												
2																					
3																					
4	SILT, BLACK, LITTLE CLAY, LITTLE SAND, INORGANIC, SOFT.																				
5																					
6																					
7																					
8																					
9	COARSE SAND, BLACK.																				
10																					
11																					
12	SILT, BLACK, LITTLE CLAY, INORGANIC, VERY SOFT TO SOFT.																				
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20	CLAY, BLACK, LITTLE SAND, TRACE CRUSHED SHELL, INORGANIC, VERY SOFT TO SOFT.																				

22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

SILT BROWN, LITTLE SAND, INORGANIC, HARD.

COARSE SAND, BLACK, MEDIUM DENSE

END OF BORING.



NOTE

Borel Type :
 STCB = Single Tube Core Borel
 DTCB = Double Tube Core Borel
 TTCCB = Triple Tube Core Borel
 W = THIN WALLED
 S = SPT

C = Cohesion Kg/cm²
 γ = Angel Internal friction, deg
 U = Unconsolidated Undrained
 CU = Consolidated Undrained
 CD = Consolidated Drained
 SPT = Standard Penetration Test (blows/30 Cm)
 q_u = Unconfined Compressive Strength, Kg/cm²

w = W_n = Moisture Content %
 p = W_p = Plastic Limit %
 L = W_L = Liquid Limit %
 ρ = Bulk density g/cc
 e = Specific gravity
 v_v = Void ratio

BOREHOLE NO:
 DB-2

PROJECT : JEMBATAN

LOCATION : KALI PORONG

GROUND WATER LEVEL + 7.00m

BOHRING DEPTH : 21.00m

STA / CH : -

GROUND SURFACE LEVEL :

DEPTH (m)	SOIL DESCRIPTION	STANDART PENETRATION TEST						CONE BANEL TYPE	STRENGTH TEST			ATTKABERS LIMITS					T	B _v	C _v
		0	10	20	30	40	50		60	TYPE	σ	γ	q _s	20	40	60			
1	COARSE SAND, BLACK, VERY LOOSE.							STCB all >60											
2																			
3	COARSE SAND, BLACK, CONTAINS ORGANIC MATERIAL.	3																	
4																			
5	SAND, DARK GREY, LITTLE CLAY, TRACE CRUSHED SHELL, VERY LOOSE.	5																	
6																			
7	CLAY, DARK GREY, LITTLE CRUSHED SHELL, INORGANIC.	1																	
8																			
9	SILT, GRENISH GREY, LITTLE CLAY, TRACE CRUSHED SHELL, INORGANIC, VERY SOFT.	0																	
10																			
11	SAND, BROWN, LITTLE SILT, MEDIUM DENSE.	1																	
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			

22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42

SILT, BROWN, LITTLE SAND, INORGANIC,
VERY STIFF TO HARD.

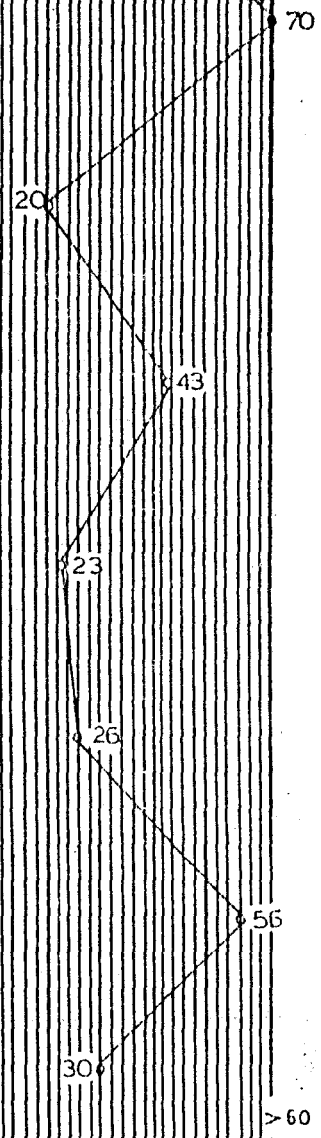
SILT AND COARSE SAND, BROWN,
HARD / DENSE.

SILT, BROWN, LITTLE SAND, INORGANIC,
VERY STIFF.

COARSE SAND, DARK GREY, TRACE SILT,
VERY DENSE.

SILT, DARK GREY, LITTLE SAND,
VERY STIFF.

END OF BORING.



NOTE

Borel Type :
 STCB = Single Tube Core Borel
 DTCB = Double Tube Core Borel
 TTCCB = Triple Tube Core Borel
 U = THIN WALLED
 S = SPT

C = Cohesion Kg/cm²
 γ = Angel Internal friction, deg
 U = Unconsolidated Undrained
 CU = Consolidated Undrained
 CD = Consolidated Drained
 SPT = Standard Penetration Test (blows/30Cm)
 Q_u = Unconfined Compressive Strength, Kg/cm²

w = W_n = Moisture Content %
 P_L = W_p = Plastic Limit %
 L_L = W_L = Liquid Limit %
 γ_s = Bulk density g/cc
 G_s = Specific gravity
 e = Void ratio

BOREHOLE NO:

DB-3

LAMPIRAN 2

DATA CURAH HUJAN

DATA HUJAN TAHUNAN TR. 19 98

LOKASI STASIUN: PONGORA 110 771
 Laporan Tahunan: Formulin 171
 DAAS: DAAS Cabang: Korpri Propinsi

CAMATAN: PONGORA
 EVAS: 7r150
 NOMOR PETA: -
 ORDINAT: -
 BANG DINAS: SIDILASO CABANG SIE. PONGORA.

ANGGAL	JAN	FEB	MAR	APR	MET	JUN	JUL	AGST	SEIP	OKT	NOV	DES
1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
3	16	6	20	1	-	-	-	-	-	-	-	9
4	-	1	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	0	20	33	10	-	-	-	-	-	0	22	5
6	3	7	-	8	-	-	-	-	-	-	6	-
7	0	8	1	2	-	-	-	-	-	-	29	0
8	5	0	22	-	-	-	-	-	-	-	-	0
9	2	75	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0
10	-	15	0	-	-	-	-	-	-	-	-	19
11	0	11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3
12	40	28	-	56	-	-	-	-	-	-	-	18
13	13	4	20	-	-	-	-	-	-	-	-	66
14	0	7	27	-	-	-	-	-	-	-	-	6
15	7	2	33	-	-	-	2	-	-	-	-	14
16	8	25	-	-	18	-	-	-	-	-	-	20
17	18	16	1	-	2	-	-	-	-	-	8	-
18	-	3	22	8	-	-	-	-	-	-	4	8
19	-	24	2	-	-	-	-	-	-	-	-	6
20	40	25	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	5	40	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
22	15	1	0	12	-	-	-	-	-	-	-	-
23	20	0	14	-	-	-	-	-	-	-	0	-
24	6	-	77	-	-	-	-	-	-	-	5	-
25	3	0	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
26	0	1	-	-	1	-	-	-	-	-	12	29
27	70	25	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-
28	55	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
29	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tal	481	367	229	120	33	-	7	3	-	0	75	233
Projan	26	26	17	9	5	-	1	1	-	1	6	77
an Max	70	75	33	84	18	-	7	3	-	0	22	66
al selahun *	1.472 mm											
Kedalaman dalam 10 tahun terakhir *												
mm												

ELASAN
 diambil dari form 11 - E / register dan sebagainya
 pekerjaan bertahap setiap bulan
 dan hujan dalam mm
 orang di/di per Cabang Dinas dan hujan sudah
 diuk Propinsi awal bulan Pebruari tahun berikutnya

DATA HUJAN TAHUNAN TH. 19 95..

