

TUGAS AKHIR

**ANALISA BIAYA DAN KAPASITAS
DUKUNG PADA PONDASI TIANG
PANCANG DAN TIANG BOR
(STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN
SUNGAI GANGSA, TEGAL - JAWA TENGAH)**



Disusun oleh :

Nama : Adittiyawan

No.Mhs. : 97511052

Nama : Fahmi Amrusi

No.Mhs. : 97511063

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
ANALISA BIAYA DAN KAPASITAS DUKUNG
PADA PONDASI TIANG PANCANG DAN TIANG BOR
(STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN
SUNGAI GANGSA, TEGAL – JAWA TENGAH)

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia
untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun oleh :

Nama : Adittiyawan


No. Mhs : 97 511 052

Nama : Fahmi Amrusi

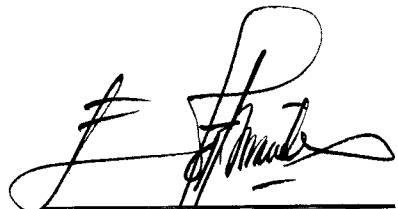
No. Mhs : 97 511 063

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Faisol AM, MS
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 3 - 7 - 2007

DR. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 03 . 07 . 2007 .

Lembar Persembahan

Tugas Akhir ini kupersembahkan Untuk :

❖ Allah SWI Rabb Semesta Alam.

"Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku, dan matiku
hanyalah untuk Allah Rabb Semesta Alam".

(Al Qur'an Al An'am 162)

❖ Kanjeng Nabi Muhammad s.a.w.

"Nabi lebih utama bagi orang mukmin daripada diri
mereka sendiri....".

❖ Kedua orang tuaku.

".....bersyukurlah kamu kepada-Ku dan kepada
kedua orang tuamu....".

(Al Qur'an Luqman 14)

Halaman Motto

“Dan Kami tidak mengutus seorang Rosul, melainkan untuk dita’ati dengan seizin Allah. Sesungguhnya jikalau mereka ketika menganiaya dirinya (berhakim kepada selain Nabi Muhammad S.A.W) datang kepadamu, lalu memohon ampun kepada Allah, dan Rosulpun memohon ampun untuk mereka, tentulah mereka mendapat Allah Maha Penerima Taubat lagi Maha Penyayang”.

(Al Qur’an surat An Nisaa’ : 64)

“Ya Tuhanku, berilah aku ilham untuk tetap mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau anugerahkan kepadaku dan kepada kedua orang ibu bapakku dan untuk mengerjakan amal sholeh yang Engkau ridhai, dan masukkanlah aku dengan rahmat-Mu ke dalam golongan hamba-hamba-Mu yang sholeh”.

(Al Qur’an surat An Naml : 19)

“Pandanglah orang yang di bawah kamu dan janganlah memandangi kepada di atas kamu, karena itu akan lebih layak bagimu untuk tidak menghina kenikmatan Allah SWT untukmu”.

(H.R. Muslim)

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrohiim

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik walaupun masih terdapat kekurangannya. Sholawat dan salam pada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta para keluarga, para sahabat, dan pengikut-Nya hingga akhir jaman.

Tugas Akhir yang dilakukan penulis dengan judul "*Analisa Biaya dan Kapasitas Dukung pada Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Jembatan Sungai Gangsa Tegal - Jawa Tengah)*" yang merupakan syarat yang harus dipenuhi dalam rangka menyelesaikan jenjang studi strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia (UII) Jogjakarta.

Semua ini tidak lepas dari dukungan dan sumbangan pikiran yang tidak ternilai bagi penyusun dari berbagai pihak yang telah mampu memberikan dan menumbuhkan semangat serta motivasi dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu dengan penuh kerendahan hati dan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

i. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.

2. Bapak Ir. Munadhir, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Jogjakarta.
3. Bapak Ir.Faisol AM. MS. selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
4. Bapak DR. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA, selaku dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak membantu, memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis.
5. Ibu Ir.Tuti Sumarningsih, MT, yang telah berkenan menjadi dosen penguji.
6. Kedua Orang tuaku yang telah membantu dalam segala hal yang tidak mungkin diberikan oleh orang lain serta kakak-kakakku yang menjadi semangat sehingga laporan Tugas Akhir ini selesai.
7. Semua sahabat dan kawan seperjuangan yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

kami menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas akhir ini banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu kami mengharapkan saran dan kritik yang dapat memperbaiki dari laporan Tugas Akhir yang kami ajukan.

akhir kata penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Jogjakarta, Juni 2004

Penyusun

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Persembahan.....	iii
Halaman Motto.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel.....	xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Lampiran.....	xvi
Daftar Notasi.....	xvii
Intisari.....	xx

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....5

BAB III	LANDASAN TEORI	10
	3.1 Umum.....	10
	3.2 Pembebanan.....	11
	3.3 Pondasi Tiang.....	13
	3.3.1 Tiang Pancang.....	16
	3.3.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	16
	3.3.1.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	18
	3.3.1.3 Penurunan Tiang.....	21
	3.3.2 Tiang Bor.....	23
	3.3.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	24
	3.3.2.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	26
	3.3.2.3 Penurunan Pondasi Tiang Bor.....	27
	3.4 Faktor Keamanan.....	30
	3.5 Analisa Biaya.....	31
	3.5.1 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang.....	32
	3.5.2 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Bor.....	33
BAB IV	METODE PENELITIAN	34
	4.1 Subyek Penelitian.....	34
	4.2 Obyek Penelitian.....	34
	4.3 Data dan Cara Pengumpulan Data.....	30
	4.4 Metode Analisa.....	36

BAB V	ANALISIS PONDASI TIANG PANCANG DAN TIANG BOR...	58
5.1	Umum.....	38
5.2	Pembebanan.....	38
5.2.1	Analisa Abutment.....	38
5.2.2	Beban Total.....	44
5.3	Penentuan Kriteria Tiang.....	45
5.4	Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang.....	46
5.4.1	Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM I.....	46
5.4.1.1	Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	46
5.4.1.2	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	48
5.4.1.3	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok.....	50
5.4.2	Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM IV.....	57
5.4.2.1	Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	57
5.4.2.2	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	59
5.4.2.3	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok.....	61
5.4.3	Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM II.....	68
5.4.3.1	Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	68
5.4.3.2	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	70
5.4.3.3	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok.....	72
5.4.4	Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada SM III.....	79
5.4.4.1	Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	79
5.4.4.2	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	81
5.4.4.3	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok.....	83

5.5 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Bor.....	90
5.5.1 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM I.....	90
5.5.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	90
5.5.1.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	93
5.5.2 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM IV.....	100
5.5.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	100
5.5.2.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	104
5.5.3 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM II.....	108
5.5.3.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	108
5.5.3.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	111
5.5.4 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada SM III.....	115
5.5.4.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal.....	115
5.5.4.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang.....	119
5.6 Analisa Biaya.....	124
5.6.1 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang.....	125
5.6.2 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Bor.....	133
BAB VI PEMBAHASAN.....	145
6.1 Umum.....	145
6.2 Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	146
6.3 Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor	
Diameter 50 cm.....	147
6.4 Hasil Analisa Biaya.....	148

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN.....	151
7.1 Kesimpulan.....	151
7.2 Saran.....	152
Daftar Pustaka.....	153
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Modulus Elastisitas Tiang (E_p) (Hans F. winterkorn dan Hsai Yang Fang, 1975).....	27
Tabel 3.2	Nilai Koefisiensi Empiris (C_p) (Vesic, 1977).....	28
Tabel 3.3	Modulus Elastisitas Tanah (E_s) (Hans F. winterkorn dan Hsai Yang Fang, 1975).....	28
Tabel 3.4	<i>Poisson's Ratio</i> Tanah (ν_s) (T. William Lambe dan R.V. Whitman, 1969).....	28
Tabel 3.5	Faktor Keamanan untuk Pondasi Tiang (SF) (Reese dan O'Neill, 1989).....	31
Tabel 5.1	Hasil Analisa Kapasitas Dukung Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	123
Tabel 5.2	Daftar Harga Tenaga, Bahan, dan Alat pada Metode BOW.....	124
Tabel 5.3	Harga Kebutuhan Beton Bertulang Tiang Pancang dengan Analisa BOW.....	130
Tabel 5.4	Harga Kebutuhan Beton Bertulang Tiang Bor dengan Analisa BOW.....	139
Tabel 5.5	Perbandingan Biaya Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	142
Tabel 5.6	Hasil Analisa Kapasitas Dukung Tiang Pancang dan Tiang Bor dengan Diameter 50 cm.....	143
Tabel 5.7	Perbandingan Biaya Tiang Pancang dan Tiang Bor Diameter 50 cm.....	144

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	<i>End Bearing and Friction Pile</i>	17
Gambar 3.2	<i>Point Bearing Pile</i>	18
Gambar 3.3	<i>Friction Pile</i>	19
Gambar 3.4	Nilai N_c menurut Skempton.....	21
Gambar 3.5	Penurunan pada talanan geser tiang.....	23
Gambar 3.6	Hubungan nilai N SPT dengan q_p (Reese dan Wright, 1977).....	24
Gambar 3.7	Hubungan nilai N SPT dengan f (Reese dan Wright, 1977).....	25
Gambar 4.1	<i>Flow Chart / Diagram Alur Penelitian</i>	37
Gambar 5.1	Potongan melintang balok girder sisi kiri / kanan.....	38
Gambar 5.2	<i>Rubber bearing pad dan Leveling mesh concrete</i>	38
Gambar 5.3	<i>Precast concrete</i>	39
Gambar 5.4	<i>Diaphragma</i>	39
Gambar 5.5	<i>Parapet dan Railing</i>	40
Gambar 5.6	Pelat injak.....	40
Gambar 5.7	Dinding sayap pada BM I / BM IV.....	40
Gambar 5.8	Pelat injak dan dinding sayap.....	40
Gambar 5.9	Dinding sayap bagian A.....	40
Gambar 5.10	<i>Abutment</i> pada BM I.....	41
Gambar 5.11	<i>Abutment</i> pada BM IV.....	42
Gambar 5.12	<i>Pier</i> pada BM II / SM III tampak samping.....	43
Gambar 5.13	<i>Pier</i> pada BM II / SM III tampak depan.....	43

Gambar 5.14 Tiang Pancang pada BM I.....	46
Gambar 5.15 Grafik Sondir BM I.....	47
Gambar 5.16 Penurunan pada BM I.....	50
Gambar 5.17 Tiang Pancang pada BM IV.....	57
Gambar 5.18 Grafik Sondir BM IV.....	58
Gambar 5.19 Penurunan pada BM IV.....	61
Gambar 5.20 Tiang Pancang pada BM II.....	68
Gambar 5.21 Grafik Sondir BM II.....	69
Gambar 5.22 Penurunan pada BM II.....	72
Gambar 5.23 Tiang Pancang pada SM III.....	79
Gambar 5.24 Grafik Sondir SM III.....	80
Gambar 5.25 Penurunan pada SM III.....	83
Gambar 5.26 Tiang Bor pada BM I.....	90
Gambar 5.27 Tiang Bor pada BM IV.....	100
Gambar 5.28 Tiang Bor pada BM II.....	108
Gambar 5.29 Tiang Bor pada SM III.....	115
Gambar 5.30 Tulangan pada Tiang Pancang.....	125
Gambar 5.31 Tampak atas tulangan pada Tiang Pancang.....	126
Gambar 5.32 Ukuran tulangan spiral.....	128
Gambar 5.33 Ukuran tulangan spiral melingkar.....	128
Gambar 5.34 Tulangan pada Tiang Bor.....	133
Gambar 5.35 Tampak atas tulangan pada Tiang Bor.....	134
Gambar 5.36 Ukuran tulangan spiral.....	136

Gambar 5.37 Ukuran tulang spiral melingkar.....136

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Contoh Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM 1 dengan Diameter 50 cm
- Lampiran 2 Rencana Anggaran Biaya Tiang Bor o 50 cm
- Lampiran 3 Tabel Baja Tulangan
- Lampiran 4 Tabel Jumlah Maksimum Batang Tulangan Dalam Satu Baris Penulangan Kolom
- Lampiran 5 Gambar Jembatan Gangsa Tegal – Brebes tampak samping
- Lampiran 6 Daftar Analisa dan Harga Satuan Pekerjaan
- Lampiran 7 Data PT. Wijaya Karya Beton
- Lampiran 8 Laporan Hasil Penyelidikan Tanah

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang tiang (m^2)
A_s	= luas selimut tiang (m^2)
A_g	= luas penampang lintang kotor dari kolom (mm^2)
A_c	= luas penampang inti beton (mm^2)
A_{st}	= luas tulangan pokok (mm^2)
B_g	= lebar kelompok tiang (m)
C_p	= koef. empiris
c_u	= <i>undrained cohesion</i>
D / d	= diameter tiang (m)
E	= modulus elastisitas tiang (kg/cm^2)
E_s	= modulus elastisitas tanah (kg/cm^2)
f_c	= kuat desak beton (MPa)
f_y	= tegangan leleh baja (MPa)
f_k	= unit tahan gesek
I	= momen inersia (m^4)
I_{ws}	= faktor pengaruh
k	= faktor panjang tekuk
K	= koefisien kejut
K	= koef. tekanan tanah
L	= panjang tiang (m)
N_q / N_c	= faktor daya dukung

n	= jumlah tiang
n'	= jumlah tiang tiap sumbu
$n_x ; n_y$	= jumlah tiang dalam satu baris pada arah sumbu x dan y (\perp bidang momen)
p	= keliling tiang (m)
P_t	= beban total (ton)
P	= beban aksial kolom (ton)
Q_p	= kapasitas dukung ujung tiang (ton)
Q_s	= kapasitas dukung selimut tiang (ton)
Q_u	= kapasitas dukung ultimit tiang (ton)
Q_a	= kapasitas dukung ijin tiang (ton)
q_p	= tahanan ujung persatuan luas (ton/m^2)
Q_{pg}	= kapasitas dukung kelompok tiang (ton)
SF	= faktor keamanan
s_u	= <i>undrained strength</i>
S	= penurunan total (m)
S_s	= penurunan akibat deformasi aksial tiang (m)
S_p	= penurunan dari ujung tiang (m)
S_{ps}	= penurunan tiang akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (m)
S_g	= penurunan tiang kelompok (m)
W_{air}	= berat air di atas <i>pile cap</i> (ton)
W_{tiang}	= berat tiang (ton)
$x_{max} ; y_{max}$	= jarak maksimal dari sumbu x dan y ke tiang

- λ = angka kelangsingan tiang
- λ_p = angka kelangsingan batas kolom
- λ_s = angka kelangsingan batas
- ϕ = sudut gesek dalam tanah
- \emptyset = diameter tiang (m)
- σ = kekuatan bahan beton (ton/m²)
- σ'_v = tegangan efektif vertikal tanah
- δ = sudut gesek permukaan antara tiang dengan tanah
- α = faktor adhesi (konstanta)
- $\Sigma x^2 ; \Sigma y^2$ = momen inersia dari kelompok tiang
- ν_s = *poisson's ratio* tanah
- ρ_g = rasio luas penulangan terhadap beton
- ρ_s = angka penulangan spiral minimum

INTISARI

Permasalahan banjir yang saat ini sering terjadi di wilayah / daerah yang ada di Indonesia, meminta Pemerintah untuk mengatasinya. Pemerintah dalam hal ini Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah melalui Direktorat Jendral Sumber Daya Air mengalokasikan dana untuk melakukan pembangunan pelebaran, dan peninggian Jembatan Gangsa. Jembatan Gangsa itu sendiri terletak di jalur pantura yang menghubungkan 2 wilayah Kabupaten Brebes dan Kodya Tegal. Di jalur Pantura yang lalu lintas nya semakin padat itu, sehingga pada pembangunan Jembatan Gangsa tersebut memerlukan pondasi yang dapat menahan beban struktur di atasnya, di mana pada Jembatan Gangsa menggunakan pondasi tiang pancang.

Tujuan studi kasus ini adalah untuk mengetahui kapasitas dukung pondasi tiang pancang dan tiang bor dan mendapatkan biaya material dan pelaksanaannya. Analisa dilakukan pada proyek pembangunan Jembatan Gangsa Tegal, yakni membandingkan kapasitas dukung pondasi tiang pancang dan tiang bor dan membandingkan biaya material dan pelaksanaannya. Pondasi tiang pancang yang dipakai berdiameter 0,5 m sedangkan pondasi tiang bor yang direncanakan 0,7 m dan 0,5 m. Perhitungan biaya material beton dihitung berdasar volume pondasi dikalikan dengan harga per satuan beton.

Hasil analisa dengan menggunakan metode stasis mendapatkan kapasitas dukung pondasi tiang pancang yang terbesar yaitu sebesar 1000,063 ton, dengan pemurunan yang terjadi sebesar 0,1781 m, sedangkan kapasitas dukung pondasi tiang bor diameter 0,7 m sebesar 1049,136 ton, dengan pemurunan yang terjadi sebesar 0,1750 m. Dan kapasitas dukung pondasi tiang bor diameter 0,5 m sebesar 1019,648 ton, pemurunan yang terjadi sebesar 0,2253 m. Biaya pekerjaan pondasi tiang pancang sebesar Rp 536.001.787,20 dan biaya pekerjaan pondasi tiang bor diameter 0,7 m sebesar Rp 1.001.258.167,00. Sedangkan biaya pekerjaan pondasi tiang bor diameter 0,5 m sebesar Rp 862.485.211,20. Maka selisih yang didapatkan dari hasil perbandingan antara biaya pekerjaan tiang pancang dan tiang bor diameter 0,7 m sebesar Rp. 465.256.379,80. Sedangkan selisih biaya pekerjaan tiang pancang dan tiang bor diameter 0,5 m sebesar Rp 326.483.424,00

PAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara berkembang yang saat ini sedang melaksanakan pembangunan di segala bidang untuk mewujudkan cita-cita bangsa serta mengejar ketertinggalan dari negara maju. Usaha pelaksanaan pembangunan tersebut membutuhkan dana yang besar, namun dana yang ada sangat terbatas. Untuk mengelola dana yang sangat terbatas tersebut diperlukan usaha meningkatkan efisiensi dan penghematan. Salah satu usaha untuk mencapai efisiensi adalah dengan metode alternatif perencanaan dan metode pelaksanaan konstruksi untuk mengurangi biaya yang tidak diperlukan.

Salah satu bentuk pembangunan fasilitas umum di Indonesia adalah pembangunan jembatan. Jembatan merupakan faktor penting sebagai penghubung antara dua tempat atau lebih karena adanya suatu penghalang. Penghalang tersebut dapat berupa aliran sungai, jalur kereta, daerah dengan arus lalu lintas padat dan masih banyak lainnya. Jembatan Gangsa merupakan salah satu jembatan di pantai utara Jawa yang menghubungkan antara Kodya Tegal dengan Kabupaten Brebes.

Pemerintah dalam hal ini Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah melalui Direktorat Jendral Sumber Daya Air mengalokasikan dana untuk melakukan pembangunan, pelebaran, dan peninggian Jembatan Gangsa.

Proyek ini dilaksanakan untuk mengatasi persoalan yang ada, di antaranya adalah pelebaran jembatan untuk mengatasi arus lalu lintas yang semakin padat di wilayah Pantura, dan peninggian jembatan untuk mengatasi masalah banjir yang sering terjadi di daerah tersebut.

Pondasi merupakan salah satu unsur penting dalam struktur suatu konstruksi. Fungsi pondasi adalah untuk menerima, mendukung, dan meneruskan beban yang bekerja di atasnya. Bentuk pondasi bermacam-macam antara lain pondasi menerus, pondasi sumuran, *foot plat*, dan pondasi tiang. Pada proyek Jembatan Gangsa, penulis ingin menganalisa nilai biaya dan kapasitas dukung dari pondasi yang diteliti, yaitu tiang pancang dan tiang bor, karena nilai biaya dan kapasitas dukung dari pondasi tersebut belum diketahui.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini yang menjadi rumusan masalah adalah seberapa besar nilai biaya dan kapasitas dukung pondasi tiang pancang dan tiang bor pada proyek Jembatan Gangsa dan berapa besar nilai perbandingan antara keduanya?

1.3 Tujuan Penelitian

Dalam penyusunan tugas akhir ini yang menjadi tujuan penelitian adalah :

1. Mengetahui kapasitas dukung dari pondasi tiang pancang dan tiang bor serta perbandingan kapasitas dukung keduanya.

2. Mendapatkan biaya material dan pelaksanaan pada pondasi tiang pancang dan tiang bor serta perbandingan biaya material dan pelaksanaan keduanya.

1.4 Manfaat Penelitian

Diharapkan dari hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang cukup jelas terhadap alternatif pemilihan pondasi pada pekerjaan jembatan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Jembatan yang diteliti adalah jembatan Gangsa. panjang bentang 61,86 m. lebar jembatan 9,50 m. elevasi jembatan + 3.56. tipe struktur atas PCI Girder, tipe struktur bawah beton bertulang.
2. Rencana pondasi yang digunakan :
 - tiang pancang : - dimensi tiang pancang : $\text{O } 50 (2 \times 15 \text{ m})$
- jumlah tiang pancang : 60 tiang
 - tiang bor : - dimensi tiang bor : $\text{O } 70 \text{ dan } \text{O } 50 (30 \text{ m})$
- jumlah tiang bor : 41 tiang dan 60 tiang
3. Beban yang bekerja di atas pondasi diasumsikan dari beban lalu lintas yang bekerja di atasnya.
4. Penelitian hanya dilakukan pada pekerjaan pondasi dan tidak dilakukan perhitungan dimensi.

5. Penyelidikan tanah dilaksanakan hanya pada 4 (empat) tempat yang telah ditentukan oleh pihak proyek.
6. Penyelidikan tanah pada pekerjaan sondir digunakan sondir mesin hidrolis tipe *Dutch Cone Penetrometer* dengan kapasitas 10 ton, pada pekerjaan bor digunakan bor mesin dengan diameter 3 inci.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penyusunan tugas akhir ini kami menggunakan tinjauan pustaka dari studi-studi yang pernah dilakukan, antara lain :

1. Badarudin dan Yuska Herbiantoro (1997)

Kedua penulis ini mengambil topik *Studi Komparasi Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Metode T-Z dan Metode Terzaghi*. Hasil dari penelitian yang dilakukan penulis di atas adalah :

1. Kapasitas dukung pondasi tiang pancang dengan metode T-Z, pada perhitungan ini angka toleransi pada pembagian 20 segmen merupakan angka yang cukup optimal, yakni sebesar 0,9406 % dengan kapasitas dukung sebesar, $Q_0 = 223.3643$ ton.
2. Kapasitas dukung pondasi tiang pancang dengan metode Terzaghi, hasil didapat dari perhitungan kapasitas dukung pondasi tiang pancang berdasarkan kohesi (C) dan sudut geser (ϕ) adalah sebesar, Q tiang = 163.2847 ton, sedangkan pada hasil perhitungan kapasitas dukung pondasi tiang pancang dengan metode Terzaghi berdasarkan jumlah hambatan pelekat / *cleef* adalah sebesar, Q tiang = 176,6836 ton.

2. Aziz Saleh dan Bagus Masfianto (1998)

Penulis kali ini mengambil topik *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Dengan Pembesaran Ujung Bawah Dan Selimut Pasir Pada Tanah Lempung*.

Hasil penelitiannya adalah:

1. Daya dukung yang terjadi bertambah sesuai dengan pembesaran dimensi dan ketebalan selimut pasir :
 - a. untuk tiang tunggal, $t = 10$ cm, didapat $Q_t (30 \text{ cm}) = 28,773$ ton, $Q_t (40 \text{ cm}) = 38,134$ ton, $Q_t (50 \text{ cm}) = 48,694$ ton.
 - b. untuk tiang kelompok, $t = 10$ cm, didapat $Q_t (30 \text{ cm}) = 32,986$ ton, $Q_t (40 \text{ cm}) = 39,773$ ton, $Q_t (50 \text{ cm}) = 46,623$ ton.
2. Penurunan yang terjadi pada kelompok tiang, penurunan sesaat dan penurunan konsolidasi primer, untuk diameter tiang 30 cm dan 40 cm besarnya penurunan sama, sedangkan untuk diameter 50 cm didapat penurunan $S_t = 8,828$ cm dengan penebalan selimut pasir 10 cm.
3. Untuk diameter tiang 40 cm dan 50 cm, penurunan yang terjadi cenderung bertambah besar sesuai dengan penambahan ketebalan selimut pasir.

3. Muhammad Agus Rifani dan Dian Pitasari (1997)

Topik yang diambil penulis di atas adalah *Analisis Pengaruh Formasi Tiang Pancang Kelompok Beton Cast In Place Pada Tanah Lunak Terhadap Kemampuan Daya Dukung*. Hasil penelitiannya adalah :

1. Formasi kelompok tiang berpengaruh terhadap besar kecilnya daya dukung tiang, makin besar luas kelompok tiang maka daya dukungnya akan semakin besar.

2. Formasi tiang dengan lebar pondasi yang besar menyebabkan penurunan yang timbul cukup besar.
3. Makin besar diameter dan jumlah tiang maka daya dukung dan penurunan akan semakin besar.
4. Efisiensi tiang semakin kecil bila diameter tiang makin besar dan jumlah tiang bertambah.
5. *Poer* tidak diperhitungkan dalam penentuan daya dukung tetapi hanya sebagai penambah beban saja.

Penelitian ini berbeda dengan tiga penelitian di atas. Perbedaan tersebut terletak pada metode yang digunakan dalam perhitungan kapasitas dukung. Dimana pada penelitian ini digunakan metode statis. Selain itu juga dilakukan analisa biaya, serta penelitian dilakukan pada proyek yang berbeda.

4. Jalu Sunu Ajie dan Daqang Nur Fuad (2000)

Kedua penulis ini mengambil topik *Analisis Daya Dukung Pondasi Metode Tiang Pancang Kelompok Mini Franki MF-32 dan Metode Statis*. Hasil penelitian dari kedua penulis di atas adalah :

1. Daya dukung yang dihasilkan pada metode statis lebih besar dari metode pemancangan Franki pile. Hal ini disebabkan oleh pengambilan faktor keamanan yang terlalu besar pada metode pemancangan Franki pile (dinamik).

2. Daya dukung yang dihasilkan pada metode pemancangan Franki pile (dinamik) sangat dipengaruhi oleh penentuan *final set*.
3. Metode statis yang digunakan dalam menganalisis daya dukung pondasi tiang kelompok Mini Franki MF-32 menunjukkan nilai daya dukung yang lebih besar dari metode yang digunakan oleh Franki pile yaitu metode dinamik.
4. Metode statis yang digunakan dalam menganalisis daya dukung pondasi tiang pancang kelompok Mini Franki MF-32, menunjukkan panjang tiang bervariasi dapat diefisiensikan dengan menggunakan panjang tiang yang diseragamkan dari muka tanah.

5. Budi Setyowoko dan Yudi Alfian (1997)

Penulis ini mengambil topik *Pondasi Dalam Cast In Place Pada Tanah Lempung Lunak (Soft Clay) di Daerah Telang-Saleh, Sumatera Selatan Dengan Metode Statis*. Hasil dari penelitian ini adalah :

1. Dari perhitungan daya dukung tiang tunggal didapat diameter 20 cm maksimum $Q_s = 59,04$ kN, diameter 30 cm maksimum $Q_s = 87,72$ kN dan diameter 40 cm maksimum $Q_s = 119,64$ kN.
2. Berdasar daya dukung ijin kelompok tiang *friction pile cast in place*, daerah Telang-Saleh dapat dibangun konstruksi dengan beban maksimum $V = 412,19$ kN untuk jumlah tiang 4 berdiameter 40 cm, dengan penurunan 1,67 cm (Telang) dan 1,18 cm (Saleh).

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya (Budi S., Yudi A., 1997, dan Jalu S.A., Dadang N.F., 2000) adalah dengan menambahkan perhitungan kapasitas dukung tiang bor serta analisa biaya dan dilakukan pada proyek yang berbeda.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Umum

Tipe bentuk pondasi yang paling cocok untuk suatu bangunan tergantung pada beberapa faktor: fungsi bangunan dan beban yang harus dipikul, kondisi permukaan serta biaya pondasi dibanding dengan biaya bangunan. Pertimbangan-pertimbangan lain dapat digunakan, tetapi biasanya ketiga pertimbangan tersebut di atas merupakan pertimbangan-pertimbangan dasar.

Untuk memilih bentuk pondasi, harus dilakukan 5 langkah berikut:

1. Memperoleh informasi yang paling mendekati berkenaan dengan keadaan bangunan dan beban yang ditransfer ke pondasi.
2. Menentukan kondisi bawah tanah secara umum.
3. Mempertimbangkan dengan segera bentuk umum pondasi, untuk memutuskan apakah pondasi tersebut dapat dibuat dengan kondisi yang ada, apakah akan timbul penurunan yang merugikan. Pada langkah pendahuluan bentuk yang tidak cocok dihilangkan.
4. Membuat studi yang lebih terperinci dan perancangan awal tentang bentuk pondasi yang paling sesuai. Studi ini membutuhkan informasi tambahan mengenai beban dan kondisi bawah tanahnya dan pada umumnya harus ditinjau secara lengkap untuk menentukan ukuran pondasi telapak atau

pilar yang paling mendekati, atau panjang dan jumlah tiang yang dibutuhkan. Hal ini juga diperlukan untuk memperkirakan penurunan dalam rangka untuk memperhitungkan perilaku struktur.

5. Memperkirakan biaya dari masing-masing bentuk pondasi, dan memilih bentuk yang paling dapat diterima disesuaikan dengan kondisi pelaksanaan dan biaya.

Kegagalan suatu pekerjaan pondasi dapat terjadi karena dua macam perilaku struktur pondasi. Pertama seluruh pondasi atau sebagian elemennya akan masuk terus ke dalam tanah karena tanah tidak mampu menahan beban tanpa mengalami keruntuhan. Yang kedua tanah pendukung tidak runtuh, tetapi penurunan bangunan sangat besar atau tidak sama sehingga struktur atas retak dan rusak.

3.2 Pembebanan

(DPU, 1987)

1. Analisa Abutment

a. Beban Mati Upper Struktur terdiri :

- Balok girder (BG) : vol. balok girder x BJ beton
- Pelat lantai (PL) : vol. pelat lantai x BJ beton
- Diaphragma (D) : vol. diaphragma x BJ beton
- Trotoar (T) : vol. trotoar x BJ beton
- Railing (R) : panjang railing x BJ railing
- Pavement (P) : vol. pavement x BJ pavement
- Precast concrete (PC) : vol. precast concrete x BJ beton

$$\text{Total BM Upper Struktur} = \text{BG} + \text{PL} + \text{D} + \text{T} + \text{R} + \text{P} + \text{PC} \quad (3.1)$$

Reaksi pada abutment : Total BM Upper Struktur / Jumlah abutment

Beban mati per 1 m¹ abutment : Reaksi pada abutment / Lebar pelat

Reaksi tiap girder : Reaksi pada abutment / Jumlah girder

b. Beban Hidup Upper Struktur (3.2)

- Koefisien kejut : $K = 1 + \left(\frac{20}{50 + L} \right)$; L : panjang bentang (m)

- Beban merata : $\frac{q \text{ ton/m}}{2,75 \text{ m}}$: besar q :

- $q = 2.2 \text{ t/m}$, untuk $L < 30 \text{ m}$.
- $q = 2.2 \text{ t/m} - 1.1/60 \times (L - 30) \text{ t/m}$, untuk $30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$.
- $q = 1.1 (1 + 30/L) \text{ t/m}$, untuk $L > 60 \text{ m}$.

- Beban garis : $\frac{P \text{ ton} \times \text{jml. jalur}}{2,75 \text{ m}}$

- Trotoar : $0.5 \text{ t/m}^2 \times \text{lebar trotoar} \times \text{panj. trotoar}$

Beban hidup per 1 m¹ abutment : Total BH Upper Struktur / Lebar pelat

Reaksi tiap girder : Total BH Upper Struktur / Jumlah girder

c. Beban Mati Sub Struktur (3.3)

Section :

- Parapet : vol. parapet x BJ beton
- Pelat injak : vol. pelat injak x BJ beton
- Timbunan : vol. timbunan x BJ tanah
- Dinding sayap : vol. dinding sayap x BJ beton

Beban mati per 1 m¹ abutment : (Total BM Section / Lebar pelat)L.)

Abutment :

Beban mati per 1 m¹ abutment : (Total BM Abutment / Lebar abutment)

.....2.)

Total beban mati per 1 m¹ abutment : pers. 1.) + pers. 2.)

Timbunan tanah di belakang abutment

- Back fill

Back fill per 1 m¹ abutment : Back fill / Lebar abutment

Total BM Sub Struktur : Total beban mati per 1 m¹ abutment + Back fill per
1 m¹ abutment

II. Gaya Vertikal

- Beban mati upper struktur

- Beban mati sub struktur

- Beban mati back fill

Total beban mati : Beban mati upper struktur + Beban mati sub struktur +
Beban mati back fill

- Beban hidup

Total beban vertikal : Total beban mati + Beban hidup (3.4)

3.3 Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah bagian-bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan baja, yang digunakan untuk meneruskan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah. Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros pondasi tiang atau

pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung pondasi tiang. Distribusi muatan vertikal dibuat dengan menggunakan sebuah gesekan, sedangkan pemakaian beban secara langsung dibuat oleh sebuah titik ujung. Perbedaan ini semata-mata hanya dari segi kemudahan karena semua pondasi tiang berfungsi sebagai kombinasi tahanan samping dan dukung ujung kecuali bila pondasi tiang menembus tanah yang sangat lembek sampai ke dasar padat.

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain :

1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat.
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga pondasi bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah disekitarnya.
3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatik atau momen penggulingan.
4. Untuk menahan gaya-gaya horisontal dan gaya yang arahnya miring.
5. Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah.
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air.

- Kriteria tiang, untuk menghitung angka kelangsingan tiang digunakan :

(PPBBI, 1987)

$$\lambda = \frac{L \cdot k}{i} \quad (3.5)$$

dengan :

L = panjang tiang

k = faktor panjang tekuk

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d_1^2 - d_2^2) \quad (3.6)$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (d_1^4 - d_2^4) \quad (3.7)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad (3.8)$$

- Angka kelangsingan batas

$$\lambda_g = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot f'_c}} \quad (3.9)$$

E = modulus elastisitas tiang

f'_c = kuat desak beton

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} \quad (3.10)$$

kolom pendek : $\lambda_s \leq 0,183$

kolom sedang : $0,183 < \lambda_s < 1,00$

kolom panjang : $\lambda_s \geq 1,00$

3.3.1 Tiang Pancang

Tiang pancang dalam hal ini pondasi tiang beton. berdasarkan pekerjaannya dibedakan sebagai berikut:

a. Tiang beton pracetak (*precast concrete pile*)

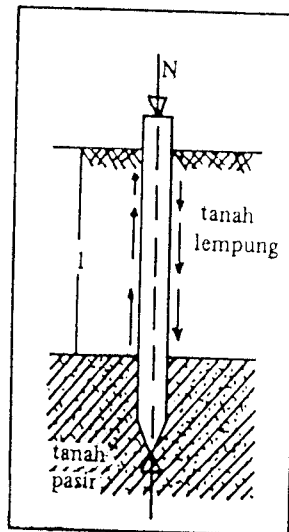
Tiang jenis ini dibentuk di tempat pengecoran tertentu atau di pabrik dan kemudian dibawa ke lokasi proyek. Penampang dari tiang beton pracetak biasanya berbentuk bulat atau prisma. Pada saat pemancangan tiang beton pracetak ke dalam tanah akan menimbulkan getaran yang sangat kuat yang menyebabkan deformasi pada lapisan tanah sekitarnya.

b. Tiang beton cetak di tempat (*cast in place pile*)

Tiang beton ini dicetak langsung di tempat dengan terlebih dahulu membuat lubang di dalam tanah, diisi dengan tulangan kemudian dicor beton. Untuk menghindari keruntuhan tanah pada lubang bor biasanya dipakai *casing*. Pengeboran harus dilaksanakan dengan seksama guna menghindari pengisian beton yang tidak merata dan berakibat mempengaruhi kapasitas daya dukungnya.

3.3.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

Dalam memancang tiang sampai ke tanah keras melalui lapisan tanah lempung, maka untuk menghitung kapasitas dukung tiang dapat diperhitungkan baik berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing*) maupun tahanan geser (*friction pile*).



Gambar 3.1 *End Bearing and Friction Pile*

Kemampuan tiang

a. Terhadap kekuatan bahan tiang

(Sumber : Sardjono HS)

$$\sigma = \frac{P_t}{A} \quad (3.11)$$

dimana :

σ = kekuatan bahan beton (ton/m²)

P_t = beban total (ton)

A_{tiang} = luas penampang tiang pancang (m²)

b. Terhadap kekuatan tanah

1. Beban sementara :

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \cdot p}{2} + \frac{0.1 \cdot c}{5} \quad (3.12)$$

2. Beban tetap / statis :

$$Q_{tiang} = \frac{A_{tiang} \cdot p}{3} + \frac{0.1 \cdot c}{5} \quad (3.13)$$

3. Beban dinamis :

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \cdot p}{5} + \frac{0.1 \cdot c}{8} \quad (3.14)$$

dimana :

Q_{tiang} = kapasitas dukung keseimbangan tiang (kg)

p = nilai konus dari hasil sondir (kg/cm^2)

0 = keliling tiang pancang (cm)

l = panjang tiang yang berada dalam tanah (cm)

c = harga *cleef* rata-rata (kg/cm)

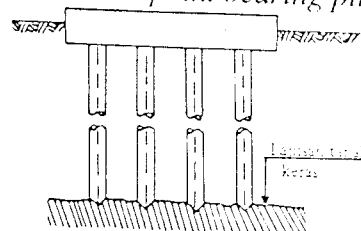
2,3,5,8 = angka keamanan

3.3.1.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Dalam menentukan kapasitas dukung kelompok tiang tidak cukup hanya dengan meninjau kapasitas dukung satu tiang yang berdiri sendiri (*single pile*) dikalikan dengan banyaknya tiang dalam kelompok tiang tersebut, sebab kapasitas dukung kelompok tiang (*pile group*) belum tentu sama dengan kapasitas dukung satu tiang (*single pile*) dikalikan dengan jumlah tiang.

Seperti halnya pada tiang pancang yang berdiri sendiri (*single pile*), maka tiang pancang dalam kelompok (*pile group*) menurut cara pemindahan beban ke tanah dapat di bagi dalam 2 bagian.

a. Kelompok tiang yang terdiri dari " *point bearing pile* "



Gambar 3.2 *Point Bearing Pile*

Tiang-tiang pancang dalam kelompok ini dipancang sampai mencapai tanah keras sehingga perhitungan kapasitas dukung tiang ini berdasarkan pada tahanan ujung (*end bearing*). Dalam hal seperti ini maka kemampuan tiang dalam kelompok tiang adalah sama dengan kemampuan tiang yang berdiri sendiri dikalikan dengan banyaknya tiang.

$$Q_{pg} = n \times Q_s \quad (3.15)$$

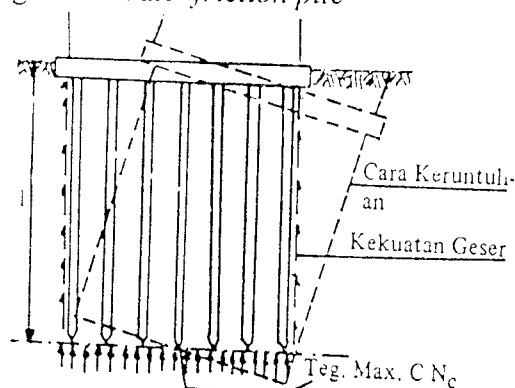
dimana :

Q_{pg} = kapasitas dukung kelompok tiang (*pile group*)

Q_s = kapasitas dukung tiang yang berdiri sendiri (*single pile*)

n = banyaknya tiang pancang

b. Kelompok tiang yang terdiri dari "friction pile"



Gambar 3.3 Friction Pile

Tiang-tiang pancang dalam kelompok ini tidak dipancang sampai mencapai tanah keras oleh karena lapisan tanah keras letaknya terlalu dalam sehingga pemancangan tiang sampai lapisan tanah keras tersebut tidak mungkin atau sangat sukar pelaksanaannya. Jika kelompok tiang pancang ini dipancang dalam lapisan lempung atau lanau yang aman kemungkinan harga konusnya = 0, maka kapasitas dukung kelompok tiang pancang dihitung berdasarkan cleef dan

konus. Dalam hal ini ada kemungkinan terjadi keruntuhan secara keseluruhan termasuk di antara tiang-tiang tersebut yang mana harus ditinjau dalam memperhitungkan kapasitas dukung tiang. Untuk menghitung kapasitas dukung kelompok tiang (pile group) berdasarkan cleef dan konus digunakan perumusan sebagai berikut :

Berdasarkan perhitungan "kapasitas dukung tanah Direktorat Jendral Bina Marga Departemen P.U. I.L".

- a. Tekanan maximum yang dapat ditahan pada dasar kelompok tiang
- b. Perlawanan geser (shear resistance) pada permukaan luar keliling kelompok tiang tersebut.

Kapasitas dukung keseimbangan :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y)lc \quad (3.16)$$

Kapasitas dukung kelompok tiang yang diijinkan :

$$Q_{pg} = \frac{Q_t}{n} = \frac{1}{n} \{c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y)lc\} \quad (3.17)$$

dimana : Q_{pg} = kapasitas dukung yang diijinkan pada kelompok tiang

Q_t = kapasitas dukung keseimbangan pada kelompok tiang

n = faktor keamanan

c = kekuatan geser tanah

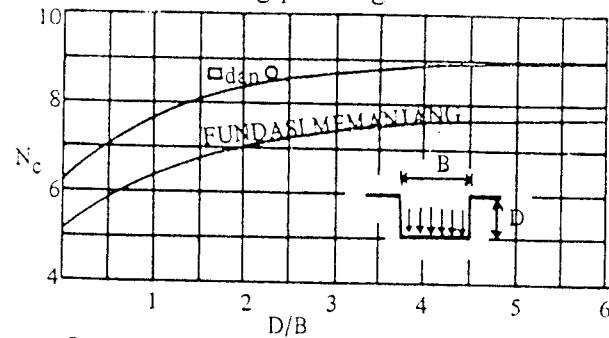
N_c = faktor kapasitas dukung yang dapat diperoleh dari grafik menurut "Skempton". N_c diambil 9

A = luas kelompok tiang $B \times Y$

B = lebar kelompok tiang pancang

Y = panjang kelompok tiang pancang

l = kedalaman tiang pancang



Gambar 3.4 Nilai N_c menurut Skempton

Harga N_c diambil dari grafik Skempton untuk pondasi di atas tanah lempung. Harga N_c ini untuk pondasi dangkal akan mendekati nilai menurut Terzaghi sedangkan untuk pondasi dalam akan mendekati nilai menurut Meyerhof.

3.3.1.3 Penurunan Tiang

Dalam kelompok tiang pancang (*pile group*) ujung atas tiang-tiang tersebut dihubungkan satu dengan yang lain dengan *poer* yang kaku sehingga merupakan suatu kesatuan yang kokoh. Dengan *poer* ini diharapkan bila kelompok tiang pancang tersebut dibebani secara merata akan terjadi *settlement* (penurunan) yang merata pula.

A. Penurunan pada tahanan ujung tiang

Pada perhitungan penurunan kelompok tiang pancang dengan tahanan ujung (*end bearing pile*) tegangan pada tanah akibat berat bangunan dapat diperhitungkan merata pada bidang yang melalui ujung bawah tiang. Kemudian

tegangan ini disebarakan merata ke lapisan tanah sebelah bawah dengan sudut penyebaran 30°.

Menurut literatur "Mekanika Tanah" oleh : L.D. Wesley, perhitungan penurunan dilakukan sebagai berikut :

- a. Lapisan tanah di bawah ujung tiang pancang sampai lapisan tanah keras di bagi-bagi menjadi beberapa lapis.
- b. Kemudian dihitung penurunan untuk tiap-tiap lapisan dengan cara sebagai berikut :

Dihitung P_0 dan p potongan masing-masing lapisan, dimana

P_0 = tegangan tanah semula sebelum ada bangunan

p = penambahan tegangan setelah ada bangunan

$$P_0 / \gamma = \gamma_1 \cdot h_m + \gamma_2 \cdot (h_m - h_m) \quad \text{kg/cm}^2 \quad (3.18)$$

$$q = \frac{P_1}{B \times L} \quad \text{dimana : } B = \text{lebar kelompok tiang} \quad (3.19)$$

L = panjang kelompok tiang

$$\Delta p = \frac{(B \times L) q}{(B + \frac{1}{2} h \text{ tg } 30^\circ) \cdot (L + \frac{1}{2} h \text{ tg } 30^\circ)} \quad \text{kg/cm}^2 \quad (3.20)$$

$$\text{Tegangan tanah setelah bangunan selesai : } P_1 = P_0 + \Delta p \quad (3.21)$$

$$\text{Penurunan lapisan dapat dihitung : } S = \frac{\Delta h}{h} H \quad (3.22)$$

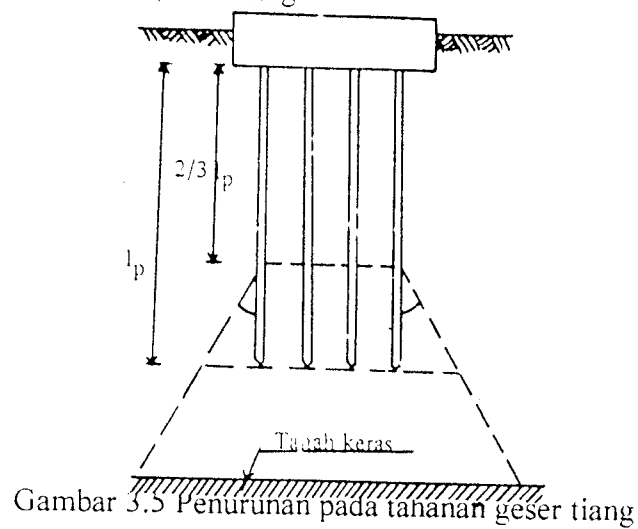
S = *settlement*

Δh = penurunan

h = tebal tanah untuk percobaan konsolidasi

H = tebal lapisan yang ditinjau

B. Penurunan pada tahanan geser tiang



Gambar 3.5 Penurunan pada tahanan geser tiang

Untuk kelompok tiang pancang yang kapasitas dukungnya didasarkan atas geseran antara tiang dengan tanah (*friction pile*) perlu diadakan perhitungan *settlement*. Tegangan pada tanah akibat berat bangunan dan muatannya dapat diperhitungkan merata pada kedalaman $\frac{2}{3} L_p$ (panjang tiang pancang) dan disebarkan dengan sudut penyebaran 30° .