STASIUN Porong / NO 171 Laporan Tahunan
 Formulasi 17 - E
 DAS / NO DAS _____ Cabang → Koorwil → Propinsi

KAMATAN Porong

EVASI 7.150

MOR PETA -

ORDINAT -

BANG DINAS Sidoarjo, Cab. Sekel Porong

ANGGAL	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGST	SEP	OKT	NOV	DES
1	1	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	46	14	-	-	-	-	-	-	-	-	0
3	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	5
4	12	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	10
5	-	12	3	8	-	-	-	-	-	-	-	15
6	17	13	2	12	-	1	1	-	-	-	1	2
7	4	6	3	66	-	1	-	-	-	-	-	0
8	20	15	2	3	-	-	3	-	-	-	-	-
9	-	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	0
10	-	23	-	2	-	8	2	-	-	-	-	-
11	21	20	-	16	-	-	1	-	-	-	-	0
12	12	10	25	1	-	-	-	-	-	-	-	41
13	3	1	9	13	-	-	-	-	-	-	-	22
14	-	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	9	-	19	-	-	6	-	-	-	-	6	9
16	2	-	5	-	-	7	-	-	-	-	35	17
17	2	-	4	-	-	-	-	-	-	-	5	10
18	-	39	22	2	-	23	-	-	-	-	2	0
19	1	18	18	-	-	15	-	-	-	-	6	-
20	36	19	30	-	-	7	-	-	-	-	4	-
21	16	25	2	-	-	1	-	-	-	-	14	-
22	6	-	143	-	-	10	-	-	-	-	4	-
23	81	-	-	-	-	1	-	-	-	15	10	-
24	1	8	5	-	-	-	-	-	-	-	3	-
25	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
26	1	23	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5
27	2	17	-	-	-	3	-	-	-	-	20	-
28	-	7	-	2	-	-	-	-	-	-	0	-
29	5	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-
30	9	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	277	330	338	174	-	77	7	-	-	15	114	138
Jari Hujan	22	20	20	13	-	11	4	-	-	1	16	16
Hujan Max	81	46	143	66	-	23	3	-	-	15	35	41
Total setahun =	1470				mm							
Rata-rata dalam 10 tahun terakhir =												mm

UNJELASAN
 data diambil dari form 11 - E / register dan konsepnya
 pekerjaan bertahap setiap bulan
 satuan hujan dalam mm
 laporan dijilid per Cabang Dinas dan harus sudah
 masuk Propinsi awal bulan Pebruari tahun berikutnya

Formulir 12
 LAPORAN TAHUNAN
 SEKSI DAERAH/PUSAT
 PETA No _____
 COORDINAT _____
 KECAMATAN PORONG
 NAMA STASIUN PORONG
 No. STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN 7,15 Meter SEKSI Sibario TAHUN 1977

TANGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP
1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	34	12	5	-	-	-	-	-	-	-	-
3	25	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
4	23	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	10	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	70	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-
8	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	16	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	13	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-
11	0	19	-	25	-	-	-	-	-	-	-
12	46	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	55	15	-	15	-	-	-	-	-	-	-
14	60	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	45	6	-	13	-	-	-	-	-	-	-
16	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-
18	15	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
19	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	9	-	41	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	31	6	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	14	34	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-
28	8	16	19	-	-	-	-	-	-	-	-
29	21	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-
31	57	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	606	220	388	53	-	-	-	-	-	-	-
HARI Hujan	12	14	17	3	-	-	-	-	-	-	-
MAX	70	31	65	25	-	-	-	-	-	-	-

TOTAL PER TAHUN

MM.

RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR

Formulir 12
 LAPORAN TAHUNAN
 SEKSI DAERAH/PUSAT

PETA No _____
 COORDINAT _____
 KECAMATAN PORONG
 NAMA STASIUN PORONG
 No. STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN 7.15 SEKSI SIDOARJO TAHUN 1

BULAN	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV
1	-	-	-	-	90	-	-	-			-
2	-	4	-	-	130	-	-	-			-
3	-	-	-	-	-	-	-	-			-
4	-	2	-	-	19	-	-	-			-
5	-	3	-	-	-	-	-	-			-
6	-	-	-	-	-	-	-	-			-
7	-	-	11	-	-	15	-	-			-
8	-	35	-	2	-	-	-	-			-
9	72	15	-	2	-	3	-	-			-
10	-	5	75	-	-	-	-	-			-
11	3	-	27	-	-	-	-	-			-
12	-	-	-	-	-	30	-	-			-
13	-	-	-	-	-	-	-	-			-
14	-	11	-	-	-	-	-	-			-
15	-	-	-	20	-	-	-	-			-
16	-	7	-	-	-	-	-	-	T	T	-
17	-	25	-	-	-	45	-	-	H	H	23
18	-	-	-	-	-	1	-	-	I	I	-
19	32	-	-	-	-	19	-	-	K	K	-
20	23	-	-	-	-	-	-	-			4
21	50	-	15	16	-	-	3	3			-
22	37	-	11	30	-	-	-	-			-
23	-	30	-	-	-	-	-	-			-
24	-	-	-	-	-	-	-	-			-
25	6	-	-	-	-	-	-	-			-
26	-	-	-	-	-	-	-	-			2
27	-	-	-	25	-	-	-	-			-
28	12	-	-	-	-	-	-	-			-
29	3	-	-	-	-	-	-	-			-
30	5	-	-	-	-	-	-	-			16
31	8	-	-	-	-	-	-	-			-
TOTAL	251	137	139	95	239	113	3	3			45
HARI HUJAN	11	10	5	6	3	6	1	1			4
MAX.	72	35	75	30	130	45	3	3			23

TOTAL PER TAHUN 1350

MM

RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR

12
 N TAHUNAN
 DAERAH/PUSAT
 ETA No
 ORDINAT
 CAMATAN PORONG ✓
 MA STASIUN PORONG
 STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN 5 Meter SEKSI STDOARJO TAHUN 1992

	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	74	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	60	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	7
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	12
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
	-	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	11	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	14
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	49
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
	296	-	164	-	-	-	-	-	-	-	49	270
	7	-	7	-	-	-	-	-	-	-	6	15
	74	-	40	-	-	-	-	-	-	-	15	50

TAHUN 779

MM.

RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR

MM.

No. 12
 TAHUNAN
 DAERAH/PUSAT
 PETA No
 COORDINAT
 KECAMATAN
 NAMA STASIUN
 No. STASIUN

HUJAN TAHUNAN

PONONG
 PONONG
 177

KETINGGIAN ± SEKSI SIDOARJO TAHUN 1991.

JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
-	30	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-
62	2	75	-	-	-	-	-	-	-	-	22
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	29	4	23	-	-	-	-	-	-	-	22
19	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
46	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	19	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-
-	10	-	17	-	-	-	-	-	-	-	-
30	3	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
30	6	-	12	-	-	-	-	-	-	7	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	27	7	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	25	6	-	-	-	-	-	-	-	-
37	7	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-
14	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-
-	50	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
15	35	-	25	-	-	-	-	-	-	-	10
17	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
415	257	160	192	-	-	-	-	-	-	34	60
20	16	6	14	-	-	-	-	-	-	3	4
62	50	75	50	-	-	-	-	-	-	20	22

PER TAHUN 1.221. MM RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR 1.345 MM

Formulir 12
LAPORAN TAHUNAN
SEKSI DAERAH/PUSAT

PLTA No

COORDINAT

KECAMATAN

NAMA STASIUN

No STASIUN

HUJAN TAHUNAN

PORONG

PORONG

171

KETINGGIAN

SEKSI SIDOARJO TAHUN 1990

TANGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DE
1	35		56									
2	35	37	11									
3	16	4	11									
4	15	15										
5	16		3	13								
6	8	26	1	3								
7	7	32										
8			18									
9		8		7	9							
10												
11												
12	33		7									
13	10	21										
14	35			5								
15	40											
16												
17	36		20	13	9							
18			11	23								
19	6		20									
20	20		52		11							
21			5	14								
22	5				38	13						
23	11		31									
24		1			11	89						
25	15		66	30	25							
26	10	12			2							
27	15	72			31							
28	30	44										
29	20										1	
30												8
31												
TOTAL	418	272	312	108	136	102	-	-	-	-	1	361
HARI HUJAN	21	11	14	8	8	2	-	-	-	-	1	14
MAX	40	72	66	30	38	89	-	-	-	-		50

TOTAL PER TAHUN 1.710 MM RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR 1.553

Formulir 12
LAPORAN TAHUNAN
SEKSI DAERAH/PUSAT

PETA No _____

COORDINAT _____

KECAMATAN PORONG

NAMA STASIUN PORONG

No. STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN _____ SEKSI SIDOARJO TAHUN 1989

TANGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	-	-	6	42	-	-	-	-	-	-	47
2	-	-	3	-	-	4	-	-	-	-	-	-
3	42	14	-	17	-	-	-	-	-	-	4	-
4	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	7	-	-	54	-	-	19	-	-	-	-
6	27	8	-	20	18	-	-	-	-	-	-	17
7	7	15	-	2	-	16	-	-	-	-	-	-
8	-	-	28	8	-	-	-	-	-	-	-	10
9	-	40	25	-	-	-	-	-	-	-	-	23
10	-	-	28	7	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
12	-	27	-	-	-	5	-	-	-	-	-	30
13	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
14	-	11	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-
15	-	24	-	-	17	-	-	-	-	-	-	32
16	9	-	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	3	-	10	33	-	-	-	-	-	-	10	-
18	-	9	-	-	9	-	-	-	-	-	-	17
19	2	-	-	-	-	8	36	-	-	-	-	-
20	-	-	7	-	-	25	11	-	-	-	-	-
21	3	4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	13	-	1	-	7	-	20	-	-	-	-	-
23	27	5	-	6	23	-	-	-	-	-	-	-
24	15	-	-	39	67	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-
26	17	-	-	75	53	-	-	-	-	-	-	-
27	-	16	34	72	-	-	-	-	-	-	-	-
28	60	9	10	10	-	-	-	-	-	38	-	-
29	6	-	15	45	-	-	-	-	-	-	-	-
30	7	-	6	-	3	-	-	-	-	101	-	-
31	-	-	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	328	196	284	340	312	102	67	19	-	139	14	179
HARI HUJAN	15	15	14	13	11	7	3	1	-	2	2	8
MAX	90	40	57	75	67	42	36	19	-	101	10	47

TOTAL PER TAHUN 1.980 MM. RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR M

PETA No _____

COORDINAT _____

KECAMATAN PORONG

NAMA STASIUN _____

No. STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN _____

SEKSI SIDOGARJO

TAHUN 1988

TANGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7
3	-	-	-	4	-1	-	-	-	-	-	-	2
4	16	27	-	-	1	-	-	27	-	-	18	-
5	2	21	-	-	2	9	-	14	-	-	-	-
6	7	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	48	-	-	-	-	27	-	-	-	-	-	-
8	-	6	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	68	3	5	-	-	-	-	-	-
10	-	-	27	-	16	13	-	-	-	-	-	-
11	13	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
12	20	19	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
13	-	7	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
14	3	-	10	-	-	-	-	-	-	-	4	-
15	5	10	6	-	-	6	-	-	-	-	7	-
16	-	2	56	-	-	-	-	-	-	-	68	23
17	-	-	8	-	-	2	-	-	-	29	4	-
18	-	5	2	11	-	-	-	-	-	-	-	6
19	-	6	32	15	2	-	-	-	-	-	-	7
20	22	10	9	2	-	6	-	-	-	-	-	6
21	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	43
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
23	3	5	-	-	8	-	-	-	-	-	5	-
24	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	22
25	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	31	-
26	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	60	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	14
28	19	-	8	4	-	-	-	-	-	-	-	25
29	1	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	16
30	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	10	-
31	5	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	84
OTAL	228	124	200	106	53	71	-	41	-	29	151	278
HARI Hujan	15	12	16	7	10	8	-	2	-	1	9	13
MAX.	60	27	56	68	16	27	-	27	-	29	68	84

TAL PER TAHUN

1.284

MM.

RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR

MM.

nulir 12
 ORAN TAHUNAN
 SI — DAERAH/PUSAT

PETA No _____

COORDINAT _____

KECAMATAN PCRONG

NAMA STASIUN PCRONG

No. STASIUN 171

HUJAN TAHUNAN

KETINGGIAN _____

SEKSI SIDOARJO

TAHUN 1987.