3.3.2 Tiang Bor

Tiang bor dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor beton. Tiang ini, biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membuat lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

3.3.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

(Sumber : Edy Purwanto)

A. Kapasitas dukung ujung tiang pada pondasi tiang bor

1. Tanah Kohesif :

$$Q_p = A \cdot q_p$$

$$Q_p = A \cdot c \cdot N_c$$

$$Q_p = A \cdot 9 \cdot c_u \quad (3.23)$$

2. Tanah Non Kohesif :

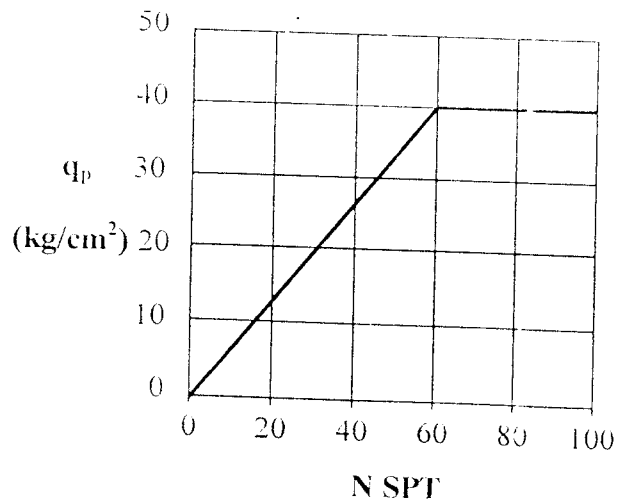
$$Q_p = A \cdot q_p \quad (3.24)$$

besarnya q_p mengiskusikan hubungan dengan N_{spt}

A : luas penampang tiang bor

q_p : tahanan ujung persatuan luas

c_u : *undrained cohesion*



Gambar 3.6 Hubungan nilai N SPT dengan q_p (Reese & Wright, 1977)

B. Kapasitas dukung selimut tiang pada pondasi tiang bor

$$Q_s = f \cdot L \cdot p \quad (3.25)$$

1. Tanah Kohesif :

$$f = \alpha \cdot c_u \quad (3.26)$$

2. Tanah Non Kohesif :

Nilai f dapat diperoleh dari korelasi langsung dengan N_{spt} pada grafik.

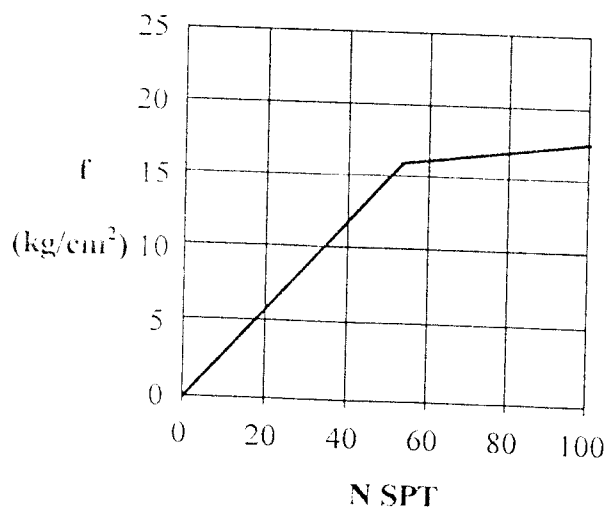
f : gesekan selimut tiang persatuan luas

L : panjang tiang bor

p : keliling penampang tiang

α : faktor adhesi (konstanta)

c_u : *undrained cohesion*



Gambar 3.7 Hubungan nilai N SPT dengan f (Reese & Wright, 1977)

C. Kapasitas dukung ultimit tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (3.27)$$

D. Kapasitas dukung ijin tiang

$$Q_u = \frac{Q_u}{SF} \quad (3.28)$$

SF : faktor keamanan, besar SF yang digunakan 5

3.3.2.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

a. Jumlah tiang = $\frac{P}{Q_u}$ (3.29)

P : beban total

b. Efisiensi tiang dihitung dengan metode *Uniform Building Code* :

$$E = 1 - \frac{\theta}{90^\circ} \left\{ \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right\} \quad (3.30)$$

$$\theta = \text{Arc tg} \frac{D}{S} \quad (3.31)$$

S : jarak antar tiang

D : diameter tiang pancang

m : jumlah baris

n : jumlah tiang pancang tiap baris

c. Kapasitas dukung kelompok tiang

$$Q_{pg} = E \cdot n \cdot Q_u \quad (3.32)$$

$$Q_{pg} > P_t$$

P_t : beban total

d. Beban yang diterima satu tiang

$$P_{max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{max}}{n_y \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{max}}{n_x \sum y^2} \quad (3.33)$$

$$M_x = P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton} \right) \cdot n' \cdot y \quad (3.34)$$

$$M_y = P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton} \right) \cdot n' \cdot x \quad (3.35)$$

P_t : beban total

n : jumlah tiang

d : diameter tiang

l : panjang tiang

n' : jumlah tiang tiap sumbu

$n_x ; n_y$: jumlah tiang dalam satu baris pada arah sumbu x dan y

(\perp bidang momen)

$x_{max} ; y_{max}$: jarak maksimal dari sumbu x dan y ke tiang

$\Sigma x^2 ; \Sigma y^2$: momen inersia dari kelompok tiang

3.3.2.3 Penurunan Pondasi Tiang Bor

a. Penurunan tiang tunggal

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps} \quad (3.36)$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) L}{A_p \cdot E_p} \quad (3.37)$$

Tabel 3.1 : Tabel Modulus Elastisitas Tiang (E_p)
(Hans F. Winterkorn & Hsai Yang Fang, 1975)

Bahan Tiang	Modulus Elastisitas (Kg/cm ²)
- Kayu	$8 \cdot 10^4 - 10^5$
- Beton	$2 \cdot 10^5 - 3 \cdot 10^5$
- Baja	$2,15 \cdot 10^6$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p} \quad (3.38)$$

Tabel 3.2 : Tabel Nilai Koefisiensi Empiris (C_p)
(Vesic, 1977)

Jenis Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
- Pasir	0.02 – 0.04	0.09 – 0.18
- Lempung	0.02 – 0.03	0.03 – 0.06
- Lanau	0.03 – 0.05	0.09 – 0.12

$$S_p = \left(\frac{P_1}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - \nu_s^2) \cdot I_{ws} \quad (3.39)$$

Tabel 3.3 : Tabel Modulus Elastisitas Tanah (E_s)
(Hans F. Winterkorn & Hsai Yang Fang, 1975)

Jenis Tanah	Modulus Elastisitas (Kg/cm^2)
- Tanah liat sangat lunak	3,5 – 30
- Tanah liat lunak	20 – 50
- Tanah liat sedang	40 – 80
- Tanah liat keras	70 – 180
- Tanah liat berpasir	300 – 400
- Pasir berlanau	70 – 200
- Pasir lepas	100 – 250
- Pasir padat	500 – 800
- Pasir padat dan kerikil	1000 – 2000

Tabel 3.4 : Tabel *Poisson's Ratio* Tanah (ν_s)
(T. William Lambe & R. V. Whitman, 1969)

Tipe Tanah	<i>Poisson's Ratio</i>
- Clay, saturated	0.50
- Clay, undrained	0.35 – 0.40
- Clay with sand & silt	0.30 – 0.42
- Sandy soil	0.15 – 0.25
- Sand	0.30 – 0.35

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{d}} \quad (3.40)$$

S : penurunan total

S_s : penurunan akibat deformasi aksial tiang

S_p : penurunan dari ujung tiang

S_{ps} : penurunan tiang akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang

Q_p : kapasitas dukung ujung tiang

Q_s : kapasitas dukung selimut tiang

L : panjang tiang

A_p : luas penampang tiang

E_p : modulus elastisitas tiang

α : koef. yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang. Menurut Vesic (1977). $\alpha = 0.33 - 0.50$

q_p : perlawanan ujung di bawah beban kerja

d : diameter

C_p : koef. empiris

P_t : beban total

p : keliling tiang

E_s : modulus elastisitas tanah

ν_s : *poisson's ratio* tanah

I_{ws} : faktor pengaruh

2. metode empiris

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p} \quad (3.41)$$

S : penurunan total

d : diameter

Q_u : kapasitas dukung ultimit tiang

L : panjang tiang

A_p : luas penampang tiang

E_p : modulus elastisitas tiang

b. Penurunan kelompok tiang

Metode Vesic :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{d}} \quad (3.42)$$

S : penurunan pondasi tiang tunggal

B_g : lebar kelompok tiang

d : diameter tiang tunggal

3.4 Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas dukung ijin tiang, maka diperlukan nilai faktor keamanan untuk membagi kapasitas dukung ultimit tiang tersebut. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompresibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.

4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau tiang kelompok masih dalam batas-batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam di antara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Dari hasil pengujian-pengujian beban pondasi tiang, baik tiang pancang maupun pondasi bor yang berdiameter kecil (600 mm), penurunan akibat beban kerja (*working load*) yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor keamanan yang tidak kurang dari 2,5 (Tomlinson, 1977)

Tabel 3.5 : Faktor Keamanan untuk Pondasi Tiang (SF)
(Reese & O'Neill, 1989)

Klasifikasi Struktur	Bangunan Monumental	Bangunan Permanen	Bangunan Sementara
F.K. Pengendalian Baik	2,3	2,0	1,4
F.K. Pengendalian Normal	3,0	2,5	2,0
F.K. Pengendalian Kurang	3,5	2,8	2,3
F.K. Pengendalian Buruk	4,0	3,4	2,8

3.5 Analisa Biaya

Perincian yang sistematis dari data biaya, umumnya berdasarkan pada struktur elemental yang disetujui, guna membantu penyiapan perencanaan biaya untuk skema mendatang adalah pengertian umum dari analisa biaya.

Maksud penyusunan analisa biaya dari suatu proyek bangunan adalah untuk mengetahui hubungan biaya di antara macam-macam bagian dari proyek, di

samping untuk memberikan perbandingan dengan skema atau rencana lainnya. Kesimpulan nyata tidak selalu dapat digambarkan dari studi analisa biaya kecuali bila keadaan sesungguhnya, kualitas dan kuantitas pekerjaan yang ada benar-benar diperhatikan. Pada pekerjaan pondasi ini perencanaan biaya menggunakan analisa BOW.

Komponen dari biaya pondasi tiang antara lain :

1. Sumber Daya Manusia
2. Bahan
 - Pasir
 - Kerikil
 - Semen
 - Air
 - Tulangan
3. Peralatan
 - Sewa

3.5.1 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang

a. Pembuatan Tiang Pancang

- Biaya 1 m³ beton bertulang
- Biaya 1 buah tiang pancang :

$$\left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \right\} - \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d - 2 \cdot t)^2 \cdot l \right\} \times L \times \text{biaya 1 m}^3 \text{ beton bertulang}$$

b. Pemasangan Tiang Pancang

- Biaya sewa alat
- Waktu : $\frac{\text{jumlah tiang}}{\text{juml. pemancangan tiap hari}} \times \text{jam kerja tiap hari}$
- Biaya alat bantu

3.5.2 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Bor

a. Pembuatan Galian

- Biaya galian tanah : vol. x harga galian tanah tiap vol.

b. Pekerjaan Tiang Bor

- Biaya sewa alat
- Waktu : $\frac{\text{jumlah tiang}}{\text{juml. pengeboran tiap hari}} \times \text{jam kerja tiap hari}$
- Biaya casing

c. Pembuatan Tiang Bor

- Biaya 1 m³ beton bertulang
- Biaya 1 buah tiang bor :

$$\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times L \times \text{biaya 1 m}^3 \text{ beton bertulang}$$

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Subyek Penelitian

Pada penelitian ini akan diteliti nilai kapasitas dukung pondasi tiang pancang dan tiang bor, serta biaya yang diperlukan untuk pekerjaan pondasi pada Proyek Pembangunan Jembatan Gangsa, kemudian akan dibandingkan nilai keduanya.

4.2 Obyek Penelitian

Obyek dari penelitian ini adalah pondasi pada jembatan Sungai Gangsa yang berlokasi di antara Kodya Tegal dan Kabupaten Brebes di Jawa Tengah.

4.3 Data dan Cara Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini antara lain :

1. Gambar struktur jembatan

Data diperoleh dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah dalam hal ini bertindak sebagai Pengawas Proyek Pembangunan Jembatan Gangsa. Gambar struktur jembatan dibuat oleh Sinotech Engineering Consultants, LTD, selaku konsultan teknik.

2. Data penyelidikan tanah

Penyelidikan tanah yang dilakukan meliputi pekerjaan sondir mesin dan pekerjaan boring mesin, serta pengamatan di lapangan berupa test SPT. Pekerjaan ini dilaksanakan oleh pihak Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang. Data penyelidikan tanah diperoleh dari Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

3. Daftar analisa dan harga satuan pekerjaan

Daftar analisa dan harga satuan pekerjaan diperoleh dari Sub Dinas Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Brebes.

4. Data, gambar, dan informasi harga tiang pancang PT. Wijaya Karya Beton

Data dan informasi harga tiang pancang diperoleh dengan meminta dari PT. Wijaya Karya Beton Wilayah Penjualan IV di Semarang, sedangkan untuk proses produksinya berada di wilayah Boyolali.

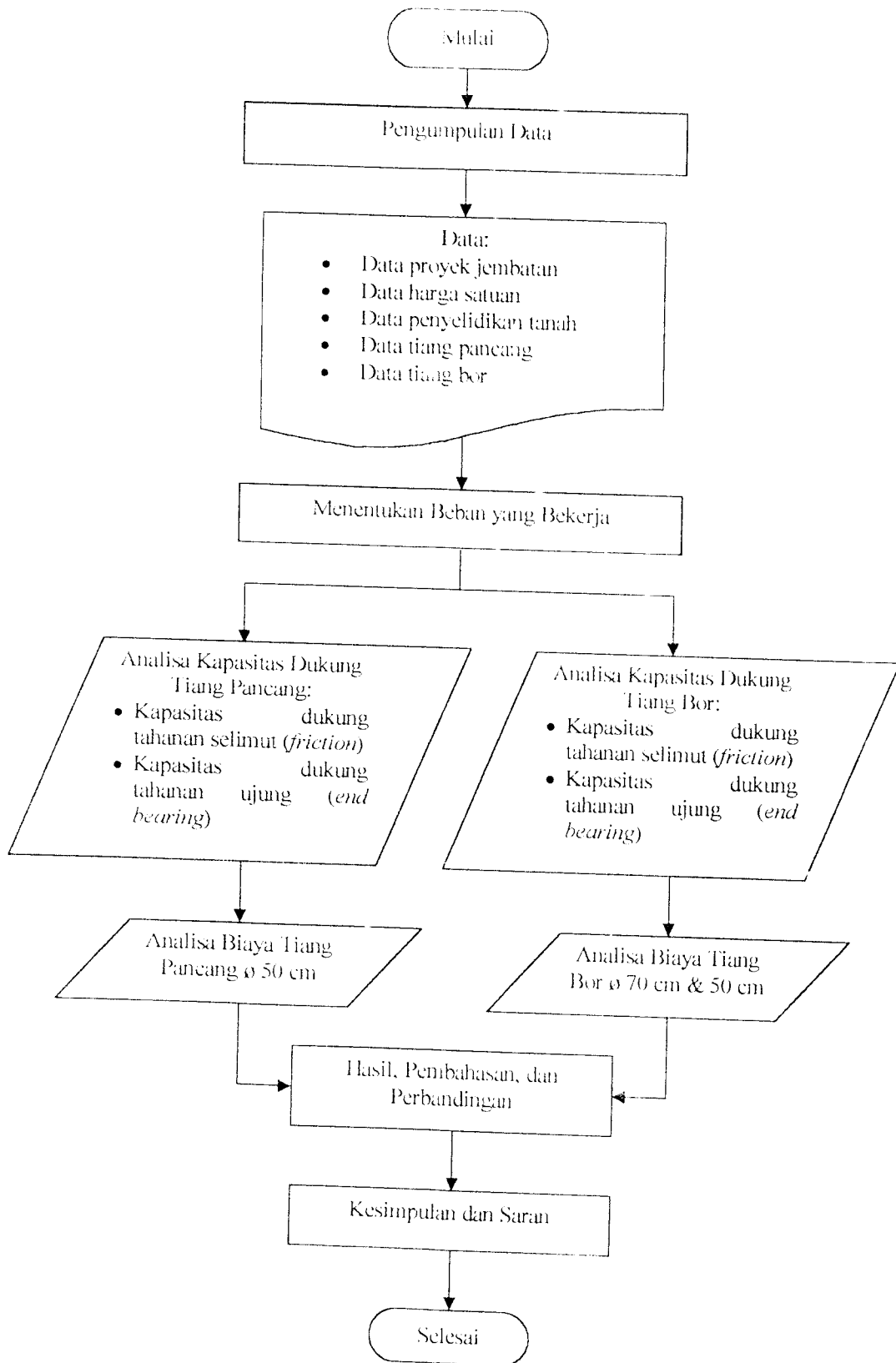
Cara pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan meminta atau wawancara kepada dinas / departemen terkait, antara lain :

1. Badan Pelaksana Direktorat Jendral Sumber Daya Air, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah
2. Sub Dinas Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum Kab. Brebes
3. PT. Wijaya Karya Beton

4.4 Metode Analisa

Sebelum dilakukan kegiatan analisis, harus diperoleh data sesuatu yang akan dianalisa, setelah itu dipelajari. Pada studi kasus ini untuk memperoleh data dilakukan dengan wawancara maupun meminta langsung pada pihak yang terkait. Setelah data didapat, ditentukan beban-beban yang bekerja pada jembatan tersebut, kemudian dilakukan analisis. Hasil dari analisis tersebut dijadikan sebuah kesimpulan. Pada studi kasus ini yang akan dianalisis adalah sebagai berikut :

- Analisa kapasitas dukung pondasi tiang pancang dan tiang bor menggunakan metode statis.
- Analisa biaya menggunakan metode BOW.
- Analisa komparasi kapasitas dukung dan biaya tiang pancang dan tiang bor.



Gambar 4.1 : Flow Chart / Diagram Alur Penelitian

BAB V

ANALISIS PONDASI TIANG PANCANG DAN TIANG BOR

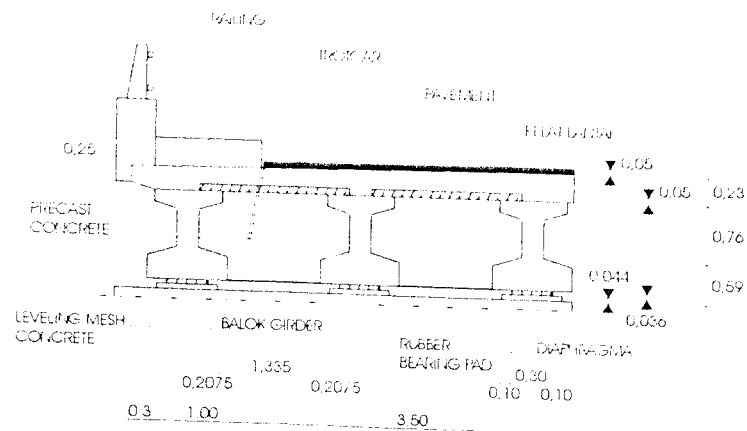
5.1 Umum

Pada bab ini diuraikan prosedur perhitungan analisis pondasi tiang pancang dan tiang bor pada proyek jembatan Gangsa. Data-data yang diperlukan dalam analisis pondasi tiang pancang dan tiang bor antara lain data karakteristik tanah dan gaya-gaya struktur atas yang bekerja pada pondasi.

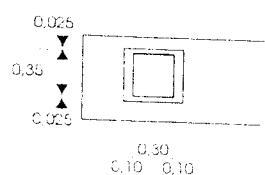
5.2 Pembebanan

5.2.1 Analisa *Abutment*

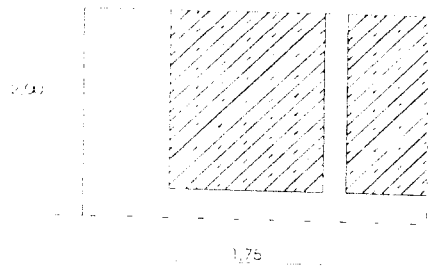
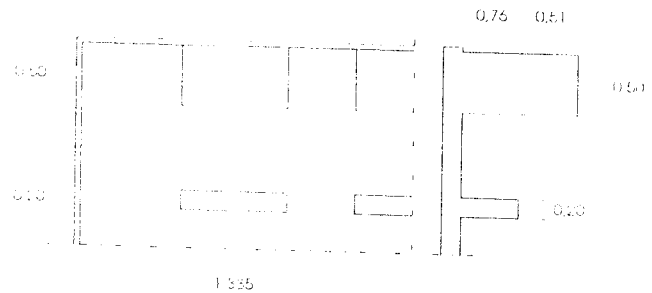
a. Beban Mati *Upper Struktur*



Gambar 5.1. Potongan melintang balok girder sisi kiri / kanan



Gambar 5.2. *Rubber bearing pad* dan *Leveling mesh concrete*

Gambar 5.3. *Precast concrete*Gambar 5.4. *Diaphragm*

Untuk perhitungan beban mati *upper* struktur digunakan persamaan 3.1.

- Balok girder : $3 \times 13 = 39$ ton
 - Pelat lantai : $0,23 \times 4,8 \times 20,6 \times 2,5 = 56,86$ ton
 - Trotoar : $0,25 \times 1 \times 20,6 \times 2,5 = 12,88$ ton
 - *Railing* : $1,13 \times 20,6 = 23,28$ ton
 - *Pavement* : $0,05 \times 3,5 \times 20,6 \times 2,3 = 8,29$ ton
 - *Precast concrete* : $0,05 \times 1,75 \times 2 \times 20 \times 2,5 = 8,75$ ton
 - *Diaphragm* : $\{(0,2 \times 0,76 \times 1,335) + (0,5 \times 1,27 \times 1,335)\} \times 4 \times 2,5$
 $= 10,51$ ton
 - *Rubber bearing pad* : $0,036 \times 0,3 \times 0,35 \times 6 \times 2,0 = 0,05$ ton
 - *Leveling mesh concrete* : $0,044 \times 0,5 \times 0,4 \times 6 \times 2,5 = 0,13$ ton
- Total BM *Upper* Struktur = $39 + 56,86 + 12,88 + 23,28 + 8,29 + 8,75 +$
 $10,51 + 0,05 + 0,13 = 159,75$ ton

Reaksi pada *abutment / pier* : $159,75 / 2 = 79,88$ ton

b. Beban Hidup *Upper* Struktur

Untuk perhitungan beban hidup *upper* struktur digunakan persamaan 3.2.