INGGAL	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
1	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	34
2	22	6	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	23	-	16	-	-	37	-	-	-	-	-	-
5	21	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
6	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
7	2	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	15
8	4	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	30	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
13	17	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
14	18	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	8
15	+	-	-	-	-	-	11	-	-	-	-	32
16	+	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
17	8	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	+	16	2	-	-	-	-	-	-	-	5	10
19	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	-
20	2	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	82	13	19	8	-	-	-	-	-	-	5	-
22	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	39
23	6	25	14	27	-	-	-	-	-	-	9	11
24	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	-
26	17	12	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3
27	20	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	10	-	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TAL	284	257	123	59	13	37	11	-	-	-	101	231
ARI JAN	16	19	8	4	1	1	1	-	-	-	6	15
AX.	82	30	38	24	13	37	11	-	-	-	41	43

AL PER TAHUN

1.116 MM.

RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR

MM.

ulir 12
 RAN TAHUNAN
 I... DAERAH/PUSAT

HUJAN TAHUNAN

PETA No _____
 COORDINAT _____
 KECAMATAN PORONG
 NAMA STASIUN PORONG
 No. STASIUN 171

KETINGGIAN _____ SEKSI SIDOARJO TAHUN 1986

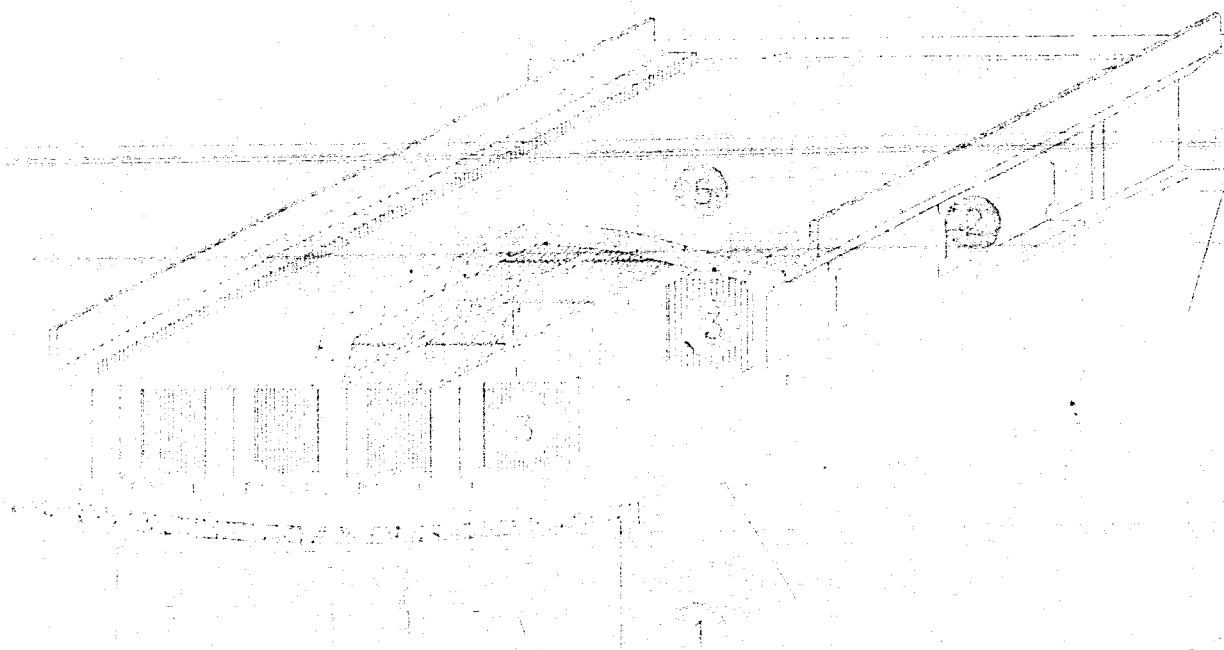
BULAN	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOP	DES
	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	21	-	2	-	6	-	-	-	-
	17	-	75	6	-	24	-	-	-	-	-	-
	-	43	-	10	-	3	-	-	-	-	-	-
	89	45	3	34	-	25	-	-	-	-	-	-
	26	-	-	10	-	-	-	-	-	-	15	-
	1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-
	14	47	24	9	-	-	-	-	-	-	-	-
	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	41	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	6
	-	75	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105
	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	24	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	-	-	26	-	-	-	-	-	-	-	2
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-
	1	19	6	-	-	-	-	-	-	-	7	-
	4	-	90	-	-	7	-	-	-	-	-	-
	-	19	31	5	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	16	6	-	-	-	-	-	-	2
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15
	7	-	69	-	1	-	-	-	-	-	6	5
	12	-	-	-	-	70	-	-	-	-	9	-
	11	-	26	-	-	11	-	-	-	-	6	-
	-	38	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	-	-	-	-	63	-	-	-	-	-	-
	-	-	7	-	-	12	-	-	-	-	-	3
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
L	305	319	394	193	7	224	-	6	-	2	54	141
N	16	8	11	13	2	10	-	1	-	1	6	8
I.	89	75	90	34	6	70	-	6	-	2	15	105

PER TAHUN 1.645 MM. RATA-RATA 10 TAHUN TERAKHIR MM.