- Koefisien kejut : $K = 1 + \left(\frac{20}{50 + 20,6} \right) = 1,283$

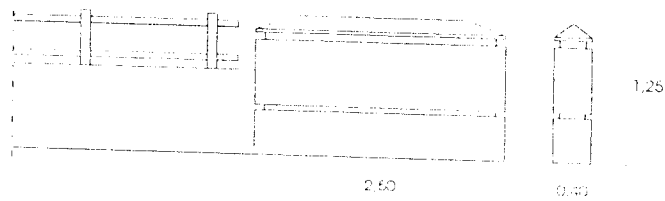
- Beban merata : $\left\{ (2 \times 2,2) + \left(\frac{1,5}{2,75} \times 1,1 \right) \right\} \times \frac{20,6}{2} = 51,5 \text{ ton}$

- Beban garis : $\left\{ (2 \times 12) + \left(\frac{1,5}{2,75} \times 6 \right) \right\} \times 1,283 = 34,99 \text{ ton}$

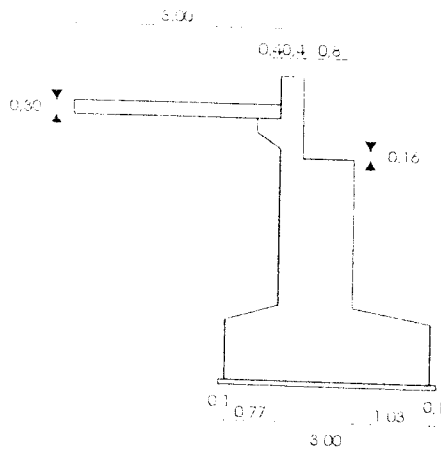
- Trotoar : $0,5 \times 2 \times \frac{20,6}{2} = 10,3 \text{ ton}$

Total BH *Upper* Struktur = 51,5 + 34,99 + 10,3 = 96,79 ton

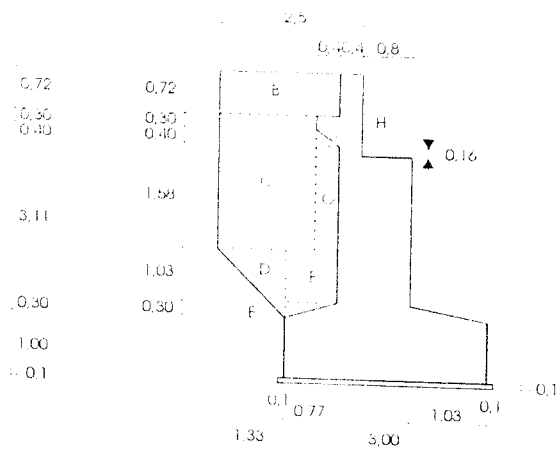
c. Beban Mati Sub Struktur



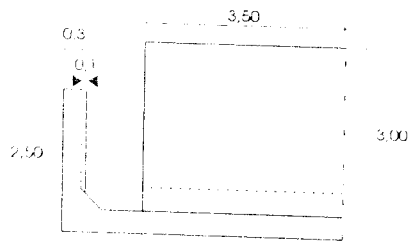
Gambar 5.5. Parapet dan Railing



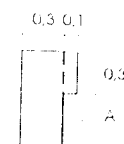
Gambar 5.6. Pelat injak



Gambar 5.7. Dinding sayap pada BM I / BM IV



Gambar 5.8. Pelat injak dan Dinding sayap



Gambar 5.9. Dinding sayap bagian A

Untuk perhitungan beban mati sub struktur digunakan persamaan 3.3,

Section :

- Parapet : $0,4 \times 1,25 \times 2,5 \times 2,5 = 3,16 \text{ ton}$

- Pelat injak : $0,3 \times 3,0 \times 3,5 \times 2,5 = 7,88 \text{ ton}$

- Dinding sayap :

A = $0,1 \times 0,3 \times 2,1 \times 2,5 \times 2 = 0,32 \text{ ton}$

B = $0,72 \times 2,1 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 2,27 \text{ ton}$

C = $1,7 \times 2,28 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 5,81 \text{ ton}$

D = $0,5 \times 1,33 \times 1,33 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 1,33 \text{ ton}$

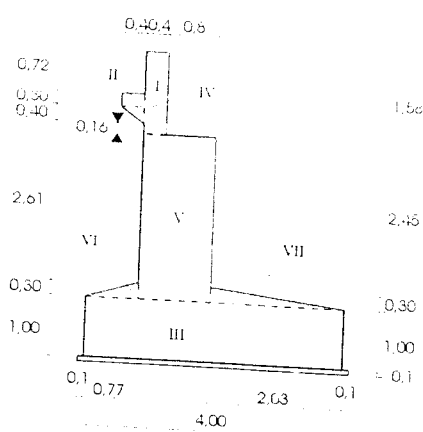
E = $0,5 \times 0,3 \times 0,77 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 0,17 \text{ ton}$

F = $0,77 \times 1,03 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 1,19 \text{ ton}$

G = $1,58 \times 0,4 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 0,95 \text{ ton}$

H = $0,5 \times 0,4 \times 0,4 \times 0,3 \times 2,5 \times 2 = 0,12 \text{ ton}$

Total BM *Section* = $3,16 + 7,88 + 0,32 + 2,27 + 5,81 + 1,33 + 0,17 + 1,19 + 0,95 + 0,12 = 25,54 \text{ ton}$



Gambar 5.10. *Abutment* pada BM I

Abutment pada BM I :

I = $0,4 \times 1,58 \times 4,8 \times 2,5 = 7,58 \text{ ton}$

$$II = 0,4 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 1,44 \text{ ton}$$

$$III = 4 \times 1 \times 4,8 \times 2,5 = 48 \text{ ton}$$

$$IV = 0,5 \times 0,4 \times 0,4 \times 4,8 \times 2,5 = 0,96 \text{ ton}$$

$$V = 1,2 \times 2,75 \times 4,8 \times 2,5 = 39,6 \text{ ton}$$

$$VI = 0,5 \times 0,77 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 1,39 \text{ ton}$$

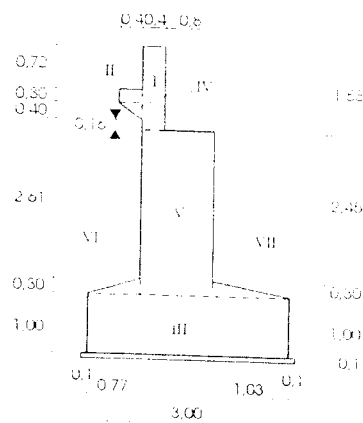
$$VII = 0,5 \times 2,03 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 3,65 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total BM Abutment} &= 7,58 + 1,44 + 48 + 0,96 + 39,6 + 1,39 + 3,65 \\ &= 102,62 \text{ ton} \end{aligned}$$

Timbunan tanah di belakang *abutment*

$$\text{- Back fill} = 0,77 \times 3,61 \times 4,8 \times 1,8 = 24,02 \text{ ton}$$

$$\text{- Leveling concrete} = 0,1 \times 4,2 \times 5,0 \times 2,5 = 5,25 \text{ ton}$$



Gambar 5.11. *Abutment* pada BM IV

Abutment pada BM IV :

$$I = 0,4 \times 1,58 \times 4,8 \times 2,5 = 7,58 \text{ ton}$$

$$II = 0,4 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 1,44 \text{ ton}$$

$$III = 3 \times 1 \times 4,8 \times 2,5 = 36 \text{ ton}$$

$$IV = 0,5 \times 0,4 \times 0,4 \times 4,8 \times 2,5 = 0,96 \text{ ton}$$

$$V = 1,2 \times 2,75 \times 4,8 \times 2,5 = 39,6 \text{ ton}$$

$$VI = 0,5 \times 0,77 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 1,39 \text{ ton}$$

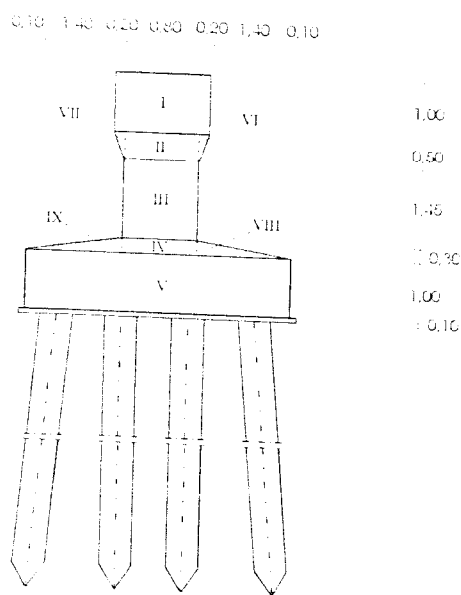
$$VII = 0,5 \times 1,03 \times 0,3 \times 4,8 \times 2,5 = 1,85 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total BM Abutment} &= 7,58 + 1,44 + 36 + 0,96 + 39,6 + 1,39 + 1,85 \\ &= 88,82 \text{ ton} \end{aligned}$$

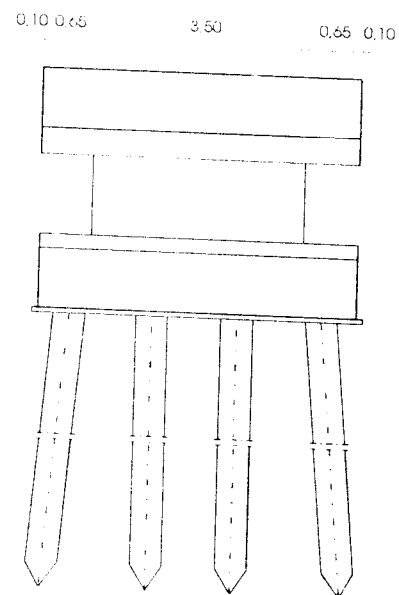
Timbunan tanah di belakang *abutment*

$$\text{- Back fill} = 0,77 \times 3,61 \times 4,8 \times 1,8 = 24,02 \text{ ton}$$

$$\text{- Leveling concrete} = 0,1 \times 3,2 \times 5,0 \times 2,5 = 4,0 \text{ ton}$$



Gambar 5.12. *Pier* pada BM II / SM III tampak samping



Gambar 5.13. *Pier* pada BM II / SM III tampak depan

Pier pada BM II / SM III :

$$I = 1,0 \times 1,2 \times 4,8 \times 2,5 = 14,4 \text{ ton}$$

$$II = 0,5 \times 0,8 \times 4,8 \times 2,5 = 4,8 \text{ ton}$$

$$III = 0,8 \times 1,45 \times 3,5 \times 2,5 = 10,15 \text{ ton}$$

$$IV = 0,3 \times 0,8 \times 4,8 \times 2,5 = 2,88 \text{ ton}$$

$$V = 1,0 \times 4,0 \times 4,8 \times 2,5 = 48,0 \text{ ton}$$

$$VI = 0,5 \times 0,2 \times 0,5 \times 4,8 \times 2,5 = 0,6 \text{ ton}$$

$$VII = 0,5 \times 0,2 \times 0,5 \times 4,8 \times 2,5 = 0,6 \text{ ton}$$

$$VIII = 0,5 \times 0,3 \times 1,6 \times 4,8 \times 2,5 = 2,88 \text{ ton}$$

$$IX = 0,5 \times 0,3 \times 1,6 \times 4,8 \times 2,5 = 2,88 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} \text{Total BM Pier} &= 14,4 + 4,8 + 10,15 + 2,88 + 48,0 + 0,6 + 0,6 + 2,88 \\ &+ 2,88 = 87,19 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\text{- Leveling concrete} = 0,1 \times 4,2 \times 5,0 \times 2,5 = 5,25 \text{ ton}$$

5.2.2 Beban Total

$$\text{- Beban mati upper struktur} = 79,88 \text{ ton}$$

- Beban mati sub struktur :

➤ Pada BM I : *section + abutment + leveling concrete*

$$: 25,54 + 102,62 + 5,25 = 133,41 \text{ ton}$$

➤ Pada BM IV : *section + abutment + leveling concrete*

$$: 25,54 + 88,82 + 4,00 = 118,36 \text{ ton}$$

➤ Pada BM II / SM III : *pier + leveling concrete*

$$: 87,19 + 5,25 = 92,44 \text{ ton}$$

$$\text{- Beban mati back fill} = 24,02 \text{ ton}$$

$$\text{- Beban hidup} = 96,79 \text{ ton}$$

Untuk perhitungan beban total digunakan persamaan 3.4.

$$\text{Beban total BM I} : 79,88 + 133,41 + 24,02 + 96,79 = 334,10 \text{ ton}$$

$$\text{Beban total BM IV} : 79,88 + 118,36 + 24,02 + 96,79 = 319,05 \text{ ton}$$

$$\text{Beban total BM II / SM III} : 79,88 + 92,44 + 96,79 = 269,11 \text{ ton}$$

5.3 Penentuan Kriteria Tiang

Kriteria tiang, untuk menghitung angka kelangsingan tiang digunakan :

$$\Lambda = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,5^2 - 0,32^2) = 0,1159 \text{ m}^2$$

$$I = \frac{\pi}{64} \cdot (0,5^4 - 0,32^4) = 0,0026 \text{ m}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{0,0026}{0,1159}} = 0,15 \text{ m}$$

k : 1 (untuk jepit-jepit)

Untuk perhitungan kriteria tiang digunakan persamaan 3.6.

$$\lambda = \frac{30 \cdot 1}{0,15} = 200$$

- Angka kelangsingan batas

Untuk perhitungan angka kelangsingan batas digunakan persamaan 3.10.

$$E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

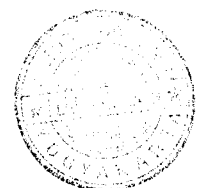
$$f'_c = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$\lambda_g = \pi \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 300}} = 306,59$$

$$\lambda_s = \frac{200}{306,59} = 0,65$$

Berdasarkan nilai λ_s , maka tiang dengan $L = 30 \text{ m}$ adalah :

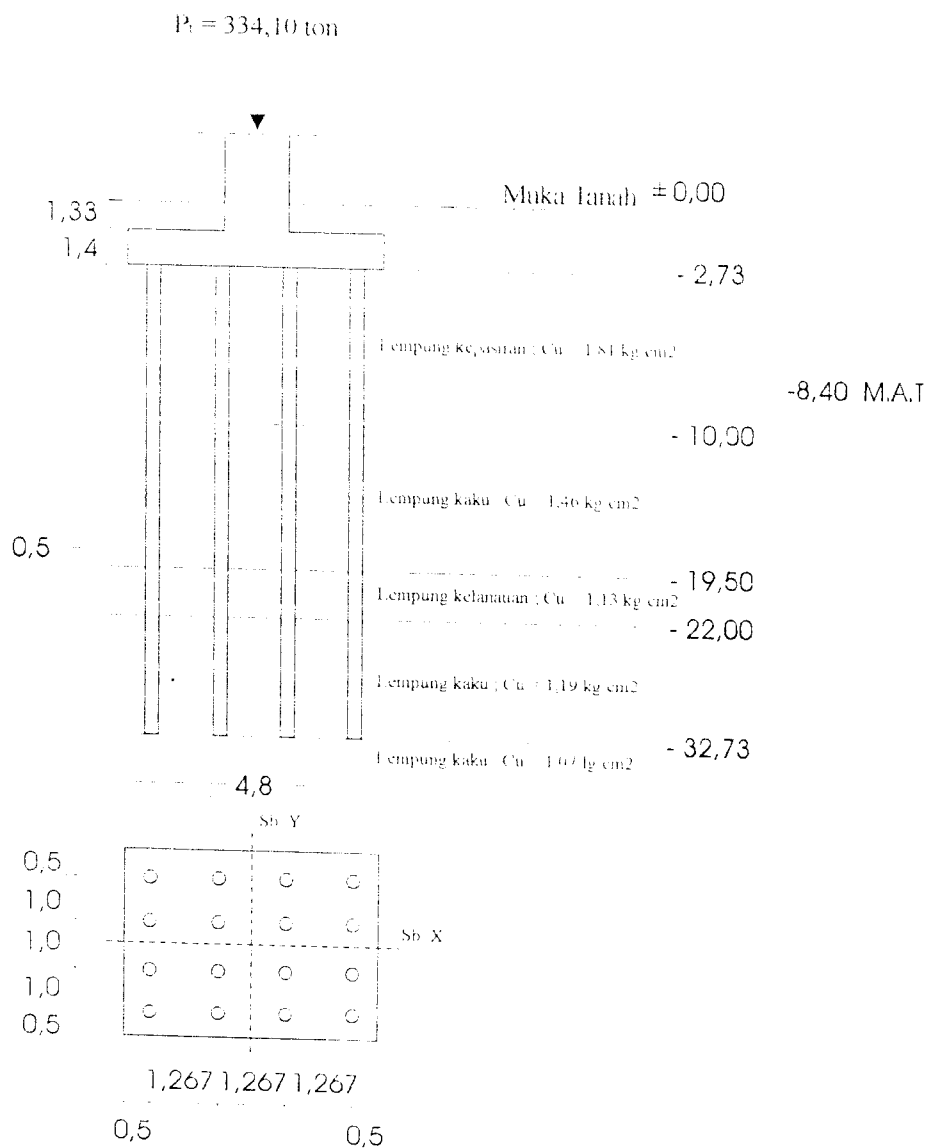
- tiang sedang ($0,183 < \lambda_s < 1,00$), berdasarkan kriteria di atas maka tiang pancang yang digunakan pada proyek ini termasuk tiang sedang.



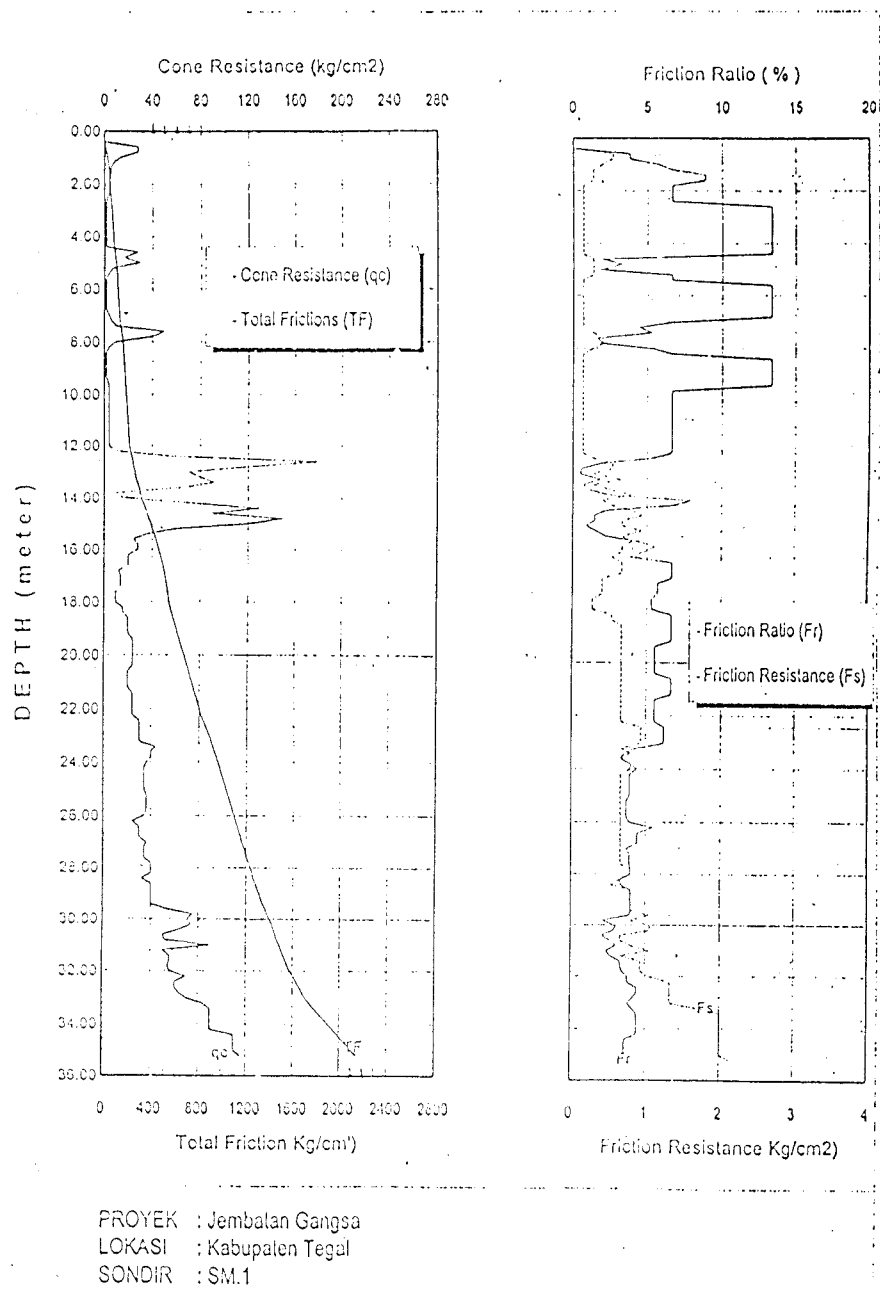
5.4 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Pancang

5.4.1 Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM I

5.4.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.14. Tiang Pancang pada BM I



Gambar 5.15 Grafik Sondir BMI I

A. Kekuatan Bahan Tiang

- Tiang pancang dengan mutu beton K-300 :

$$P_{total} = 593.049 \text{ ton (Tabel 5.1)}$$

$$A = F_b + F_v$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 + 14 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,016^2 = 0,1992 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{total}}}{A} \\ &= \frac{593.049}{0.1992} = 2977.2 \text{ ton/m}^2 = 297.72 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (aman)}\end{aligned}$$

B. Kekuatan tanah

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times p}{3} + \frac{0 \times l \times c}{5} \quad (\text{dari persamaan 3.13})$$

dimana :

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2 = 1963.495 \text{ cm}^2$$

harga konus pada kedalaman 32,73 m adalah $p = 64 \text{ kg/cm}^2$

jumlah eleef pada kedalaman 32,73 m adalah $c = 1/100 \text{ kg/cm}$

keliling tiang $0 = \pi \times d$

$$= \pi \times 50 = 157.080 \text{ cm}$$

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{1963.495 \cdot 64}{3} + \frac{157.080 \cdot 1/100}{5}$$

$$= 95295.093 \text{ kg} = 95.295 \text{ ton}$$

Jadi kapasitas dukung tiang tunggal (*single pile*) :

$$Q_{s,p} = 95.295 \text{ ton}$$

5.4.1.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

A. Berdasarkan perhitungan kapasitas dukung tanah Direktorat Jendral Bina

Marga Departemen P.U.T.L

Kapasitas dukung keseimbangan :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y) l \cdot c \quad (\text{dari persamaan 3.16})$$

di sini : $A = B \times Y$

$$= 430,1 \times 350 = 150535 \text{ cm}^2$$

$c \cdot N_c = 9$ (didapat dari grafik Skempton pada gambar 3.4, pada tanah lempung N_c diambil 9) $\rightarrow c \cdot N_c = 9 \cdot C_u$

$C_u = 1,07 \text{ kg/cm}^2$ (kohesi tanah lempung kaku pada BM I gambar 5.14)