LAMPIRAN 3

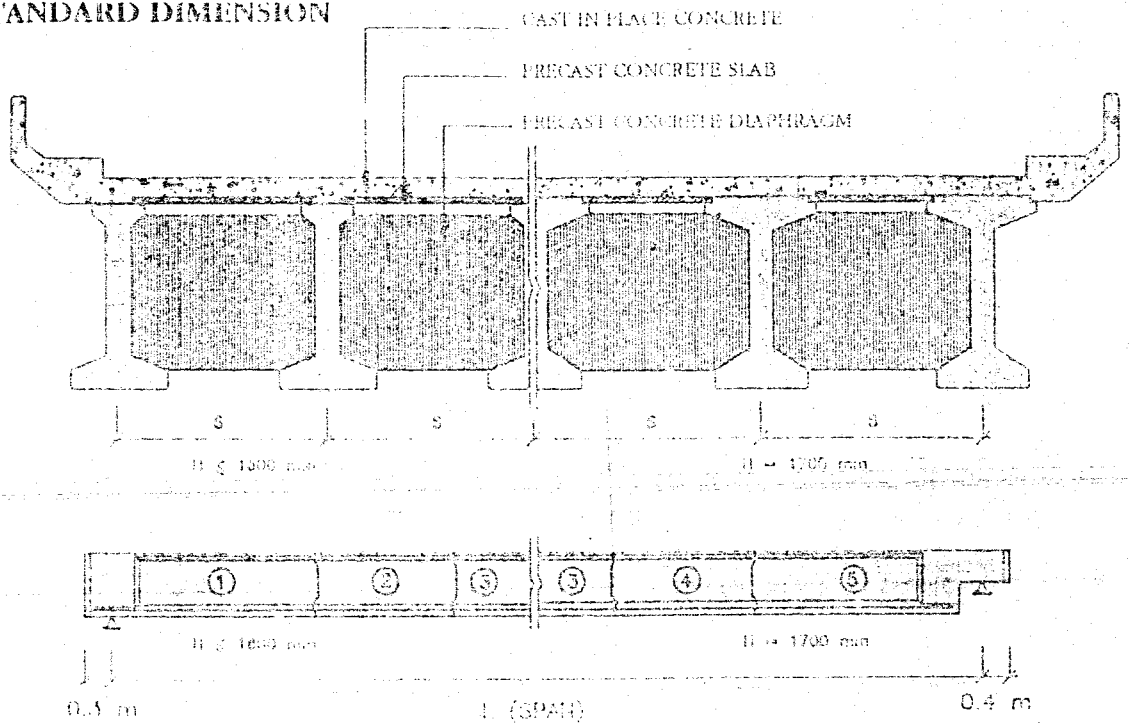
DATA MATERIAL
BANGUNAN ATAS

CONSTRUCTION STAGES AT SITE

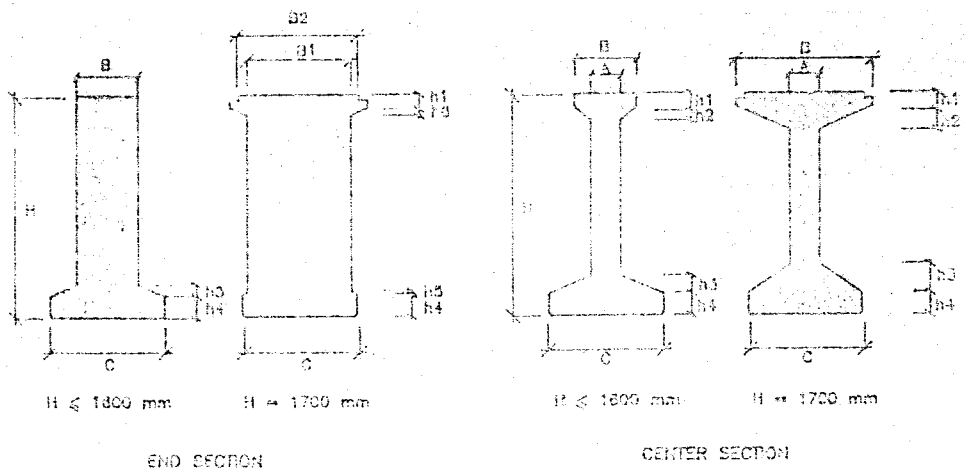


- 1. Abutment
- 2. Prestressed Segmental beam
- 3. Diaphragm - End
- Centre
- 4. P.C Slab
- 5. Cast in Place Concrete

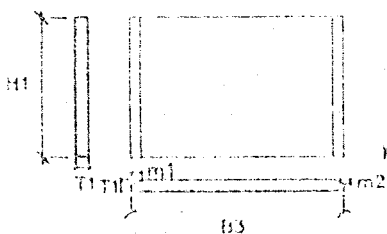
D. STANDARD DIMENSION



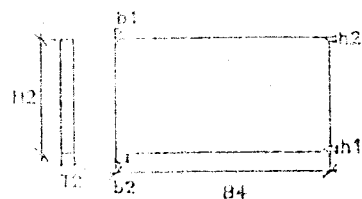
PRECAST CONCRETE BEAM



PRECAST CONCRETE SLAB



PRECAST CONCRETE DIAPHRAGM



1. P.C SEGMENTAL BEAM

Span m	H mm	s mm	h1 mm	h2 mm	h3 mm	h4 mm	h5 mm	h6 mm	A mm	B mm	B1 mm	B2 mm	C mm	Total segment	Max weight in segment	total
16	900	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	3	45	11
17	900	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	3	45	12
18	900	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	3	45	13
19	900	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	5	45	13
	1250	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	5	5	13
20	900	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	5	45	13
22	1250	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	5	5	20
23	1250	1850	75	75	100	125	62.5	-	170	350	-	-	650	5	5	23
25	1000	1850	125	75	100	125	21	-	170	550	-	-	700	5	8	37
30	1000	1850	125	75	100	225	21	-	180	550	-	-	700	6	8	41
	1700	2000	200	120	250	250	50	40	200	800	100	100	700	5	15.3	65
31	1000	1850	125	75	100	275	21	-	180	550	-	-	650	6	8	41
33	1000	1850	125	75	100	275	21	-	170	550	-	-	650	6	8	43
35	1000	1850	125	75	100	275	21	-	170	550	-	-	650	7	8	43
	1700	2000	200	120	250	250	50	40	200	800	100	100	700	7	12.5	71
40	1700	1500	200	120	250	250	50	40	200	800	100	100	700	7	13.6	77

2. PC SLAB

ITEM	H = 900 mm L (Span)		H = 1250 mm		H = 1600 mm L (Span)		H = 1700 mm L (Span)		
	20 mm	Other	mm	35 m	Other	30 m	35 m	40 m	
B1 mm	1300	1300	1000	1000	1000	1000	1300	1300	800
H1 mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
H2 mm	70	70	70	70	70	70	70	70	70
nd mm	45	45	45	45	45	45	45	45	45
mc mm	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Weight kg	200	217	217	200	217	217	212	113	

3. P.C DIAPHRAGM CENTRE

Span m	H1 mm	H2 mm	T2 mm	h1 mm	h2 mm	h3 mm	h4 mm	Weight kg
16	1620	700	150	300	107	125	89	300
17	1620	700	150	300	107	125	89	300
18	1620	700	150	300	107	125	89	300
19	1620	700	150	300	107	125	89	300
	1620	1050	150	300	107	125	89	505
20	1620	700	150	300	107	125	89	300
22	1620	1050	150	300	107	125	89	505
25	1620	700	150	300	107	125	89	300
28	1620	1250	150	200	235	120	95	705
30	1620	1250	150	200	235	120	95	705
	2100	1450	200	300	280	205	135	1275
31	1620	1250	150	200	235	120	95	705
33	1620	1250	150	200	235	120	95	705
35	1100	1250	150	200	235	120	95	705
	1700	1250	200	300	280	205	135	1100
40	1200	1250	200	300	280	205	135	750

END

Span m	B4 mm	H2 mm	T2 mm	h1 mm	h2 mm	h3 mm	h4 mm	Weight kg
16	1440	700	200	-	85	205	-	475
17	1440	700	200	-	85	205	-	475
18	1440	700	200	-	85	205	-	475
19	1440	700	200	-	85	205	-	475
	1440	1050	200	-	85	205	-	715
20	1440	700	200	-	85	205	-	475
22	1440	1050	200	-	85	205	-	715
25	1440	1050	200	-	85	205	-	715
28	1240	1250	200	-	40	100	-	740
30	1240	1250	200	-	40	100	-	740
	1640	650	250	100	65	50	115	1305
31	1300	1250	200	-	40	100	-	740
33	1240	1250	200	-	40	100	-	740
35	1240	1250	200	-	40	100	-	740
	1370	680	250	100	65	50	115	1070
40	870	650	250	100	65	50	115	680

WIKA PILE SPECIFICATION

No.	Depth (mm)	Chord (mm)	Case	Time (Days)	Temp. (°C)	Wt. (kg)	Concrete (kg)	Alloy (kg)	Wt. (kg)	Wt. (kg)	Wt. (kg)	Wt. (kg)
1	350	70	A1	7	8	3.09	615.75	3711.17	46.74	92.15	3.50	5.25
			A3	7	12	4.62	615.75	3734.91	66.67	88.89	4.20	6.30
			B	7	16	6.16	615.75	3758.65	84.43	85.97	5.00	9.00
			C	9	12	7.63	615.75	3781.43	100.95	83.26	6.00	12.00
2	400	75	A2	7	12	4.62	765.77	5405.79	55.25	112.87	5.50	8.25
			A3	7	16	6.16	765.77	5432.93	70.73	109.71	6.50	9.75
			B	9	12	7.63	765.77	5458.95	80.16	107.79	7.50	13.50
			C	7	20	7.70	765.77	5480.06	84.84	106.83	7.50	13.50
			C	9	16	10.18	765.77	5503.81	105.53	102.62	9.00	18.00
3	450	80	A1	7	12	4.62	929.91	7409.79	46.49	139.23	7.50	11.25
			A2	7	16	6.16	929.91	7532.03	59.97	135.90	8.50	12.75
			A3	9	12	7.63	929.91	7562.96	67.46	134.04	10.00	15.00
				7	20	7.70	929.91	7584.27	72.49	132.79	10.00	15.00
			B	7	24	9.24	929.91	7596.51	84.05	129.92	11.00	19.50
			C	9	20	12.72	929.91	7669.56	108.62	123.85	12.50	25.00
4	500	90	A1	7	16	6.16	1159.25	10362.44	49.45	172.86	10.50	15.75
			A2	7	20	7.70	1159.25	10399.63	60.19	169.34	12.50	18.75
				9	12	7.63	1159.25	10398.31	56.02	170.63	12.50	18.75
			A3	7	24	9.24	1159.25	10437.22	70.32	166.21	14.00	21.00
			B	7	28	10.78	1159.25	10474.61	80.43	163.06	15.00	27.00
			C	9	24	15.27	1159.25	10583.74	104.46	155.64	17.00	34.00
5	600	100	A1	7	20	7.70	1570.80	17255.62	46.00	236.40	17.00	25.50
			A2	7	24	9.24	1570.80	17303.38	54.13	232.40	19.00	28.50
			A3	9	20	12.72	1570.80	17411.58	66.82	226.63	22.00	33.00
				7	32	12.32	1570.80	17398.90	69.38	225.62	22.00	33.00
			B	9	24	15.27	1570.80	17490.53	80.13	221.12	25.00	45.00
			C	9	32	20.36	1570.80	17648.44	102.89	211.60	29.00	53.00

- 1. Piles generally comply to JIS A 5935 - 1987 and modified to suit ACI 543 - 1979 & P.B.I 71.
- 2. Specified Concrete cube Compressive strength is 600 Kg/cm² at 28 days.
- 3. Allowable axial load is applicable to pile acting as a short strut.

WIKA PILE SPECIFICATION

STANDARD PRODUCT

Type of Pile	Prestressed Spun Concrete Pile
Pile section	Round Hollow
Manufacturing Process	Centrifugal casted
Standard Splice	Welded Steel Joint Plate

DESIGN REFERENCE

Manufacturing	JIS A 533 - 1985 & Modified to suit to ACI 543 & FBI 71	Prestressed Spun Concrete Pile	
Material			
Agregate	ASTM C 33 - 1985	Coarse & Fine Agg. from natural sources	
Cement	SII 0013 - 81	Ordinary Portland Cement	
PC Wire	JIS G 3536 - 85	Prestressed Concrete Steel Wire	Tensile Load # 7 mm = 5950 kg # 9 mm = 9200 kg
Sprial	JIS G 3532 - 85 SWM A	Low Carbon Steel Wire	Tensile Strength = 3900 kg/cm ²
Re Bar	JIS G 3112 - 85	Steel bars for Concrete reinforcement	= 3900 kg/cm ²
Admixture	ASTM C 494 - 85	Normal water reducer	
Concrete	JIS A 1132 - 85	Method of making & curing concrete specimens	Specified concrete compressive strength at 28 days: Cube = 600 kg/cm ² Cylinder = 500 kg/cm ²

STANDARD DIMENSION

350	70	160	6 - 16
400	75	159	6 - 16
450	80	240	6 - 16
500	90	301	6 - 16
600	100	408	6 - 16

1) Theoretical Weight

2) Actual Weight

LAMPIRAN C

**DATA
CURAH HUJAN**

LAMPIRAN 4

ANALISA STABLE

--SLOPE STABILITY ANALYSIS--
SIMPLIFIED JANBU METHOD OF SLICES
IRREGULAR FAILURE SURFACES

PROBLEM DESCRIPTION DATA LERENG A1

BOUNDARY COORDINATES

4 TOP BOUNDARIES
6 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (FT)	Y-LEFT (FT)	X-RIGHT (FT)	Y-RIGHT (FT)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	3.00	40.91	6.06	3
2	40.91	6.06	69.70	15.15	2
3	69.70	15.15	83.83	30.30	1
4	83.83	30.30	112.12	33.33	1
5	72.73	18.18	112.12	18.18	2
6	45.45	7.58	112.12	7.58	3

BOUNDARY LOAD(S)

1 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (FT)	X-RIGHT (FT)	INTENSITY (LB/SQFT)	DEFLECTION (DEG)
1	83.33	112.12	885.5	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER = 62.40

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 4 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (FT)	Y-WATER (FT)
1	.00	26.52
2	80.30	26.52
3	81.82	28.03
4	112.12	28.03

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (PCF)	SATURATED UNIT WT. (PCF)	COHESION INTERCEPT (PSF)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (PSF)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	112.3	112.3	.0	30.0	.00	.0	1
2	101.7	101.7	286.8	18.0	.00	.0	1
3	98.0	98.0	430.1	18.0	.00	.0	1

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED.

100 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 10 POINTS EQUALLY SPACED ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = .00 FT.
AND X = 40.91 FT.

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 83.33 FT.
AND X = 112.12 FT.

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 FT.