$l \cdot c =$ total *cleef* pada kedalaman 32,73 m

$$\begin{aligned} Q_t &= 1,07 \cdot 9 \cdot 150535 + 2(430,1 + 350)1700 \\ &= 4101992,05 \text{ kg} = 4101,992 \text{ ton} \end{aligned}$$

a. Dengan angka keamanan : $n = 5$

$$Q_{pg} = \frac{Q_t}{n} \quad (\text{dari persamaan 3.17})$$

$$= \frac{4101992,05}{5} = 820398,41 \text{ kg} = 820,398 \text{ ton}$$

Pada proyek di lapangan jumlah tiang yang digunakan pada BM I = 16 tiang

Untuk satu tiang pancang dalam kelompok tiang

$$Q = \frac{1}{16} \cdot Q_{pg}$$

$$= \frac{1}{16} \cdot 820398,41 = 51274,90 \text{ kg} = 51,275 \text{ ton}$$

b. Dengan angka keamanan : $konus = 3$

$kleef = 5$

$$Q_{pg} = \frac{c \cdot N_c \cdot A}{3} + \frac{2(B+Y)l \cdot c}{5}$$

$$= \frac{1,07 \cdot 9 \cdot 150535}{3} + \frac{2(430,1 + 350)1700}{5}$$

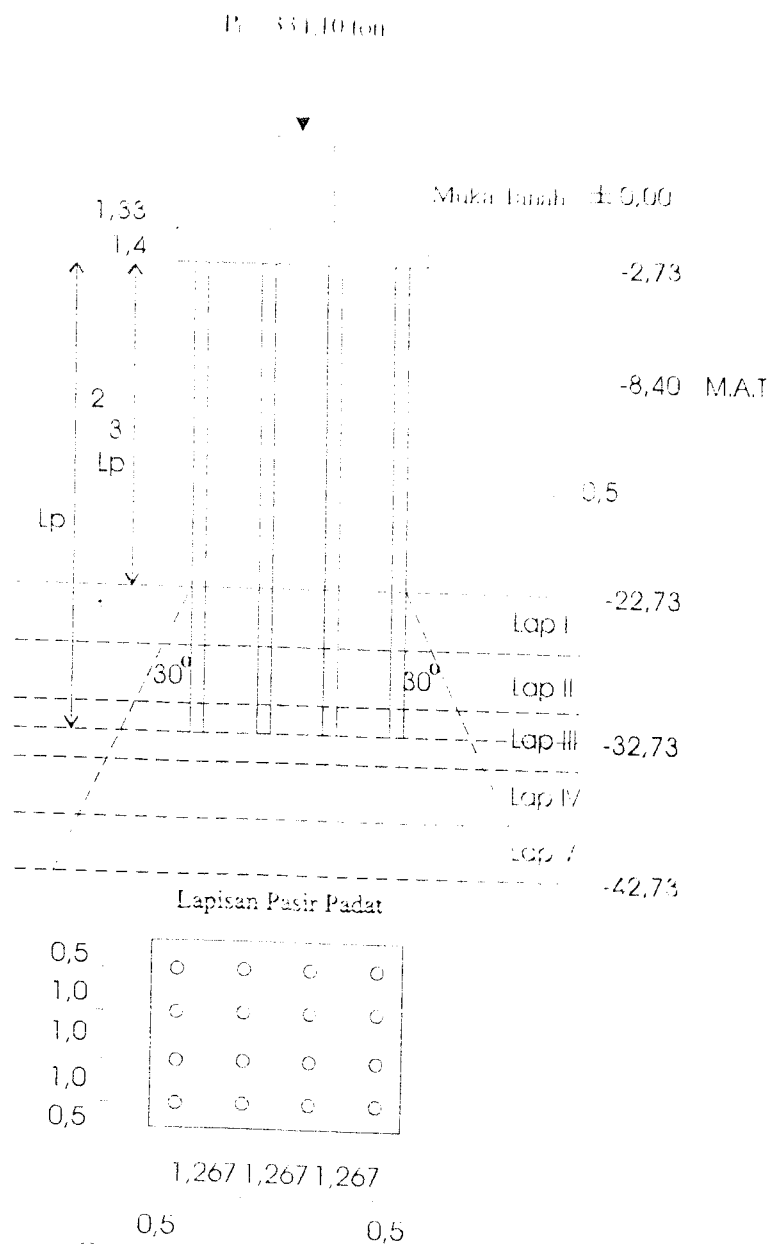
$$= 1013685,35 \text{ kg} = 1013,685 \text{ ton}$$

Untuk satu tiang dalam kelompok tiang

$$Q = \frac{1}{16} \cdot Q_{Pg}$$

$$= \frac{1}{16} \cdot 1013685,35 = 63355,334 \text{ kg} = 63,355 \text{ ton}$$

5.4.1.3 Penurunan Pondasi Tiang kelompok



Gambar 5.16 Penurunan pada BM I

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334.100 ton

- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4.8 \times 2.03 \times 1.33 \times 1.8 = 23.33$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $16 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.5^2\right) \times 30 \times 2.5 = 235.619$ ton

Beban total (P_t) = $334.100 + 23.33 + 235.619 = 593.049$ ton

Beban P_t ini diperhitungkan merata pada kedalaman -22.73 m (bid. A-A) yaitu

pada $\frac{2}{3} L_p$, dimana L_p = panjang tiang pancang.

Lapisan tanah liat di bawah bidang A-A sampai pada lapisan pasir padat (bidang B-B) di bagi menjadi 5 lapisan a' tebal 4,00 m.

$$L = 3 \cdot 1,267 + 2 \left(\frac{0,5}{2}\right) = 4,301 \text{ m}$$

$$B = 3 \cdot 1,0 + 2 \left(\frac{0,5}{2}\right) = 3,50 \text{ m}$$

$$A = B \times L = 3,50 \times 4,301 = 15,054 \text{ m}^2$$

$$q = \frac{P_t}{A} \quad (\text{dari persamaan 3.19})$$

$$= \frac{593,049}{15,054} = 39,395 \text{ ton/m}^2$$

Titik 1 (lapisan I)

Kedalaman : - 24,73 m

$$L_1 = L + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 6,610 \text{ m}$$

$$B_1 = B + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 5,809 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 \times L_1 = 5,809 \times 6,610 = 38,397 \text{ m}^2$$

$$\Delta p = \frac{A}{A_1} \times q \quad (\text{dari persamaan 3.20})$$

$$= \frac{15,054}{38,397} \times 39,395 = 15,45 \text{ ton/m}^2 = 1,545 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_0 = H_1 \cdot \gamma_0 + H_2 \cdot \gamma'$$

$$= 8,40 \cdot 1,05 + 14,33 \cdot 0,42$$

$$= 14,84 \text{ t/m}^2 = 1,484 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_1 = P_0 + \Delta p \quad (\text{dari persamaan 3.21})$$

$$= 1,484 + 1,545 = 3,029 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 2,250$$

$$e_1 = 2,186$$

$$\Delta e = e_0 - e_1 = 2,250 - 2,186 = 0,064$$

$$S_1 = \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \quad \rightarrow H = \text{tebal lapisan} \quad (\text{dari persamaan 3.22})$$

$$= \frac{0,064}{1 + 2,250} \cdot 200 = 3,938 \text{ cm}$$

Titik 2 (lapisan II)

Kedalaman : - 28,73 m

$$L_2 = L + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 11,229 \text{ m}$$

$$B_2 = B + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 10,428 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 \times L_2 = 10,428 \times 11,229 = 117,096 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\Delta_p &= \frac{A}{A_2} \times q \\ &= \frac{15,054}{117,096} \times 39,395 = 5,065 \text{ t/m}^2 = 0,507 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3) \cdot \gamma' \\ &= 8,40 \cdot 1,05 + (18,33) \cdot 0,42 \\ &= 16,52 \text{ t/m}^2 = 1,652 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= P_o + \Delta_p \\ &= 1,652 + 0,507 = 2,159 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$e_o = 2,250$$

$$e_2 = 2,569$$

$$\Delta_e = e_o - e_2 = 2,250 - 2,569 = 0,058$$

$$\begin{aligned}S_2 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\ &= \frac{0,058}{1 + 2,250} \cdot 200 = 3,569 \text{ cm}\end{aligned}$$

Titik 3 (lapisan III)

Kedalaman : - 32,73 m

$$L_3 = L + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,848 \text{ m}$$

$$B_3 = B + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,047 \text{ m}$$

$$A_3 = B_3 \times L_3 = 15,047 \times 15,848 = 238,465 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_3} \times q$$

$$= \frac{15,054}{238,465} \times 39,395 = 2,487 \text{ t/m}^2 = 0,249 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} P_0 &= H_1 \cdot \gamma_0 + (H_2 + H_3 + H_4) \cdot \gamma' \\ &= 8,40 \cdot 1,05 + (22,33) \cdot 0,42 \\ &= 18,20 \text{ t/m}^2 = 1,820 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_3 &= P_0 + \Delta_p \\ &= 1,820 + 0,249 = 2,069 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,250$$

$$e_3 = 2,195$$

$$\Delta_e = e_0 - e_3 = 2,250 - 2,195 = 0,055$$

$$\begin{aligned} S_3 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\ &= \frac{0,055}{1 + 2,250} \cdot 200 = 3,385 \text{ cm} \end{aligned}$$

Titik 4 (lapisan IV)

Kedalaman : - 36,73 m

$$L_4 = L + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 20,467 \text{ m}$$

$$B_4 = B + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 19,666 \text{ m}$$

$$A_4 = B_4 \times L_4 = 19,666 \times 20,467 = 402,504 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_3} \times q$$

$$= \frac{15,054}{402,504} \times 39,395 = 1,473 \text{ t/m}^2 = 0,147 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5) \cdot \gamma' \\
 &= 8.40 \cdot 1.05 + (26.33) \cdot 0.42 \\
 &= 19.88 \text{ t/m}^2 = 1.988 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_4 &= P_0 + \Delta_p \\
 &= 1.988 + 0.147 = 2.135 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2.250$$

$$e_4 = 2.198$$

$$\Delta_e = e_0 - e_4 = 2.250 - 2.198 = 0.052$$

$$\begin{aligned}
 S_4 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0.052}{1 + 2.250} \cdot 200 = 3.892 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 5 (lapisan V)

Kedalaman : - 40,73 m

$$L_5 = L + 2 \cdot 18.00 \text{ tg } 30^\circ = 4.301 + 2 \cdot 18.00 \text{ tg } 30^\circ = 25.086 \text{ m}$$

$$B_5 = B + 2 \cdot 18.00 \text{ tg } 30^\circ = 3.50 + 2 \cdot 18.00 \text{ tg } 30^\circ = 24.285 \text{ m}$$

$$A_5 = B_5 \times L_5 = 24.285 \times 25.086 = 609.214 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_5} \times q \\
 &= \frac{15.054}{609.214} \times 39.395 = 0.973 \text{ t/m}^2 = 0.097 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_0 + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6) \cdot \gamma' \\
 &= 8,40 \cdot 1,05 + (30,33) \cdot 0,42 \\
 &= 21,56 \text{ t/m}^2 = 2,156 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_5 &= P_0 + \Delta p \\
 &= 2,156 + 0,097 = 2,253 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,250$$

$$e_5 = 2,189$$

$$\Delta e = e_0 - e_5 = 2,250 - 2,189 = 0,061$$

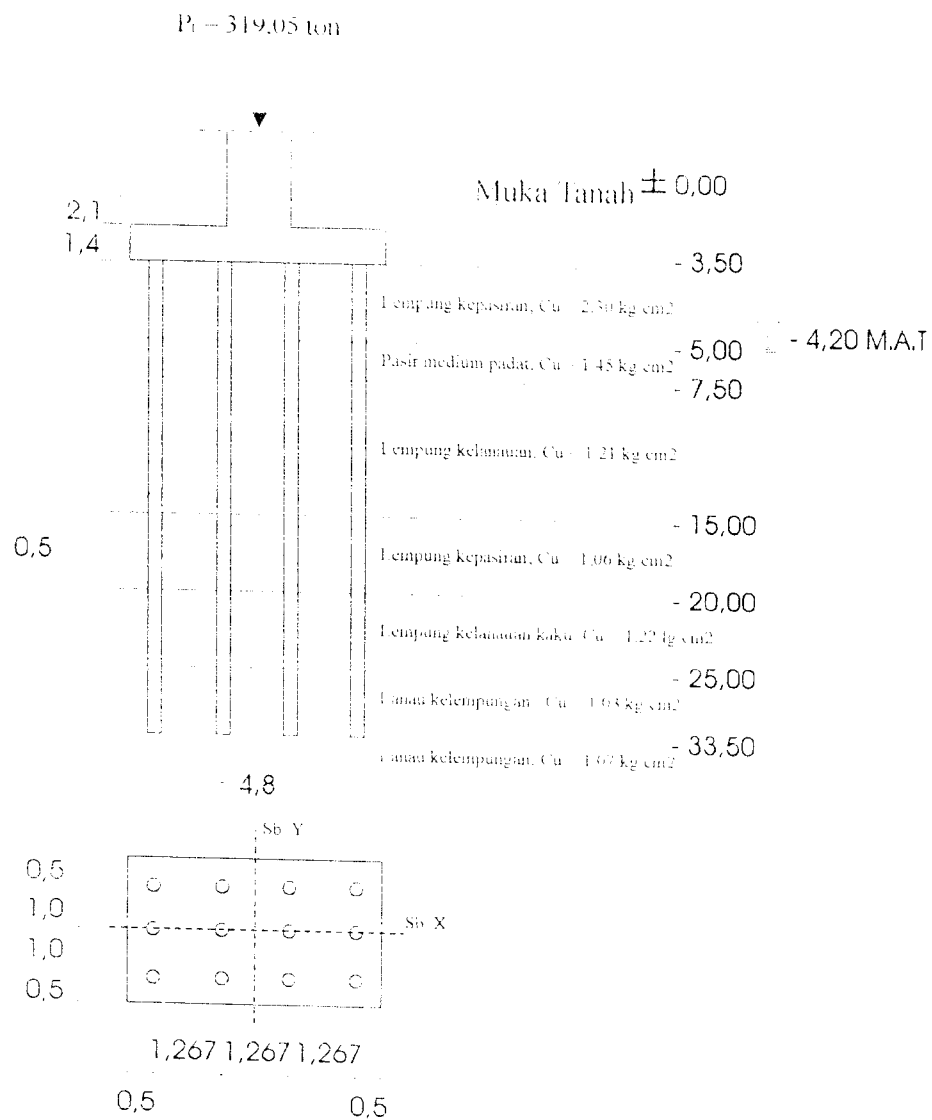
$$\begin{aligned}
 S_5 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,061}{1 + 2,250} \cdot 200 = 3,846 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi penurunan total :

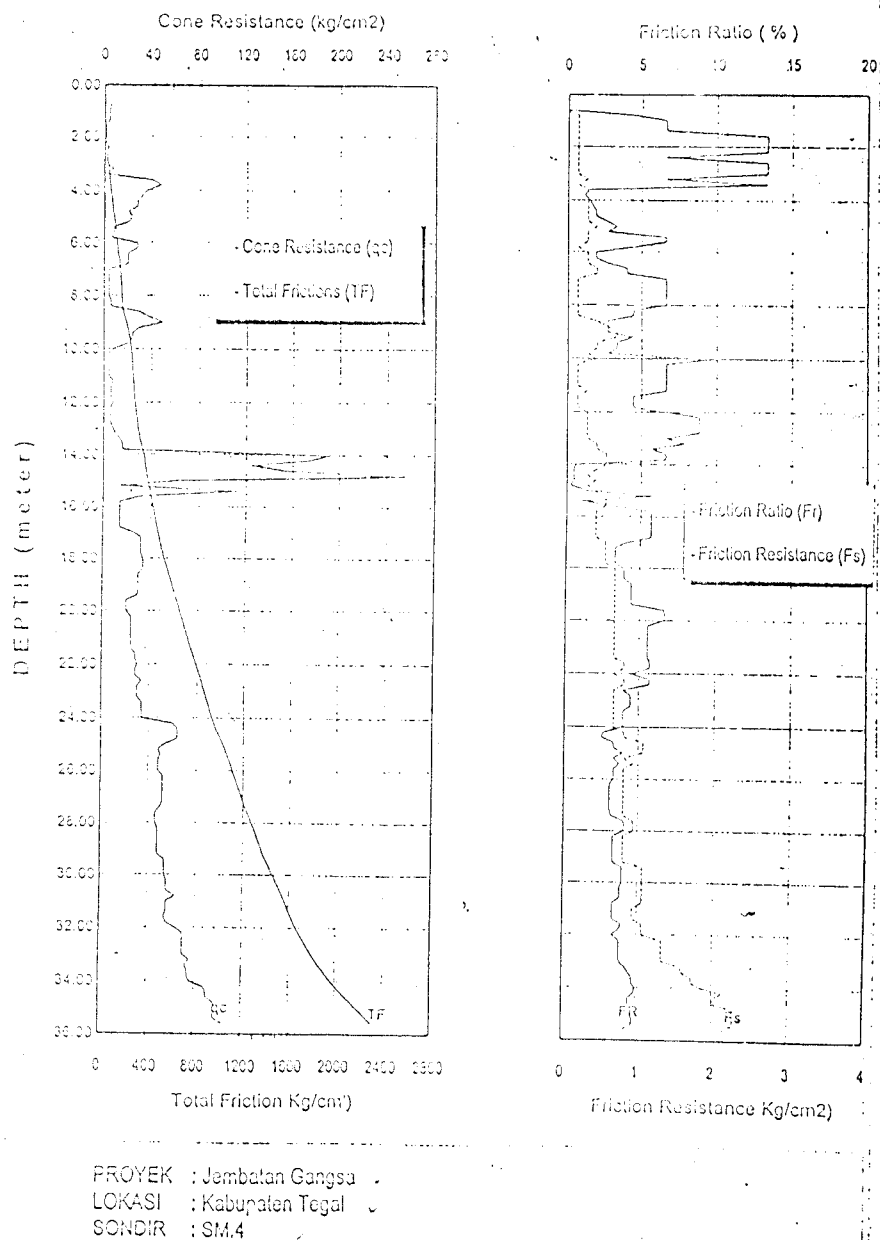
$$\begin{aligned}
 S_{\text{total}} &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \\
 &= 3,938 + 3,569 + 3,385 + 3,892 + 3,846 \\
 &= 18,630 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

5.4.2 Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM IV

5.4.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.17. Tiang Pancang pada BM IV



Gambar 5.18 Grafik Sondir BM IV

A. Kekuatan Bahan Tiang

- Tiang pancang dengan mutu beton K-300 :

$$P_{\text{total}} = 514,453 \text{ ton (Tabel 5.1)}$$

$$A = F_b + F_s$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 + 14 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,016^2 = 0,1992 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{total}}}{A} \\ &= \frac{514,453}{0,1992} = 2582,6 \text{ ton/m}^2 = 258,26 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (aman)}\end{aligned}$$

B. Kekuatan tanah

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times p}{3} + \frac{0 \times l \times c}{5} \quad (\text{dari persamaan 3.13})$$

dimana :

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2 = 1963,495 \text{ cm}^2$$

harga konus pada kedalaman 33,50 m adalah $p = 74 \text{ kg/cm}^2$

jumlah *cleef* pada kedalaman 33,50 m adalah $c = 1890 \text{ kg/cm}$

keliling tiang $0 = \pi \times d$

$$0 = \pi \times 50 = 157,080 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{tiang}} &= \frac{1963,495 \cdot 74}{3} + \frac{157,080 \cdot 1890}{5} \\ &= 107809,12 \text{ kg} = 107,809 \text{ ton}\end{aligned}$$

Jadi kapasitas dukung tiang tunggal (*single pile*) :

$$Q_{\text{p}} = 107,809 \text{ ton}$$

5.4.2.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

A. Berdasarkan perhitungan kapasitas dukung tanah Direktorat Jendral Bina Marga Departemen P.U.T.L

Kapasitas dukung keseimbangan :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y) \cdot l \cdot c \quad (\text{dari persamaan 3.16})$$

di sini : $A = B \times Y$

$$= 430.1 \times 250 = 107525 \text{ cm}^2$$

$c.N_c = 9$ (didapat dari grafik Skempton pada gambar 3.4 pada tanah lempung N_c diambil 9) $\rightarrow c.N_c = 9 \cdot C_u$

$C_u = 1.07 \text{ kg/cm}^2$ (kohesi tanah lempung kaku pada BM IV gambar 5.14)

$l.c =$ total *cleef* pada kedalaman 33,50 m

$$\begin{aligned} Q_c &= 1.07 \cdot 9 \cdot 107525 + 2(430.1 + 250)1890 \\ &= 3606243.75 \text{ kg} \end{aligned}$$

a. Dengan angka keamanan : $n = 5$

$$Q_{Pg} = \frac{Q_c}{n} \quad (\text{dari persamaan 3.17})$$

$$= \frac{3606243.75}{5} = 721248.75 \text{ kg} = 721.249 \text{ ton}$$

Pada proyek di lapangan jumlah tiang yang digunakan pada BM IV = 16 tiang

Untuk satu tiang pancang dalam kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{12} \cdot Q_{Pg} \\ &= \frac{1}{12} \cdot 721248.75 = 60104.06 \text{ kg} = 60.104 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Dengan angka keamanan : konus = 3

$$\text{kleef} = 5$$

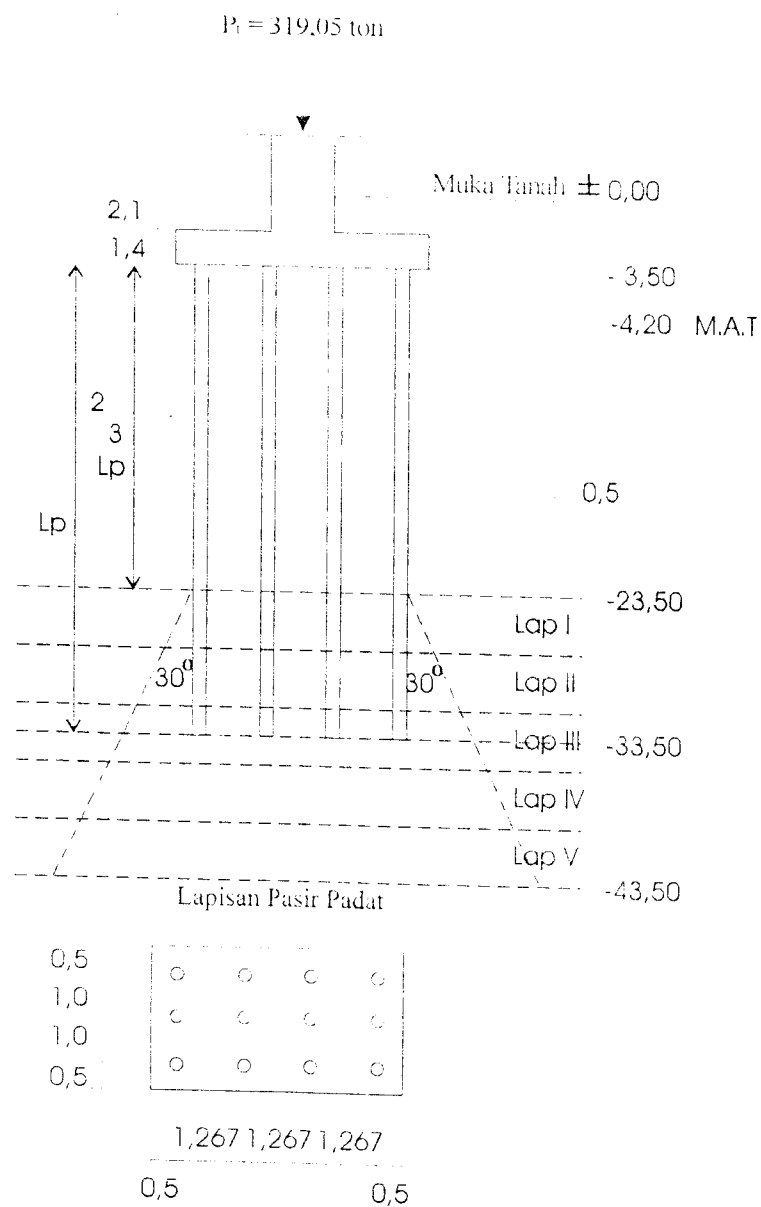
$$\begin{aligned} Q_{Pg} &= \frac{c \cdot N_c \cdot A}{3} + \frac{2(B+Y)l.c}{5} \\ &= \frac{1.07 \cdot 9 \cdot 107525}{3} + \frac{2(430.1 + 250)1890}{5} \\ &= 859310.85 \text{ kg} = 859.311 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk satu tiang dalam kelompok tiang

$$Q = \frac{1}{12} \cdot Q_{R2}$$

$$= \frac{1}{12} \cdot 859310,85 = 71609,24 \text{ kg} = 71,609 \text{ ton}$$

5.4.2.3 Penurunan Pondasi Tiang Kelompok



Gambar 5.19 Penurunan pada BM IV

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 319,050 ton

- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 1,03 \times 2,1 \times 1,8 = 18,688$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $12 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \right) \times 30 \times 2,5 = 176,715$ ton