5.00 FT. LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 16 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	40.91	6.06
2	45.59	4.29
3	50.43	3.05
4	55.38	2.35
5	60.38	2.22
6	65.36	2.64
7	70.26	3.62
8	75.03	5.14
9	79.59	7.18
10	83.90	9.72
11	87.90	12.73
12	91.53	16.16
13	94.76	19.98
14	97.55	24.13
15	99.85	28.57
16	101.23	32.16

*** 1.231 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 17 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.36	5.72
2	40.89	3.59
3	45.62	1.98
4	50.50	.89
5	55.47	.35
6	60.47	.36
7	65.44	.93
8	70.32	2.03
9	75.04	3.67
10	79.56	5.82
11	83.81	8.45
12	87.74	11.53
13	91.32	15.03
14	94.48	18.90
15	97.20	23.10
16	99.44	27.57
17	101.13	32.15

*** 1.281 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 19 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.36	5.72
2	41.14	4.22
3	46.01	3.11
4	50.96	2.39
5	55.95	2.07
6	60.95	2.15
7	65.92	2.63
8	70.85	3.51
9	75.68	4.78
10	80.40	6.43
11	84.97	8.46
12	89.37	10.84
13	93.56	13.57
14	97.52	16.62
15	101.22	19.98
16	104.64	23.63
17	107.76	27.54
18	110.55	31.69
19	111.44	33.26

*** 1.293 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 17 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	40.91	6.06
2	45.85	5.26
3	50.83	4.81
4	55.83	4.72
5	60.82	4.98
6	65.78	5.59
7	70.69	6.54
8	75.52	7.85
9	80.24	9.49
10	84.83	11.46
11	89.28	13.75
12	93.55	16.35
13	97.63	19.24
14	101.49	22.42
15	105.12	25.86
16	108.50	29.55
17	111.44	33.26

*** 1.298 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 16 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	40.91	6.06
2	45.23	3.53
3	49.86	1.66
4	54.72	.49
5	59.70	.04
6	64.70	.33
7	69.59	1.34
8	74.29	3.06
9	78.68	5.44
10	82.68	8.44
11	86.20	11.99
12	89.16	16.02
13	91.50	20.44
14	93.17	25.15
15	94.14	30.06
16	94.20	31.41

*** 1.316 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.36	5.72
2	41.33	5.10
3	46.32	4.78
4	51.32	4.77
5	56.31	5.05
6	61.27	5.64
7	66.19	6.53
8	71.05	7.71
9	75.83	9.18
10	80.51	10.94
11	85.08	12.98
12	89.51	15.29
13	93.80	17.86
14	97.92	20.69
15	101.86	23.77
16	105.61	27.07
17	109.16	30.60
18	111.53	33.27

*** 1.382 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	31.82	5.38
2	36.61	3.95
3	41.51	2.93
4	46.47	2.33
5	51.47	2.14
6	56.46	2.38
7	61.42	3.04
8	66.30	4.11
9	71.08	5.59
10	75.71	7.47
11	80.17	9.73
12	84.42	12.36
13	88.44	15.34
14	92.19	18.64
15	95.65	22.25
16	98.80	26.14
17	101.60	30.28
18	102.75	32.33

*** 1.388 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.36	5.72
2	41.34	5.23
3	46.34	5.03
4	51.34	5.11
5	56.32	5.49
6	61.28	6.14
7	66.19	7.09
8	71.04	8.31
9	75.81	9.81
10	80.48	11.58
11	85.05	13.62
12	89.49	15.91
13	93.79	18.46
14	97.94	21.25
15	101.92	24.28
16	105.72	27.53
17	109.33	30.99
18	111.43	33.26

*** 1.396 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	31.82	5.38
2	36.60	3.91
3	41.49	2.86
4	46.45	2.24
5	51.44	2.05
6	56.44	2.31
7	61.39	2.99
8	66.26	4.11
9	71.02	5.65
10	75.63	7.59
11	80.05	9.94
12	84.24	12.65
13	88.19	15.73
14	91.85	19.13
15	95.20	22.84
16	98.21	26.83
17	100.87	31.07
18	101.44	32.19

*** 1.397 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 19 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	31.82	5.38
2	36.72	4.40
3	41.68	3.75
4	46.67	3.42
5	51.67	3.42
6	56.66	3.75
7	61.62	4.40
8	66.52	5.38
9	71.35	6.68
10	76.08	8.29
11	80.70	10.21
12	85.18	12.43
13	89.50	14.93
14	93.66	17.72
15	97.62	20.77
16	101.37	24.08
17	104.90	27.62
18	108.18	31.39
19	109.44	33.04

1.415 ***

Y A X I S F T

.00 14.02 28.03 42.05 56.06 70.08

X .00 + *-----+-----W+-----+-----+-----+
-
-...
-
-....
-
14.02
-
.....
-...
.....
.....
A 28.03
.....
.....7
.....
...72
.....
X 42.05 ..72*
...5.*
.2314.
-5.....
.2148..
5.....
I 56.06 23146...
-.....
2.104....
-.....
521746....
-.....
S 70.08 +2.1748....*
- .0..... *
- 521746.....
- .0.....
- 21 46 W
- 50.....W
84.09 + 21468*1
- .5.....
- 2145.....
- .21795..
- 3 42.. .5 55
- .1.7... ..
F 98.11 + 3 4621 7.
- 3 40..1.71
- .6.....7
- 3468...
- 340.
- .630
T 112.12 + * * W .*1/

--SLOPE STABILITY ANALYSIS--
SIMPLIFIED JANBU METHOD OF SLICES
IRREGULAR FAILURE SURFACES

PROBLEM DESCRIPTION DATA LERENG A2

BOUNDARY COORDINATES

4 TOP BOUNDARIES
6 TOTAL BOUNDARIES

BOUNDARY NO.	X-LEFT (FT)	Y-LEFT (FT)	X-RIGHT (FT)	Y-RIGHT (FT)	SOIL TYPE BELOW BND
1	.00	18.18	41.06	12.12	3
2	41.06	12.12	72.73	28.03	2
3	72.73	28.03	100.76	36.36	1
4	100.76	36.36	116.15	36.36	1
5	65.15	24.24	116.15	24.24	2
6	45.45	13.64	116.15	13.64	3

BOUNDARY LOAD(S)

1 LOAD(S) SPECIFIED

LOAD NO.	X-LEFT (FT)	X-RIGHT (FT)	INTENSITY (LB/SQFT)	DEFLECTION (DEG)
1	92.42	116.15	885.5	.0

NOTE - INTENSITY IS SPECIFIED AS A UNIFORMLY DISTRIBUTED FORCE ACTING ON A HORIZONTALLY PROJECTED SURFACE.
1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED

UNITWEIGHT OF WATER = 62.40

PIEZOMETRIC SURFACE NO. 1 SPECIFIED BY 4 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-WATER (FT)	Y-WATER (FT)
1	.00	28.03
2	72.72	28.28
3	83.36	33.33
4	116.15	33.33

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS

3 TYPE(S) OF SOIL

SOIL TYPE NO.	TOTAL UNIT WT. (PCF)	SATURATED UNIT WT. (PCF)	COHESION INTERCEPT (PSF)	FRICTION ANGLE (DEG)	PORE PRESSURE PARAMETER	PRESSURE CONSTANT (PSF)	PIEZOMETRIC SURFACE NO.
1	112.3	112.3	.0	30.0	.00	.0	1
2	92.4	92.4	389.2	14.0	.00	.0	1
3	104.8	104.8	409.6	22.0	.00	.0	1

A CRITICAL FAILURE SURFACE SEARCHING METHOD, USING A RANDOM TECHNIQUE FOR GENERATING CIRCULAR SURFACES, HAS BEEN SPECIFIED.

100 TRIAL SURFACES HAVE BEEN GENERATED.

10 SURFACES INITIATE FROM EACH OF 10 POINTS EQUALLY SPACED ALONG THE GROUND SURFACE BETWEEN X = .00 FT.
AND X = 41.06 FT.

EACH SURFACE TERMINATES BETWEEN X = 86.36 FT.
AND X = 116.15 FT.

UNLESS FURTHER LIMITATIONS WERE IMPOSED, THE MINIMUM ELEVATION AT WHICH A SURFACE EXTENDS IS Y = .00 FT.

5.00 FT. LINE SEGMENTS DEFINE EACH TRIAL FAILURE SURFACE.

FOLLOWING ARE DISPLAYED THE TEN MOST CRITICAL OF THE TRIAL FAILURE SURFACES EXAMINED. THEY ARE ORDERED - MOST CRITICAL FIRST.

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	41.06	12.12
2	45.30	9.47
3	49.82	7.33
4	54.56	5.74
5	59.45	4.72
6	64.44	4.27
7	69.43	4.41
8	74.38	5.14
9	79.21	6.44
10	83.85	8.30
11	88.24	10.69
12	92.33	13.57
13	96.04	16.92
14	99.34	20.67
15	102.18	24.79
16	104.51	29.21
17	106.31	33.88
18	106.95	36.36

1.391 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	41.06	12.12
2	45.78	10.47
3	50.62	9.21
4	55.55	8.36
5	60.53	7.92
6	65.53	7.89
7	70.51	8.27
8	75.45	9.06
9	80.30	10.26
10	85.04	11.86
11	89.63	13.84
12	94.05	16.19
13	98.25	18.90
14	102.21	21.95
15	105.91	25.31
16	109.32	28.97
17	112.42	32.89
18	114.71	36.36

*** 1.392 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	41.06	12.12
2	45.05	9.11
3	49.36	6.57
4	53.92	4.52
5	58.69	3.01
6	63.59	2.03
7	68.57	1.61
8	73.57	1.75
9	78.52	2.45
10	83.36	3.70
11	88.03	5.49
12	92.47	7.79
13	96.63	10.57
14	100.44	13.80
15	103.87	17.44
16	106.87	21.44
17	109.41	25.75
18	111.44	30.31
19	112.95	35.08
20	113.20	36.36

*** 1.415 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 18 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	41.06	12.12
2	45.17	9.28
3	49.61	6.97
4	54.29	5.22
5	59.16	4.07
6	64.13	3.53
7	69.13	3.60
8	74.08	4.30
9	78.91	5.60
10	83.54	7.49
11	87.89	9.94
12	91.92	12.91
13	95.54	16.36
14	98.71	20.22
15	101.38	24.45
16	103.50	28.98
17	105.05	33.73
18	105.56	36.36

*** 1.416 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 20 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.50	12.79
2	41.02	10.65
3	45.70	8.91
4	50.52	7.56
5	55.43	6.63
6	60.40	6.11
7	65.40	6.02
8	70.39	6.35
9	75.33	7.11
10	80.20	8.28
11	84.94	9.86
12	89.53	11.83
13	93.94	14.18
14	98.14	16.90
15	102.09	19.97
16	105.77	23.36
17	109.14	27.05
18	112.19	31.01
19	114.90	35.21
20	115.51	36.36

*** 1.425 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 19 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.50	12.79
2	41.17	11.01
3	45.97	9.60
4	50.86	8.58
5	55.82	7.96
6	60.82	7.73
7	65.81	7.91
8	70.78	8.48
9	75.69	9.45
10	80.50	10.81
11	85.19	12.55
12	89.72	14.66
13	94.07	17.12
14	98.21	19.93
15	102.11	23.06
16	105.75	26.48
17	109.10	30.19
18	112.14	34.16
19	113.57	36.36

*** 1.454 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 19 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.50	12.79
2	41.23	11.17
3	46.06	9.90
4	50.98	9.01
5	55.96	8.48
6	60.95	8.34
7	65.95	8.57
8	70.91	9.18
9	75.81	10.16
10	80.63	11.50
11	85.33	13.21
12	89.89	15.27
13	94.28	17.66
14	98.47	20.38
15	102.45	23.40
16	106.19	26.72
17	109.67	30.32
18	112.87	34.16
19	114.43	36.36

*** 1.470 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 21 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	31.94	13.47
2	36.25	10.94
3	40.77	8.79
4	45.45	7.05
5	50.27	5.72
6	55.19	4.81
7	60.16	4.33
8	65.16	4.28
9	70.15	4.67
10	75.08	5.49
11	79.92	6.74
12	84.64	8.40
13	89.19	10.46
14	93.55	12.91
15	97.68	15.73
16	101.55	18.90
17	105.13	22.39
18	108.39	26.18
19	111.31	30.24
20	113.87	34.54
21	114.75	36.36

*** 1.472 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 19 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	36.50	12.79
2	41.25	11.25
3	46.11	10.06
4	51.04	9.22
5	56.02	8.73
6	61.01	8.61
7	66.01	8.85
8	70.97	9.45
9	75.88	10.40
10	80.71	11.71
11	85.43	13.36
12	90.01	15.34
13	94.45	17.66
14	98.70	20.28
15	102.76	23.21
16	106.59	26.42
17	110.18	29.90
18	113.51	33.63
19	115.61	36.36

*** 1.479 ***

FAILURE SURFACE SPECIFIED BY 21 COORDINATE POINTS

POINT NO.	X-SURF (FT)	Y-SURF (FT)
1	31.94	13.47
2	35.95	10.49
3	40.24	7.92
4	44.76	5.78
5	49.47	4.10
6	54.32	2.89
7	59.27	2.17
8	64.26	1.93
9	69.26	2.18
10	74.20	2.93
11	79.05	4.15
12	83.75	5.85
13	88.27	8.00
14	92.55	10.58
15	96.55	13.58
16	100.25	16.95
17	103.59	20.66
18	106.55	24.69
19	109.10	28.99
20	111.22	33.52
21	112.22	36.36

1.480 ***

Y A X I S F T

.00 14.52 29.04 43.56 58.08 72.59

X .00 +-----+*-----W+-----+-----+
-
- .
- ...
- .
- ...
- ..
14.52 +
-
- ..
-
-
-
-
A 29.04 +.... .
-.....8
-.....
-.....085
.....
.....085*
X 43.560....
.....831.*
...0.3...
...812....
..034
...8152.....
I 58.08 .034 ...
-..1527.....
.3....
-041527.. *
.3.....
-.415.29.....
S 72.59 .3..... *
- 041526. . . .
-.3.....
- 018527.....
- .3..... W
- 041526.....
87.11 + .3.01.....
- . 85.27.....
- 3.0.1...../1
- .8526.....
- 3 0 81.....
- ..521.. . . .
F 101.63 + 3. 85261..... *
- 3.08....1..4
- 3526....1.1
- 3526.. .
- ..3.260
- .932
T 116.15 + * * W *1/