Beban total (P_t) = $319,050 + 18,688 + 176,715 = 514,453$ ton

$$L = 3 \cdot 1,267 + 2 \left(\frac{0,5}{2} \right) = 4,301 \text{ m}$$

$$B = 2 \cdot 1,0 + 2 \left(\frac{0,5}{2} \right) = 2,50 \text{ m}$$

$$A = B \times L = 2,50 \times 4,301 = 10,753 \text{ m}^2$$

$$q = \frac{P_t}{A} \quad (\text{dari persamaan 3.19})$$

$$= \frac{514,453}{10,753} = 47,843 \text{ t/m}^2$$

Titik 1 (lapisan 1)

Kedalaman : - 25,50 m

$$L_1 = L + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 6,610 \text{ m}$$

$$B_1 = B + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 2,50 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,809 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 \times L_1 = 4,809 \times 6,610 = 31,787 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_1} \times q \quad (\text{dari persamaan 3.20})$$

$$= \frac{10,753}{31,787} \times 47,843 = 16,18 \text{ t/m}^2 = 1,618 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + H_2 \cdot \gamma' \\
 &= 4,20 \cdot 1,26 + 19,30 \cdot 0,37 \\
 &= 12,43 \text{ t/m}^2 = 1,243 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_0 + \Delta_p && \text{(dari persamaan 3.21)} \\
 &= 1,243 + 1,618 = 2,861 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,430$$

$$e_1 = 2,361$$

$$\Delta_e = e_0 - e_1 = 2,430 - 2,361 = 0,069$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H && \text{(dari persamaan 3.22)} \\
 &= \frac{0,069}{1 + 2,430} \cdot 200 = 4,023 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 2 (lapisan II)

Kedalaman : - 29,50 m

$$L_2 = L + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 11,229 \text{ m}$$

$$B_2 = B + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 2,50 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 9,428 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 \times L_2 = 9,428 \times 11,229 = 105,867 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_2} \times q$$

$$= \frac{10,753}{105,867} \times 47,843 = 4,859 \text{ t/m}^2 = 0,486 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3) \cdot \gamma' \\
 &= 4,20 \cdot 1,26 + (23,3) \cdot 0,37 \\
 &= 13,91 \text{ t/m}^2 = 1,391 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= P_0 + \Delta_p \\
 &= 1,391 + 0,486 = 1,877 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,430$$

$$e_2 = 2,364$$

$$\Delta_e = e_0 - e_2 = 2,430 - 2,364 = 0,066$$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,066}{1 + 2,430} \cdot 200 = 3,848 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 3 (lapisan III)

Kedalaman : - 33,50 m

$$L_3 = L + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,848 \text{ m}$$

$$B_3 = B + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 2,50 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 14,047 \text{ m}$$

$$A_3 = B_3 \times L_3 = 14,047 \times 15,848 = 222,617 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_3} \times q$$

$$= \frac{10,753}{222,617} \times 47,843 = 2,311 \text{ t/m}^2 = 0,231 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_0 = H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4) \cdot \gamma'$$

$$= 4,20 \cdot 1,26 + (27,3) \cdot 0,37$$

$$= 15,39 \text{ t/m}^2 = 1,539 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_3 = P_0 + \Delta_p$$

$$= 1,539 + 0,231 = 1,770 \text{ kg/cm}^2$$

$$e_0 = 2,430$$

$$e_3 = 2,359$$

$$\Delta_e = e_0 - e_3 = 2,430 - 2,359 = 0,071$$

$$S_3 = \frac{e}{1 + e_0} \cdot H$$

$$= \frac{0,071}{1 + 2,430} \cdot 200 = 4,140 \text{ cm}$$

Titik 4 (lapisan IV)

Kedalaman : - 37,5 m

$$L_4 = L + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 20,467 \text{ m}$$

$$B_4 = B + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 2,50 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 18,666 \text{ m}$$

$$A_4 = B_4 \times L_4 = 18,666 \times 20,467 = 382,037 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_3} \times q$$

$$= \frac{10,753}{382,037} \times 47,843 = 1,347 \text{ t/m}^2 = 0,135 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_3 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 - H_4 + H_5) \cdot \gamma' \\
 &= 4,20 \cdot 1,26 + (31,3) \cdot 0,37 \\
 &= 16,87 \text{ t/m}^2 = 1,687 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_4 &= P_3 + \Delta p \\
 &= 1,687 + 0,135 = 1,822 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_3 = 2,430$$

$$e_4 = 2,368$$

$$\Delta e = e_3 - e_4 = 2,430 - 2,368 = 0,062$$

$$\begin{aligned}
 S_4 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,062}{1 + 2,430} \cdot 200 = 3,615 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 5 (lapisan V)

Kedalaman : - 41,50 m

$$L_5 = L + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 25,086 \text{ m}$$

$$B_5 = B + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 2,50 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 23,285 \text{ m}$$

$$A_5 = B_5 \times L_5 = 23,285 \times 25,086 = 584,128 \text{ m}^2$$

$$\Delta p = \frac{A}{A_s} \times q$$

$$= \frac{10,753}{584,128} \times 47,843 = 0,881 \text{ t/m}^2 = 0,088 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6) \cdot \gamma' \\
 &= 4,20 \cdot 1,26 + (35,3) \cdot 0,37 \\
 &= 18,35 \text{ t/m}^2 = 1,835 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_5 &= P_0 + \Delta_p \\
 &= 1,835 + 0,088 = 1,923 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,430$$

$$e_5 = 2,379$$

$$\Delta_e = e_0 - e_5 = 2,430 - 2,379 = 0,051$$

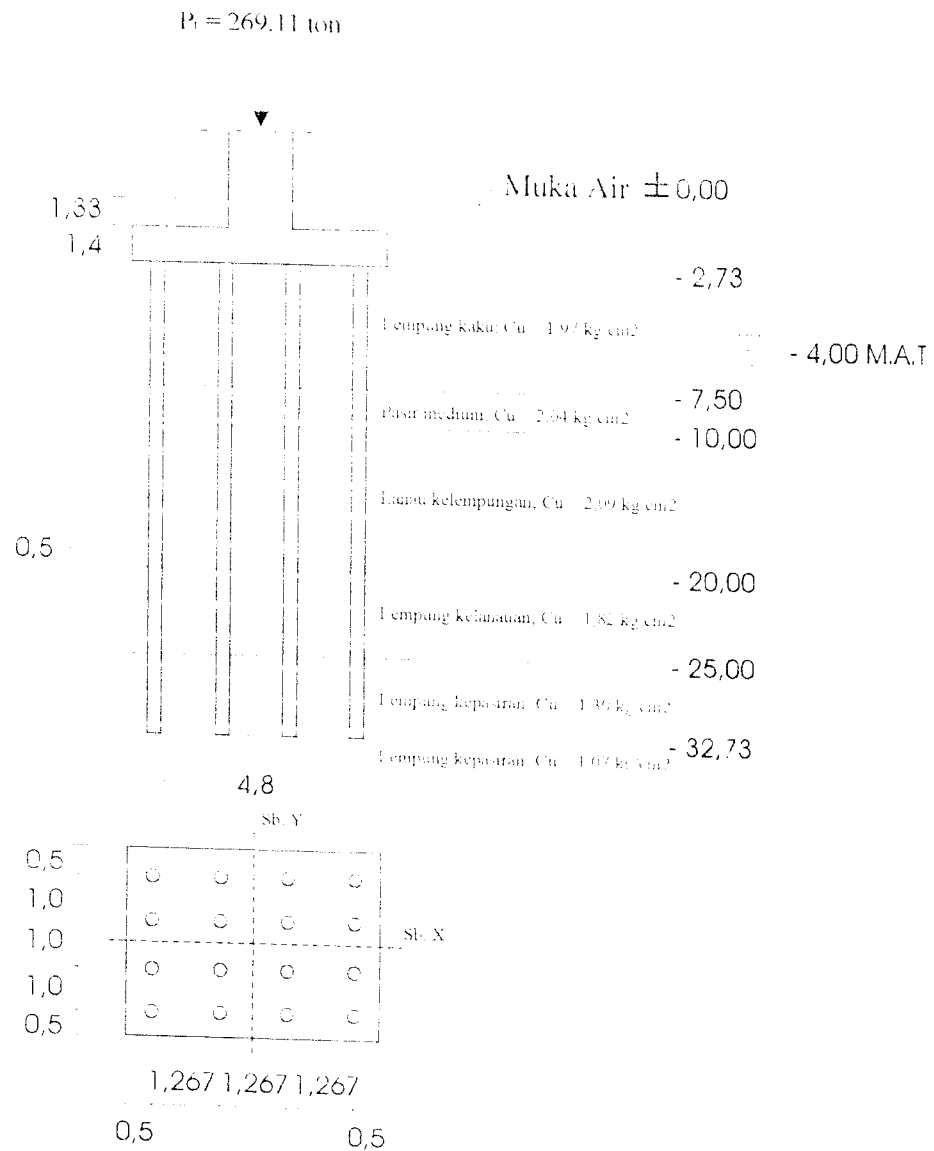
$$\begin{aligned}
 S_5 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,051}{1 + 2,430} \cdot 200 = 2,974 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi penurunan total :

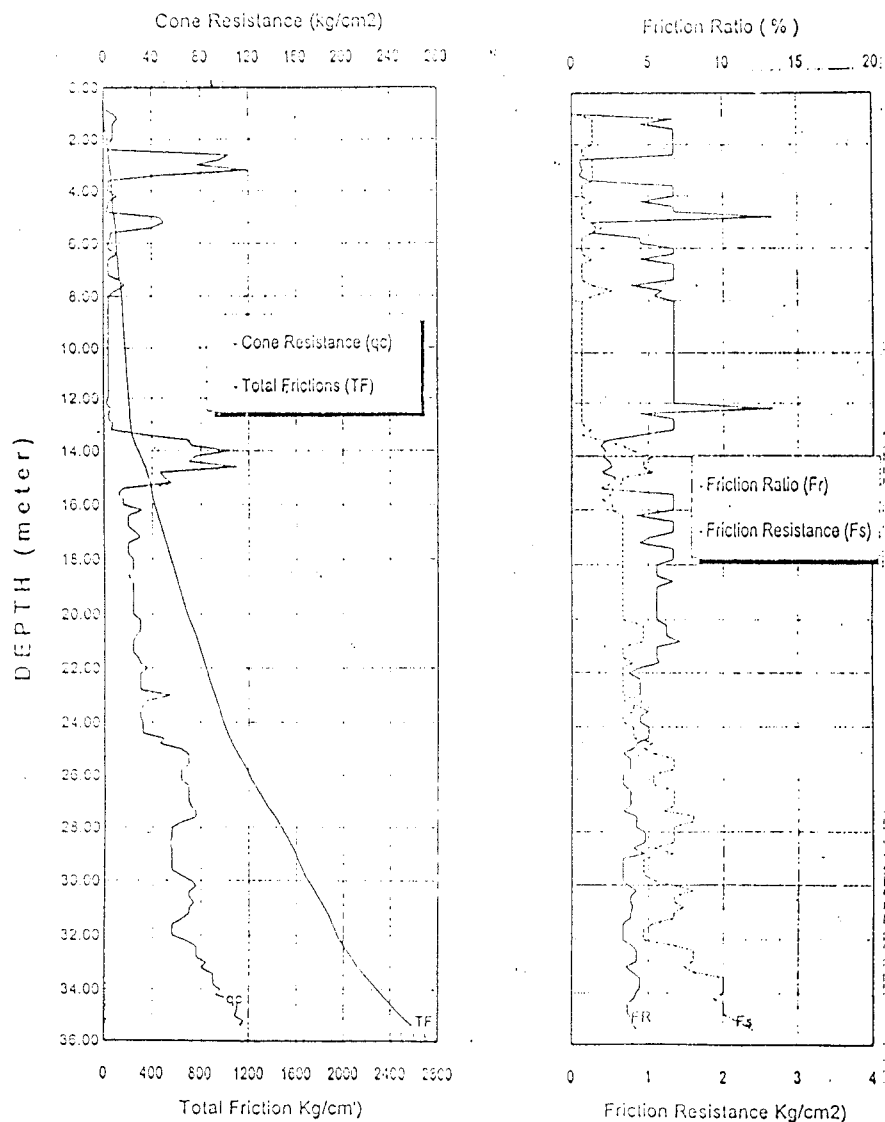
$$\begin{aligned}
 S_{\text{total}} &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \\
 &= 4,023 + 3,848 + 4,140 + 3,615 + 2,974 \\
 &= 18,600 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

5.4.3 Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada BM II

5.4.3.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.20. Tiang Pancang pada BM II



PROYEK : Jembatan Gangsa
 LOKASI : Kabupaten Tegal
 SONDIR : SM.2

Gambar 5.21 Grafik Sondir BM II

A. Kekuatan Bahan Tiang

- Tiang pancang dengan mutu beton K-300 :

$$P_{\text{total}} = 530,265 \text{ ton (Tabel 5.1)}$$

$$A = F_b + F_y$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 + 14 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,016^2 = 0,1992 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{total}}}{A} \\ &= \frac{530,265}{0,1992} = 2662,0 \text{ ton/m}^2 = 266,20 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (aman)}\end{aligned}$$

B. Kekuatan tanah

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times p}{3} + \frac{0 \times l \times c}{5} \quad (\text{dari persamaan 3.13})$$

dimana :

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2 = 1963,495 \text{ cm}^2$$

harga konus pada kedalaman 32,73 m adalah $p = 76 \text{ kg/cm}^2$

jumlah *c/cef* pada kedalaman 32,73 m adalah $c = 1780 \text{ kg/cm}$

keliling tiang $0 = \pi \times d$

$$= \pi \times 50 = 157,080 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}Q_{\text{tiang}} &= \frac{1963,495 \cdot 76}{3} + \frac{157,080 \cdot 1780}{5} \\ &= 105662,353 \text{ kg} = 105,662 \text{ ton}\end{aligned}$$

Jadi kapasitas dukung tiang tunggal (*single pile*) :

$$Q_{s,p} = 105,662 \text{ ton}$$

5.4.3.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

A. Berdasarkan perhitungan kapasitas dukung tanah Direktorat Jendral Bina

Marga Departemen P.U.T.L

Kapasitas dukung keseimbangan :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y)l \cdot c \quad (\text{dari persamaan 3.16})$$

di sini : $A = B \times Y$

$$= 430,1 \times 350 = 150535 \text{ cm}^2$$

$c \cdot N_c = 9$ (didapat dari grafik Skempton pada gambar 3.4 pada tanah lempung N_c diambil 9) $\rightarrow c \cdot N_c = 9 \cdot C_u$

$C_u = 1,33 \text{ kg/cm}^2$ (kohesi tanah lempung kaku pada BM II gambar 5.14)

$l \cdot c =$ total cleef pada kedalaman 32,73 m

$$\begin{aligned} Q_t &= 1,33 \cdot 9 \cdot 150535 + 2(430,1 + 350)1780 \\ &= 4579059,95 \text{ kg} \end{aligned}$$

a. Dengan angka keamanan : $n = 5$

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= \frac{Q_t}{n} && \text{(dari persamaan 3.17)} \\ &= \frac{4579059,95}{5} = 915811,99 \text{ kg} = 915,812 \text{ ton} \end{aligned}$$

Pada proyek di lapangan jumlah tiang yang digunakan pada BM II = 16 tiang

Untuk satu tiang pancang dalam kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{16} \cdot Q_{pg} \\ &= \frac{1}{16} \cdot 915811,99 = 57238,249 \text{ kg} = 57,238 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Dengan angka keamanan : konus = 3

kleef = 5

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= \frac{c \cdot N_c \cdot A}{3} + \frac{2(B+Y)l \cdot c}{5} \\ &= \frac{1,33 \cdot 9 \cdot 150535}{3} + \frac{2(430,1+350)1780}{5} \\ &= 1156065,85 \text{ kg} = 1156,066 \text{ ton} \end{aligned}$$

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 269.110 ton

- berat air di atas *pile cap* (W_{air}) = $4.8 \times 4.0 \times 1.33 \times 1.0 = 25.536$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $16 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.5^2\right) \times 30 \times 2.5 = 235.619$ ton

Beban total (P_1) = $269.110 + 25.536 + 235.619 = 530.265$ ton

$$L = 3 \cdot 1.267 + 2 \left(\frac{0.5}{2}\right) = 4.301 \text{ m}$$

$$B = 3 \cdot 1.0 + 2 \left(\frac{0.5}{2}\right) = 3.50 \text{ m}$$

$$A = B \times L = 3.50 \times 4.301 = 15.054 \text{ m}^2$$

$$q = \frac{P_1}{A} \quad (\text{dari persamaan 3.19})$$

$$= \frac{530.265}{15.054} = 35.224 \text{ t/m}^2$$

Titik 1 (lapisan I)

Kedalaman : - 22.73 m

$$L_1 = L + 2 \cdot 2.00 \text{ tg } 30^\circ = 4.301 + 2 \cdot 2.00 \text{ tg } 30^\circ = 6.610 \text{ m}$$

$$B_1 = B + 2 \cdot 2.00 \text{ tg } 30^\circ = 3.50 + 2 \cdot 2.00 \text{ tg } 30^\circ = 5.809 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 \times L_1 = 5.809 \times 6.610 = 38.397 \text{ m}^2$$

$$\Lambda_p = \frac{A}{A_1} \times q \quad (\text{dari persamaan 3.20})$$

$$= \frac{15.054}{38.397} \times 35.224 = 13.809 \text{ t/m}^2 = 1.381 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + H_2 \cdot \gamma' \\
 &= 4.00 \cdot 2.31 + 18.73 \cdot 0.70 \\
 &= 22,35 \text{ t/m}^2 = 2,235 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_0 + \Delta_p && \text{(dari persamaan 3.21)} \\
 &= 2.235 + 1,381 = 3,616 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2.602$$

$$e_1 = 2,524$$

$$\Delta_e = e_0 - e_1 = 2.602 - 2.524 = 0,078$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H && \text{(dari persamaan 3.22)} \\
 &= \frac{0,078}{1 + 2.602} \cdot 200 = 4,331 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 2 (lapisan II)

Kedalaman : - 28.73 m

$$L_2 = L + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 11,229 \text{ m}$$

$$B_2 = B + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 10,428 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 \times L_2 = 10,428 \times 11,229 = 117,096 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_2} \times q$$

$$= \frac{15,054}{117,096} \times 35,224 = 4,528 \text{ t/m}^2 = 0,453 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3) \cdot \gamma' \\
 &= 4,00 \cdot 2,31 + (22,73) \cdot 0,72 \\
 &= 25,61 \text{ t/m}^2 = 2,561 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= P_o + \Delta_p \\
 &= 2,561 + 0,453 = 3,014 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_o = 2,602$$

$$e_2 = 2,529$$

$$\Delta_e = e_o - e_2 = 2,602 - 2,529 = 0,073$$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\
 &= \frac{0,073}{1 + 2,602} \cdot 200 = 4,053 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 3 (lapisan III)

Kedalaman : - 32,73 m

$$L_3 = L + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,848 \text{ m}$$

$$B_3 = B + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,047 \text{ m}$$

$$A_3 = B_3 \times L_3 = 15,047 \times 15,848 = 238,465 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_3} \times q \\
 &= \frac{15,054}{238,465} \times 35,224 = 2,224 \text{ t/m}^2 = 0,222 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4) \cdot \gamma' \\
 &= 4,00 \cdot 2,31 + (26,73) \cdot 0,70 \\
 &= 27,95 \text{ t/m}^2 = 2,795 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_3 &= P_0 + \Delta_p \\
 &= 2,795 + 0,222 = 3,017 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2,602$$

$$e_3 = 2,538$$

$$\Delta_e = e_0 - e_3 = 2,602 - 2,538 = 0,064$$

$$\begin{aligned}
 S_3 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,064}{1 + 2,602} \cdot 200 = 3,554 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 4 (lapisan IV)

Kedalaman : - 36.73 m

$$L_4 = L + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 20,467 \text{ m}$$

$$B_4 = B + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 19,666 \text{ m}$$

$$A_4 = B_4 \times L_4 = 19,666 \times 20,467 = 402,504 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_4} \times q$$

$$= \frac{15,054}{402,504} \times 35,224 = 1,317 \text{ t/m}^2 = 0,132 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5) \cdot \gamma' \\
 &= 4,00 \cdot 2,31 + (30,73) \cdot 0,70 \\
 &= 30,75 \text{ t/m}^2 = 3,075 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_4 &= P_o + \Delta_p \\
 &= 3,075 + 0,132 = 3,207 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_o = 2,602$$

$$e_4 = 2,552$$

$$\Delta_e = e_o - e_4 = 2,602 - 2,552 = 0,050$$

$$\begin{aligned}
 S_4 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\
 &= \frac{0,050}{1 + 2,602} \cdot 200 = 2,776 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 5 (lapisan V)

Kedalaman : - 40,73 m

$$L_5 = L + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 25,086 \text{ m}$$

$$B_5 = B + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 24,285 \text{ m}$$

$$A_5 = B_5 \times L_5 = 24,285 \times 25,086 = 609,214 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_s} \times q \\
 &= \frac{15,054}{609,214} \times 35,224 = 0,871 \text{ t/m}^2 = 0,087 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6) \cdot \gamma' \\
 &= 4,00 \cdot 2,31 + (34,73) \cdot 0,70 \\
 &= 33,55 \text{ t/m}^2 = 3,355 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_s &= P_o + \Delta_p \\
 &= 3,304 + 0,087 = 3,391 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_o = 2,602$$

$$e_s = 2,533$$

$$\Delta_e = e_o - e_s = 2,602 - 2,533 = 0,069$$

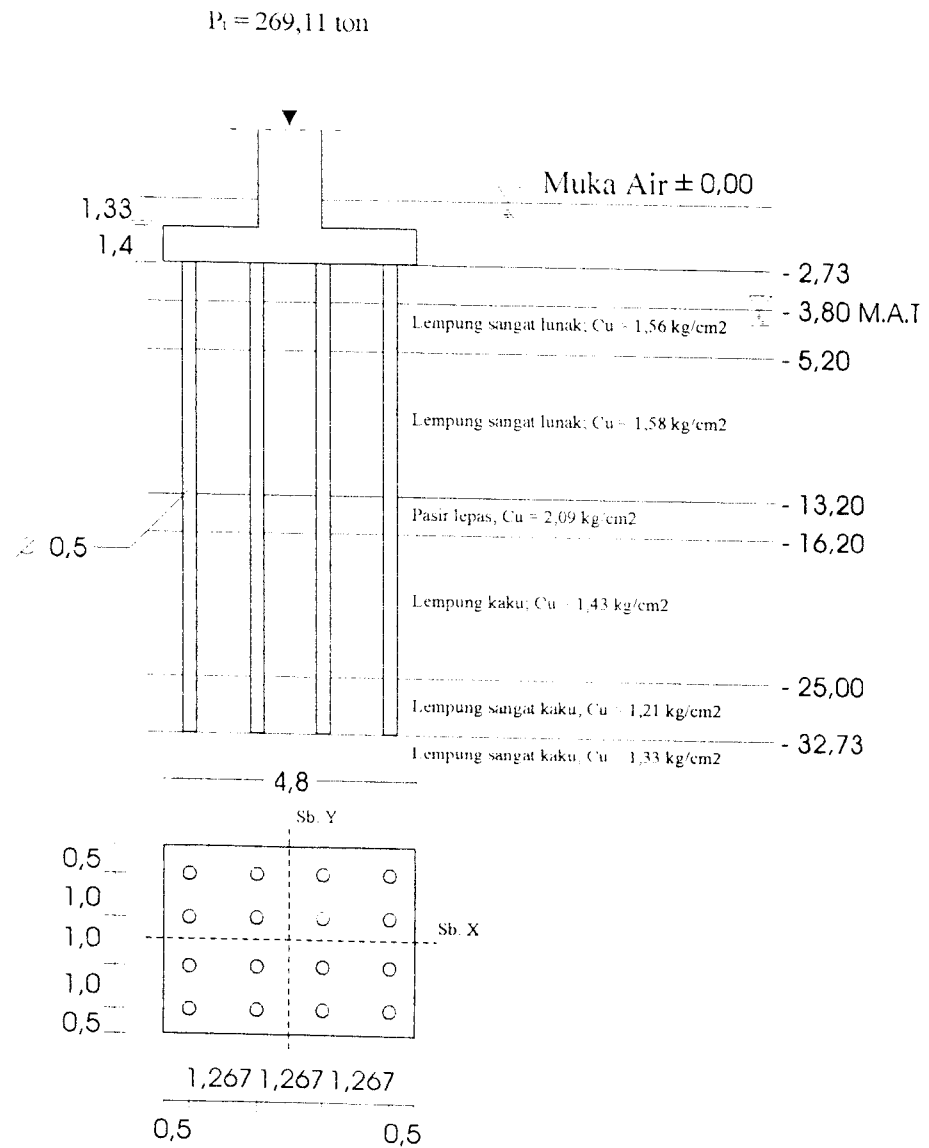
$$\begin{aligned}
 S_s &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\
 &= \frac{0,069}{1 + 2,602} \cdot 200 = 3,831 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Jadi penurunan total :

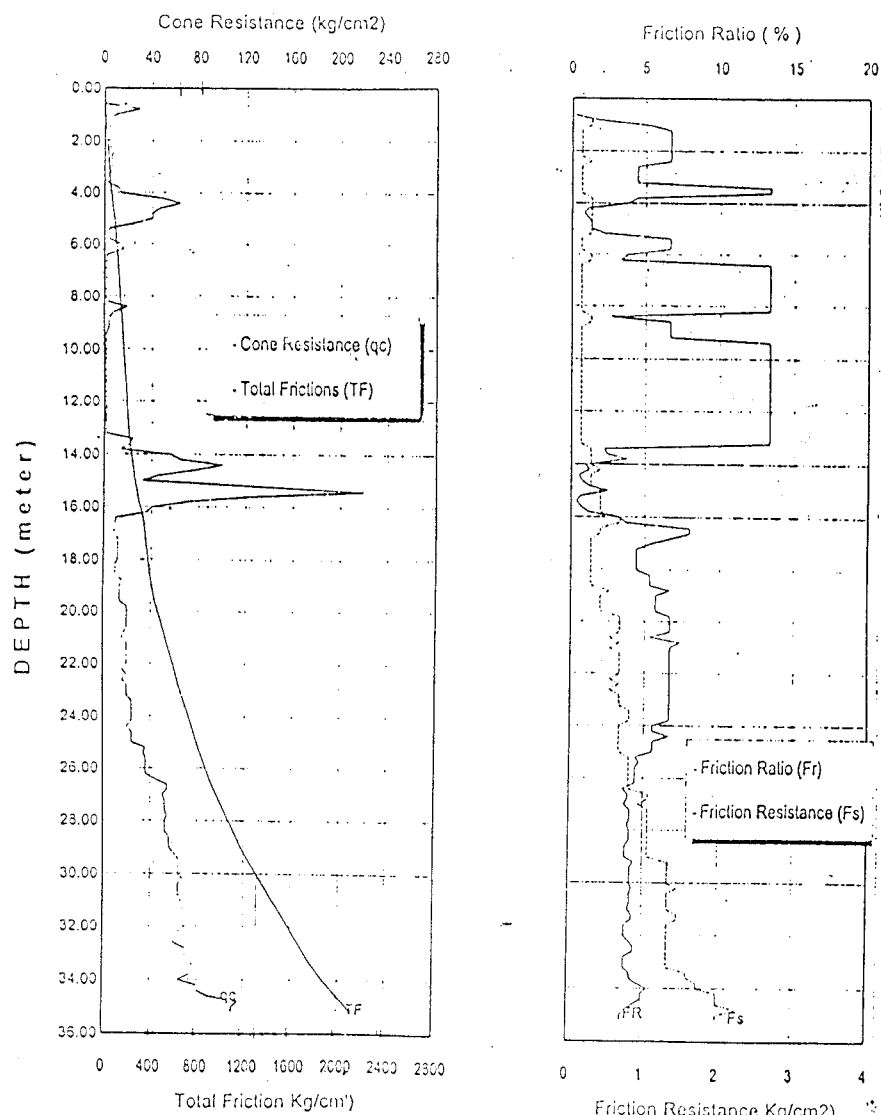
$$\begin{aligned}
 S_{\text{total}} &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \\
 &= 4,331 + 4,053 + 3,554 + 2,776 + 3,831 \\
 &= 18,545 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

5.4.4 Kapasitas Dukung Tiang Pancang pada SM III

5.4.4.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.23 Tiang Pancang pada SM III



PROYEK : Jembatan Gangsa
 LOKASI : Kabupaten Tegal
 SONDIR : SM.3

Gambar 5.24 Grafik Sondir SM III

A. Kekuatan Bahan Tiang

- Tiang pancang dengan mutu beton K-300 :

$$P_{\text{total}} = 530,265 \text{ ton (Tabel 5.1)}$$

$$A = F_b + F_y$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 + 14 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,016^2 = 0,1992 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{total}}}{A} \\ &= \frac{530.265}{0.1992} = 2662.0 \text{ ton/m}^2 = 266.20 \text{ kg/cm}^2 < 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (aman)}\end{aligned}$$

B. Kekuatan tanah

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{A_{\text{tiang}} \times p}{3} + \frac{0 \times l \times c}{5} \quad (\text{dari persamaan 3.13})$$

dimana :

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 50^2 = 1963.495 \text{ cm}^2$$

harga konus pada kedalaman 32,73 m adalah $p = 64 \text{ kg/cm}^2$

jumlah *cleef* pada kedalaman 32,73 m adalah $c = 2050 \text{ kg/cm}$

keliling tiang $0 = \pi \times d$

$$= \pi \times 50 = 157.080 \text{ cm}$$

$$Q_{\text{tiang}} = \frac{1963.495 \cdot 64}{3} + \frac{157.080 \cdot 2050}{5}$$

$$= 106290,693 \text{ kg} = 106,291 \text{ ton}$$

Jadi kapasitas dukung tiang tunggal (*single pile*) :

$$Q_{s,p} = 106,291 \text{ ton}$$

5.4.4.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

A. Berdasarkan perhitungan kapasitas dukung tanah Direktorat Jendral Bina Marga Departemen P.U.T.L

Kapasitas dukung keseimbangan :

$$Q_t = c \cdot N_c \cdot A + 2(B + Y) \cdot l \cdot c \quad (\text{dari persamaan 3.16})$$

di sini : $A = B \times Y$

$$= 430,1 \times 350 = 150535 \text{ cm}^2$$

$c.N_c = 9$ (didapat dari grafik Skempton pada gambar 3.4 pada tanah lempung N_c diambil 9) $\rightarrow c.N_c = 9 \cdot C_u$

$C_u = 1,33 \text{ kg/cm}^2$ (kohesi tanah lempung kaku pada SM III gambar 5.14)

$l.c =$ total *cleef* pada kedalaman 32,73 m

$$\begin{aligned} Q_t &= 1,33 \cdot 9 \cdot 150535 + 2(430,1 + 350) 2050 \\ &= 5000313,95 \text{ kg} = 5000,314 \text{ ton} \end{aligned}$$

a. Dengan angka keamanan : $n = 5$

$$Q_{pg} = \frac{Q_t}{n} \quad (\text{dari persamaan 3.17})$$

$$= \frac{5000313,95}{5} = 1000062,79 \text{ kg} = 1000,063 \text{ ton}$$

Pada proyek di lapangan jumlah tiang yang digunakan pada SM III = 16 tiang

Untuk satu tiang pancang dalam kelompok tiang

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{16} Q_{pg} \\ &= \frac{1}{16} \cdot 1000062,79 = 62503,92 \text{ kg} = 62,504 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Dengan angka keamanan : konus = 3

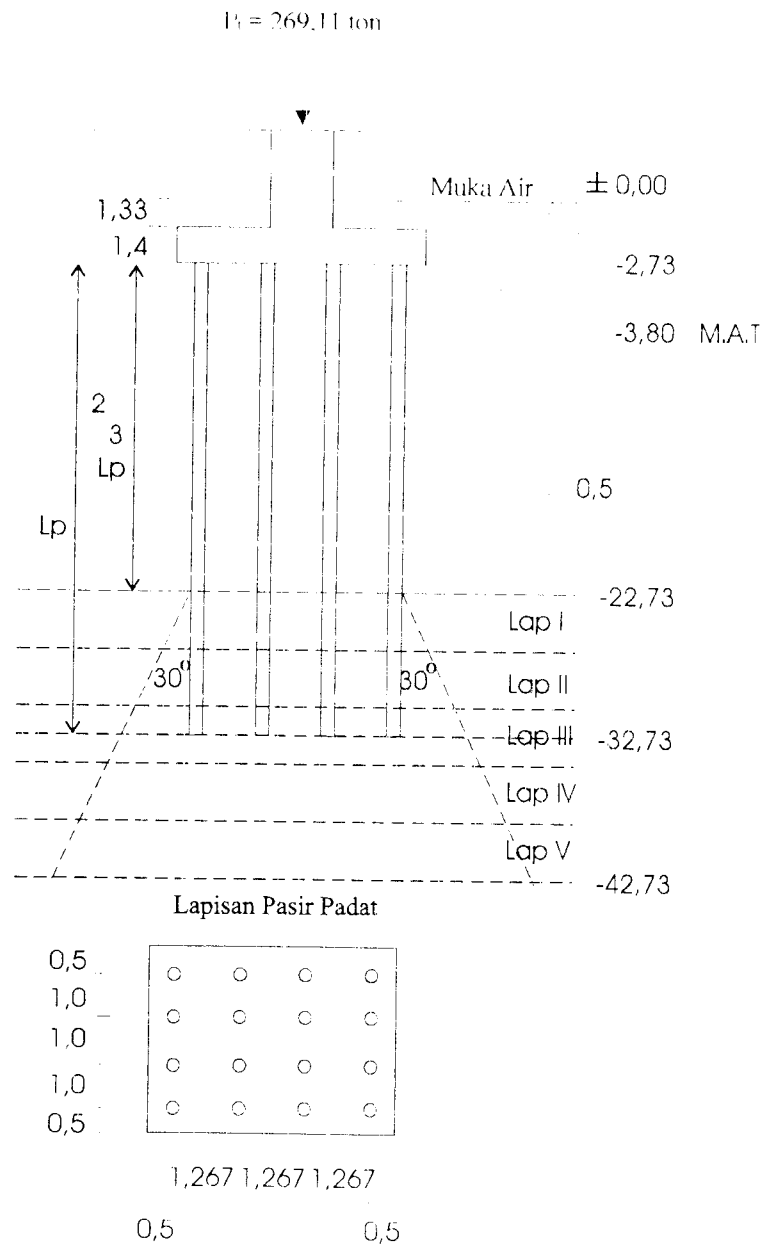
$kleef = 5$

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= \frac{c \cdot N_c \cdot A}{3} + \frac{2(B+Y)l.c}{5} \\ &= \frac{1,33 \cdot 9 \cdot 150535}{3} + \frac{2(430,1 + 350) 2050}{5} \\ &= 1240316,65 \text{ kg} = 1240,317 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk satu tiang dalam kelompok tiang

$$Q = \frac{1}{16} \cdot Q_{pe} = \frac{1}{16} \cdot 1240316,65 = 77519,791 \text{ kg} = 77,520 \text{ ton}$$

5.4.4.3 Penurunan Pondasi Tiang Kelompok



Gambar 5.25 Penurunan pada SM III

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 269.110 ton

- berat air di atas *pile cap* (W_{air}) = $4.8 \times 4.0 \times 1.33 \times 1.0 = 25.536$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $16 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.5^2\right) \times 30 \times 2.5 = 235.619$ ton

Beban total (P_t) = $269.110 + 25.536 + 235.619 = 530.265$ ton

$$L = 3 \cdot 1,267 + 2 \left(\frac{0,5}{2}\right) = 4,301 \text{ m}$$

$$B = 3 \cdot 1,0 + 2 \left(\frac{0,5}{2}\right) = 3,50 \text{ m}$$

$$A = B \times L = 3,50 \times 4,301 = 15,054 \text{ m}^2$$

$$q = \frac{P_t}{A} \quad \text{(dari persamaan 3.19)}$$

$$= \frac{530,265}{15,054} = 35,224 \text{ t/m}^2$$

Titik 1 (lapisan I)

Kedalaman : - 24.73 m

$$L_1 = L + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 6,610 \text{ m}$$

$$B_1 = B + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 2,00 \text{ tg } 30^\circ = 5,809 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 \times L_1 = 5,809 \times 6,610 = 38,397 \text{ m}^2$$

$$\Delta_p = \frac{A}{A_1} \times q \quad \text{(dari persamaan 3.20)}$$

$$= \frac{15,054}{38,397} \times 35,224 = 13,809 \text{ t/m}^2 = 1,381 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + H_2 \cdot \gamma' \\
 &= 3.30 \cdot 2.41 + 18.53 \cdot 0.68 \\
 &= 22,03 \text{ t/m}^2 = 2,203 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P_o + \Delta_p && \text{(dari persamaan 3.21)} \\
 &= 2,203 + 1,381 = 3,584 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_o = 2.628$$

$$e_1 = 2.551$$

$$\Delta_e = e_o - e_1 = 2.628 - 2.551 = 0.077$$

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H && \text{(dari persamaan 3.22)} \\
 &= \frac{0.077}{1 + 2.628} \cdot 200 = 4.248 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 2 (lapisan II)

Kedalaman : - 28.73 m

$$L_2 = L + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 11,229 \text{ m}$$

$$B_2 = B + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 6,00 \text{ tg } 30^\circ = 10,428 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 \times L_2 = 10,428 \times 11,229 = 117,096 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_2} \times q \\
 &= \frac{15,054}{117,096} \times 35,224 = 4,528 \text{ t/m}^2 = 0,453 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_0 &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3) \cdot \gamma' \\
 &= 3.80 \cdot 2.41 + (22.93) \cdot 0.68 \\
 &= 24,75 \text{ t/m}^2 = 2,475 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_2 &= P_0 + \Delta_p \\
 &= 2.475 + 0,453 = 2,928 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_0 = 2.628$$

$$e_2 = 2.554$$

$$\Delta_e = e_0 - e_2 = 2.628 - 2.554 = 0.074$$

$$\begin{aligned}
 S_2 &= \frac{e}{1 + e_0} \cdot H \\
 &= \frac{0,074}{1 + 2,628} \cdot 200 = 4,080 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 3 (lapisan III)

Kedalaman : - 32.73 m

$$L_3 = L + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,848 \text{ m}$$

$$B_3 = B + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 10,00 \text{ tg } 30^\circ = 15,047 \text{ m}$$

$$A_3 = B_3 \times L_3 = 15,047 \times 15,848 = 238,465 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_3} \times q \\
 &= \frac{15,054}{238,465} \times 35.224 = 2,224 \text{ t/m}^2 = 0,222 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4) \cdot \gamma' \\
 &= 3.80 \cdot 2.41 + (26.93) \cdot 0.68 \\
 &= 27,47 \text{ t/m}^2 = 2,747 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_3 &= P_o + \Delta_p \\
 &= 2,747 + 0,222 = 2,969 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$e_o = 2,628$$

$$e_3 = 2,565$$

$$\Delta_c = e_o - e_3 = 2,628 - 2,565 = 0,063$$

$$\begin{aligned}
 S_3 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\
 &= \frac{0,063}{1 + 2,628} \cdot 200 = 3,473 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Titik 4 (lapisan IV)

Kedalaman : - 36,73 m

$$L_4 = L + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 20,467 \text{ m}$$

$$B_4 = B + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 14,00 \text{ tg } 30^\circ = 19,666 \text{ m}$$

$$A_4 = B_4 \times L_4 = 19,666 \times 20,467 = 402,504 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned}
 \Delta_p &= \frac{A}{A_3} \times q \\
 &= \frac{15,054}{402,504} \times 35,224 = 1,317 \text{ t/m}^2 = 0,132 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5) \cdot \gamma' \\
 &= 3.80 \cdot 2.41 + (30.93) \cdot 0.68
 \end{aligned}$$

$$= 30,19 \text{ t/m}^2 = 3,019 \text{ kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} P_4 &= P_o + \Delta_p \\ &= 3,019 + 0,132 = 3,151 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$e_o = 2,628$$

$$e_4 = 2,586$$

$$\Delta_e = e_o - e_4 = 2,628 - 2,570 = 0,058$$

$$\begin{aligned} S_4 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\ &= \frac{0,058}{1 + 2,628} \cdot 200 = 3,197 \text{ cm} \end{aligned}$$

Titik 5 (lapisan V)

Kedalaman : - 40,73 m

$$L_5 = L + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 4,301 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 25,086 \text{ m}$$

$$B_5 = B + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 3,50 + 2 \cdot 18,00 \text{ tg } 30^\circ = 24,285 \text{ m}$$

$$A_5 = B_5 \times L_5 = 24,285 \times 25,086 = 609,214 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \Delta_p &= \frac{A}{A_3} \times q \\ &= \frac{15,054}{609,214} \times 35,224 = 0,871 \text{ t/m}^2 = 0,087 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_o &= H_1 \cdot \gamma_b + (H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6) \cdot \gamma' \\ &= 3,80 \cdot 2,41 + (34,93) \cdot 0,68 \\ &= 32,91 \text{ t/m}^2 = 3,291 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_5 &= P_o + \Delta p \\ &= 3,291 + 0,087 = 3,378 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$e_o = 2.628$$

$$e_s = 2.577$$

$$\Delta e = e_o - e_s = 2.628 - 2.577 = 0.051$$

$$\begin{aligned} S_5 &= \frac{e}{1 + e_o} \cdot H \\ &= \frac{0,051}{1 + 2.628} \cdot 200 = 2.811 \text{ cm} \end{aligned}$$

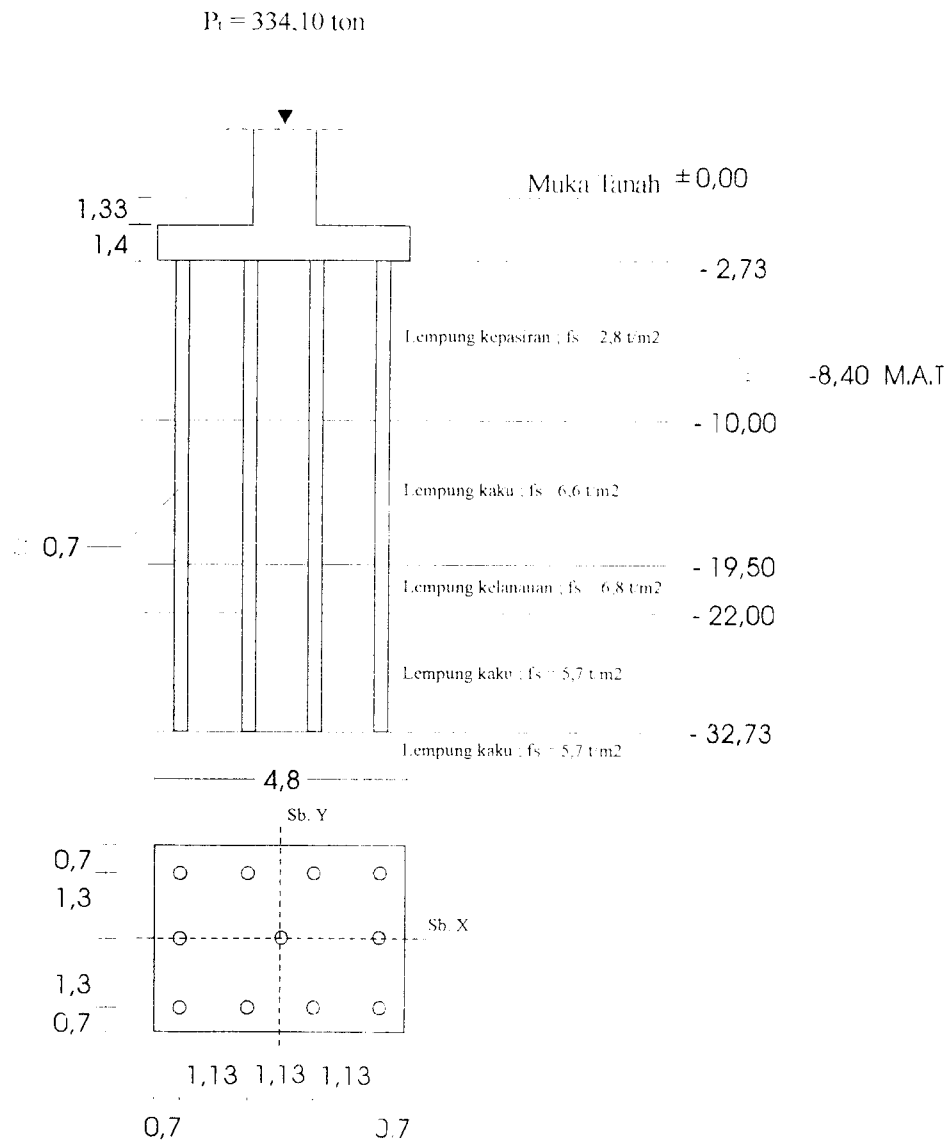
Jadi penurunan total :

$$\begin{aligned} S_{\text{total}} &= S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 \\ &= 4.248 + 4.080 + 3.473 + 3.197 + 2.811 \\ &= 17.809 \text{ cm} \end{aligned}$$

5.5 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Bor

5.5.1 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM I

5.5.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.25 Tiang Bor pada BM I

A. Kapasitas Dukung Ujung Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung ujung tiang digunakan persamaan 3.23.

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot 9 \cdot c_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 = 0,385 \text{ m}^2$$

$$q_p = 213 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = 0,385 \cdot 213 = 82,005 \text{ ton}$$

B. Kapasitas Dukung Selimut Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung selimut tiang digunakan persamaan 3.25.

$$Q_s = \Sigma A_s \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dengan :

$$A_s = p \cdot \Delta L$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,7 = 2,199 \text{ m}$$

- 1). Kedalaman 2,73 – 10 m. lempung kepasiran berwarna coklat kehitaman dengan nilai $f_{s1} = 2,8 \text{ ton/m}^2$.

$$\begin{aligned} A_{s1} &= p \cdot \Delta L_1 \\ &= 2,199 \cdot 7,27 = 15,987 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$f_{s1} = 2,8 \text{ ton/m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_{s1} &= A_{s1} \cdot f_{s1} \\ &= 15,987 \cdot 2,8 = 44,764 \text{ ton} \end{aligned}$$

- 2). Kedalaman 10 – 19,5 m. lempung kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai $f_{s2} = 6,6 \text{ ton/m}^2$

$$\begin{aligned} A_{s2} &= p \cdot \Delta L_2 \\ &= 2,199 \cdot 9,5 = 20,891 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$f_{s2} = 6,6 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

$$= 20,891 \cdot 6,6 = 137,881 \text{ ton}$$

- 3). Kedalaman 19,5 – 22 m, lempung kelanauan berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai $f_{s3} = 6,8 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s3} = p \cdot \Delta L_3$$

$$= 2,199 \cdot 2,5 = 5,498 \text{ m}^2$$

$$f_{s3} = 6,8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3}$$

$$= 5,498 \cdot 6,8 = 37,386 \text{ ton}$$

- 4). Kedalaman 22 – 32.73 m, lempung kaku berwarna abu-abu dengan nilai $f_{s4} = 5,7 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s4} = p \cdot \Delta L_4$$

$$= 2,199 \cdot 10,73 = 23,595 \text{ m}^2$$

$$f_{s4} = 5,7 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s4} = A_{s4} \cdot f_{s4}$$

$$= 23,595 \cdot 5,7 = 104,768 \text{ ton}$$

$$Q_{s \text{ total}} = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4}$$

$$= 44,764 + 137,881 + 37,386 + 104,768 = 324,799 \text{ ton}$$

C. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang digunakan persamaan 3.27.

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 82,005 + 324,799 = 406,804 \text{ ton}$$

D. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ijin tiang digunakan persamaan 3.28.

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{406,804}{5} = 81,361 \text{ ton}$$

SF : 5

5.5.1.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk perhitungan jumlah tiang digunakan persamaan 3.29.

$$\text{jumlah tiang} = \frac{P}{Q_a}$$

$$= \frac{334,100}{81,361} = 4,106 \text{ tiang}$$

➤ Dicoba 5 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334,100 ton

- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 2,03 \times 1,33 \times 1,8 = 23,33$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $5 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 144,317$ ton

Beban total (P_t) = $334,100 + 23,33 + 144,317 = 501,747$ ton

Maka jumlah tiang (n) = $\frac{P_t}{Q_a} = \frac{501,747}{81,361} = 6,167 \geq 5$ tiang (tidak aman)

➤ Dicoba 7 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334,100 ton

- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 2,03 \times 1,33 \times 1,8 = 23,33$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $7 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 202,044$ ton

Beban total (P_t) = $334,100 + 23,33 + 202,044 = 559,474$ ton

Maka jumlah tiang (n) = $\frac{P_t}{Q_a} = \frac{559,474}{81,361} = 6,876 \leq 7$ tiang (aman)

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_a \\ &= 7 \cdot 81,361 = 569,527 \text{ ton} > P_t = 559,474 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang, digunakan rumus seperti pada persamaan

3.33

$$P_{\text{max}} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\text{max}}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\text{max}}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$M_x = P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot y$$

$$= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 2 \cdot 1,3 = 75,045 \text{ tm}$$

$$M_y = P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot x$$

$$= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,7 = 147,203 \text{ tm}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (2 \cdot (-1,7)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (2 \cdot (1,7)^2) = 11,56$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (3 \cdot (-1,3)^2) + (1 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,3)^2) = 10,14$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{559,474}{7} + \frac{147,2031,7}{11,56} + \frac{75,0451,3}{10,14} = 111,194 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 111,194 \text{ ton} > 81,361 \text{ ton} \rightarrow (\text{tidak aman})$$

➤ Dicoba 9 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334,100 ton
- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 2,03 \times 1,33 \times 1,8 = 23,33 \text{ ton}$
- berat tiang (W_{tiang}) = $9 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 259,770 \text{ ton}$

$$\text{Beban total } (P_t) = 334,100 + 23,33 + 259,770 = 617,200 \text{ ton}$$

$$\text{Maka jumlah tiang } (n) = \frac{P_t}{Q_a} = \frac{617,200}{81,361} = 7,586 \leq 9 \text{ tiang (aman)}$$

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_a \\ &= 9 \cdot 81,361 = 732,249 \text{ ton} > P_t = 617,200 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang, digunakan rumus seperti pada persamaan

3.33.

$$P_{\max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$M_x = P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot y$$

$$= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,3 = 112,567 \text{ tm}$$

$$M_y = P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot x$$

$$= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,7 = 147,203 \text{ tm}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (3 \cdot (-1,7)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,7)^2) = 17,34$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (3 \cdot (-1,3)^2) + (1 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,3)^2) = 10,14$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{617,200}{9} + \frac{147,203 \cdot 1,7}{17,34} + \frac{112,567 \cdot 1,3}{10,14} = 97,441 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 97,441 \text{ ton} > 81,361 \text{ ton} \rightarrow (\text{tidak aman})$$

➤ Dicoba 11 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334,100 ton
- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 2,03 \times 1,33 \times 1,8 = 23,33 \text{ ton}$
- berat tiang (W_{tiang}) = $11 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 317,497 \text{ ton}$

$$\text{Beban total } (P_t) = 334,100 + 23,33 + 317,497 = 674,927 \text{ ton}$$

$$\text{Maka jumlah tiang } (n) = \frac{P_t}{Q_a} = \frac{674,927}{81,361} = 8,296 \leq 11 \text{ tiang (aman)}$$

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$Q_{pg} = n \cdot Q_a$$

$$= 11 \cdot 81,361 = 894,971 \text{ ton} > P_t = 674,927 \text{ ton (aman)}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang, digunakan rumus seperti pada persamaan

3.33.

$$P_{\max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$\begin{aligned} M_x &= P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot y \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,3 = 112,567 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot x \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 4 \cdot 0,567 = 65,462 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_y \cdot \sum x^2 &= (3 \cdot (-1,7)^2) + (2 \cdot (-0,567)^2) + (2 \cdot (0,567)^2) + (3 \cdot (1,7)^2) \\ &= 18,626 \end{aligned}$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (4 \cdot (-1,3)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (4 \cdot (1,3)^2) = 13,52$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{674,927}{11} + \frac{65,462 \cdot 1,7}{18,626} + \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 78,156 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 78,156 \text{ ton} < 81,361 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

$$P_{\min} = \frac{674,927}{11} - \frac{65,462 \cdot 1,7}{18,626} - \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 44,559 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = 44,559 \text{ ton} < 81,361 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

B. Penurunan Pondasi Tiang

a. Penurunan tiang tunggal

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode semi empiris digunakan persamaan 3.36.

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{(82,005 + 0,5 \cdot 324,799) \cdot 30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0095 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p}$$

$$= \frac{0,03 \cdot 82,005}{0,7 \cdot 213} = 0,0165 \text{ m}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{d}}$$

$$= 2 + 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,7}} = 4,291$$

$$S_{ps} = \left(\frac{P_t}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{ws}$$

$$= \left(\frac{674,927}{2,199 \cdot 30} \right) \cdot \frac{0,7}{400} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 4,291 = 0,0580 \text{ m}$$

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,0095 + 0,0165 + 0,0580 = 0,0840 \text{ m}$$

2. metode empiris

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode empiris digunakan persamaan 3.41.

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$
$$= \frac{0,7}{100} + \frac{406,804.30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0228 \text{ m}$$

b. Penurunan kelompok tiang

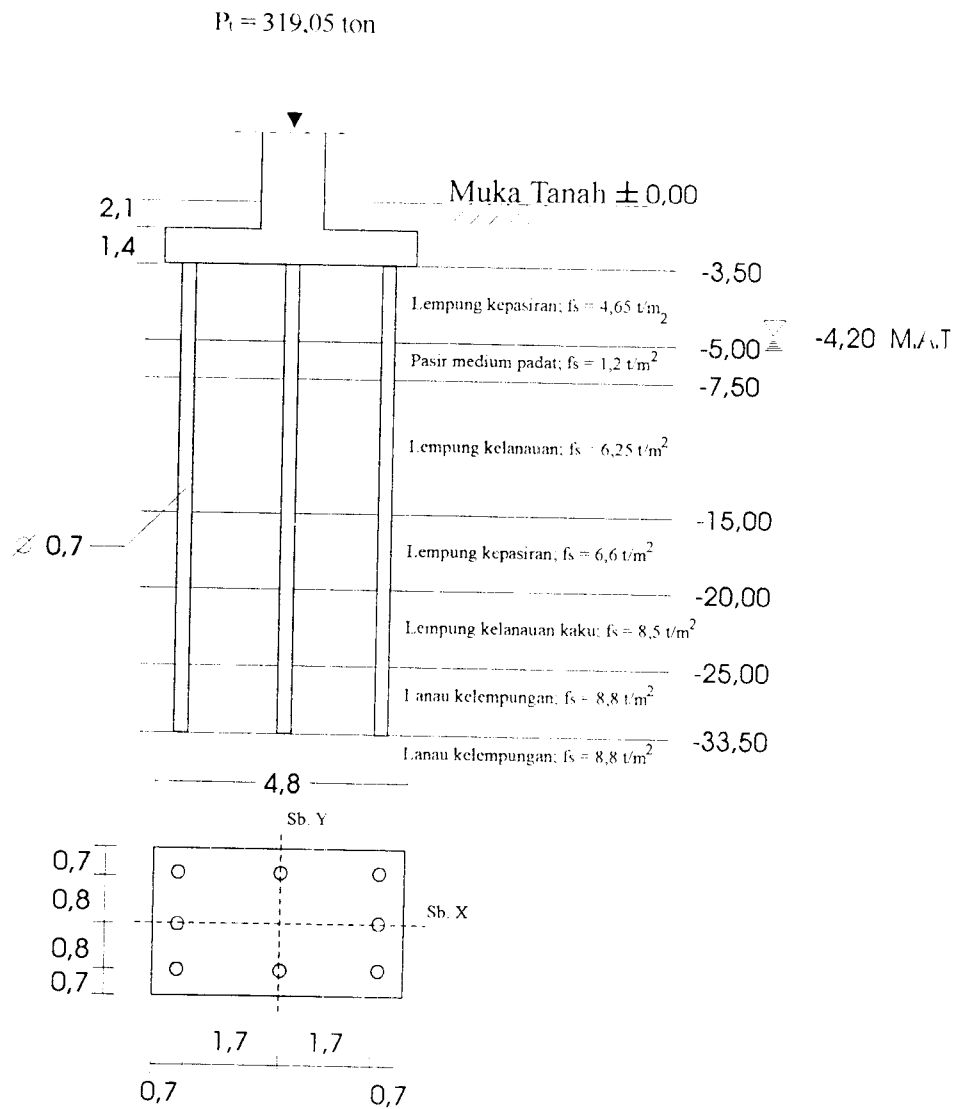
Untuk perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan persamaan 3.42.

Metode Vesic :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{d}}$$
$$= 0,0840 \sqrt{\frac{3,4}{0,7}} = 0,1851 \text{ m}$$

5.5.2 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM IV

5.5.2.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.27 Pondasi Tiang Bor pada BM IV

A. Kapasitas Dukung Ujung Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung ujung tiang digunakan persamaan 3.23.

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot 9 \cdot c_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 = 0,385 \text{ m}^2$$

$$q_p = 236 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = 0,385 \cdot 236 = 90,860 \text{ ton}$$

B. Kapasitas Dukung Selimut Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung selimut tiang digunakan persamaan 3.25.

$$Q_s = \Sigma A_s \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dengan :

$$A_s = p \cdot \Delta L$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,7 = 2,199 \text{ m}$$

1). Kedalaman 3,5 – 5 m, lempung kepasiran berwarna abu-abu dengan

$$\text{nilai } f_{s1} = 4,65 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s1} = p \cdot \Delta L_1$$

$$= 2,199 \cdot 1,5 = 3,299 \text{ m}^2$$

$$f_{s1} = 4,65 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s1} = A_{s1} \cdot f_{s1}$$

$$= 3,299 \cdot 4,65 = 15,340 \text{ ton}$$

2). Kedalaman 5 – 7,5 m, pasir medium padat berwarna abu-abu

kehitaman dengan nilai $f_{s2} = 1,2 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s2} = p \cdot \Delta L_2$$

$$= 2,199 \cdot 2,5 = 5,498 \text{ m}^2$$

$$f_{s2} = 1,2 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

$$= 5,498 \cdot 1,2 = 6,598 \text{ ton}$$

3). Kedalaman 7,5 – 15 m, lempung kelanauan berwarna abu-abu

kehitaman dengan nilai $f_{s3} = 6,25 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s3} = p \cdot \Delta L_3$$

$$= 2,199 \cdot 7,5 = 16,493 \text{ m}^2$$

$$f_{s3} = 6,25 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3}$$

$$= 16,493 \cdot 6,25 = 103,081 \text{ ton}$$

4). Kedalaman 15 – 20 m, lempung kepasiran berwarna abu-abu dengan

nilai $f_{s4} = 6,6 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s4} = p \cdot \Delta L_4$$

$$= 2,199 \cdot 5 = 10,995 \text{ m}^2$$

$$f_{s4} = 6,6 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s4} = A_{s4} \cdot f_{s4}$$

$$= 10,995 \cdot 6,6 = 72,567 \text{ ton}$$

5). Kedalaman 20 – 25 m, lempung kelanauan kaku berwarna abu-abu

sampai coklat muda dengan nilai $f_{s5} = 8,5 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s5} = p \cdot \Delta L_5$$

$$= 2,199 \cdot 5 = 10,995 \text{ m}^2$$

$$f_{s5} = 8,5 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s5} = A_{s5} \cdot f_{s5}$$

$$= 10,995 \cdot 8,5 = 93,458 \text{ ton}$$

- 6). Kedalaman 25 – 33,5 m, lanau kelepungan berwarna abu-abu dengan nilai $f_{s6} = 8,8 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s6} = p \cdot \Delta L_6$$

$$= 2,199 \cdot 8,5 = 18,692 \text{ m}^2$$

$$f_{s6} = 8,8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s6} = A_{s6} \cdot f_{s6}$$

$$= 18,692 \cdot 8,8 = 112,092 \text{ ton}$$

$$Q_{s \text{ total}} = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} + Q_{s5} + Q_{s6}$$

$$= 15,340 + 6,598 + 103,081 + 72,567 + 93,458 + 112,092$$

$$= 403,136 \text{ ton}$$

C. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang digunakan persamaan 3.27.

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 90,860 + 403,136 = 493,996 \text{ ton}$$

D. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ijin tiang digunakan persamaan 3.28.

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{493,996}{5} = 98,800 \text{ ton}$$

SF : 5

5.5.2.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk perhitungan jumlah tiang digunakan persamaan 3.29.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{P}{Q_a} \\ &= \frac{319,050}{98,800} = 3,229 \text{ tiang} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama (*trial and error*) seperti pada perhitungan BM I maka didapatkan perhitungan jumlah tiang pada BM IV, digunakan 8 tiang ;

➤ Dicoba 8 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 319,050 ton
- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 1,03 \times 2,1 \times 1,8 = 18,688$ ton
- berat tiang (W_{tiang}) = $8 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 230,907$ ton

$$\text{Beban total } (P_t) = 319,050 + 18,688 + 230,907 = 568,645 \text{ ton}$$

$$\text{Maka jumlah tiang } (n) = \frac{P_t}{Q_a} = \frac{568,645}{98,800} = 5,756 \leq 8 \text{ tiang (ok)}$$

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.31.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_a \\ &= 8 \cdot 98,800 = 790,400 \text{ ton} > P_t = 568,645 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban Yang Diterima Satu Tiang. digunakan rumus seperti pada persamaan 3.33.

$$P_{\max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{n_y \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{n_x \sum y^2}$$

dengar :

$$\begin{aligned} M_x &= P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot y \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 0,8 = 69,272 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot x \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,7 = 147,203 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (3 \cdot (-1,7)^2) + (2 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,7)^2) = 17,34$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (3 \cdot (-0,8)^2) + (2 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (0,8)^2) = 3,84$$

maka .

$$P_{\max} = \frac{568,645}{8} + \frac{147,203 \cdot 1,7}{17,34} + \frac{69,272 \cdot 0,8}{3,84} = 97,803 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 97,803 \text{ ton} < 98,800 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

$$P_{\min} = \frac{568,645}{8} - \frac{147,203 \cdot 1,7}{17,34} - \frac{69,272 \cdot 0,8}{3,84} = 59,054 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = 59,054 \text{ ton} < 98,800 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

B. Penurunan Pondasi Tiang

a. Penurunan tiang tunggal

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode semi empiris digunakan persamaan 3.36.

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s)L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{(90,860 + 0,5 \cdot 403,136) \cdot 30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0114 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p}$$

$$= \frac{0,03 \cdot 90,860}{0,7 \cdot 236} = 0,0165 \text{ m}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{d}}$$

$$= 2 + 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,7}} = 4,291$$

$$S_{ps} = \left(\frac{P_t}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{ws}$$

$$= \left(\frac{568,645}{2,199 \cdot 30} \right) \cdot \frac{0,7}{400} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 4,291 = 0,0529 \text{ m}$$

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,0114 + 0,0165 + 0,0529 = 0,0808 \text{ m}$$

2. metode empiris

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode empiris digunakan persamaan

3.41.

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{0,7}{100} + \frac{493,996.30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0262 \text{ m}$$

b. Penurunan kelompok tiang

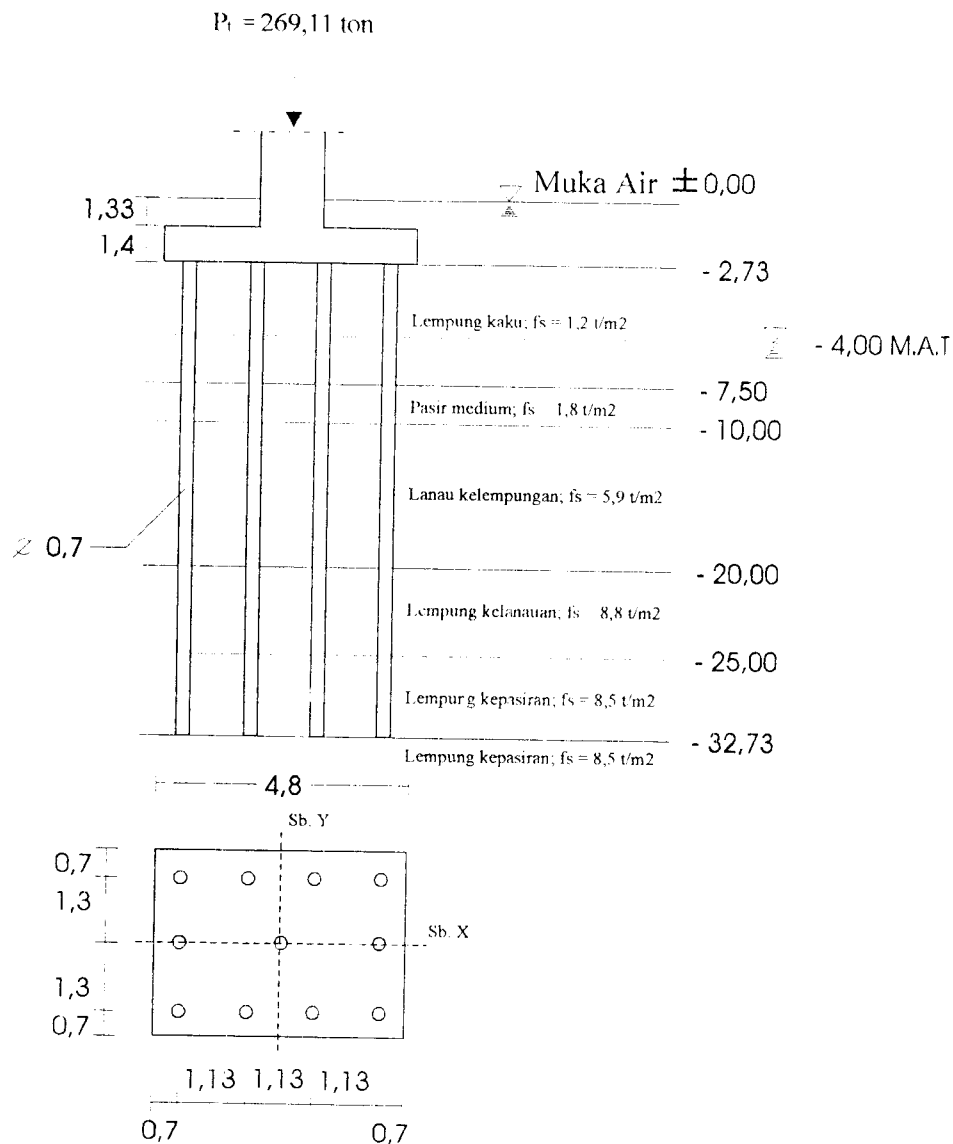
Untuk perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan persamaan 3.42.

Metode Vesic :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{d}}$$
$$= 0,0808 \sqrt{\frac{3,4}{0,7}} = 0,1781 \text{ m}$$

5.5.3 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM II

5.5.3.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.28 Pondasi Tiang Bor pada BM II

A. Kapasitas Dukung Ujung Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung ujung tiang digunakan persamaan 3.23.

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot 9 \cdot c_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 = 0,385 \text{ m}^2$$

$$q_p = 207 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = 0,385 \cdot 207 = 79,695 \text{ ton}$$

B. Kapasitas Dukung Selimut Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung selimut tiang digunakan persamaan 3.25.

$$Q_s = \Sigma A_s \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dengan :

$$A_s = p \cdot \Delta L$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,7 = 2,199 \text{ m}$$

1). Kedalaman 2,73 – 7,5 m, lempung kaku berwarna abu-abu dengan

$$\text{nilai } f_{s1} = 1,2 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s1} = p \cdot \Delta L_1$$

$$= 2,199 \cdot 4,77 = 10,489 \text{ m}^2$$

$$f_{s1} = 1,2 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s1} = A_{s1} \cdot f_{s1}$$

$$= 10,489 \cdot 1,2 = 12,587 \text{ ton}$$

2). Kedalaman 7,5 -- 10 m, pasir medium berwarna coklat muda dengan

$$\text{nilai } f_{s2} = 1,8 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s2} = p \cdot \Delta L_2$$

$$= 2,199 \cdot 2,5 = 5,498 \text{ m}^2$$

$$f_{s2} = 1,8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

$$= 5,498 \cdot 1,8 = 9,896 \text{ ton}$$

3). Kedalaman 10 – 20 m, lanau kelepungan berwarna abu-abu dengan

$$\text{nilai } f_{s3} = 5,9 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s3} = p \cdot \Delta L_3$$

$$= 2,199 \cdot 10 = 21,990 \text{ m}^2$$

$$f_{s3} = 5,9 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3}$$

$$= 21,990 \cdot 5,9 = 129,741 \text{ ton}$$

4). Kedalaman 20 – 25 m, lempung kelanauan berwarna abu-abu

kehitaman dengan nilai $f_{s4} = 8,8 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s4} = p \cdot \Delta L_4$$

$$= 2,199 \cdot 5 = 10,995 \text{ m}^2$$

$$f_{s4} = 8,8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s4} = A_{s4} \cdot f_{s4}$$

$$= 10,995 \cdot 8,8 = 96,756 \text{ ton}$$

5). Kedalaman 25 – 32,73 m, lempung kepasiran berwarna abu-abu

kehitaman dengan nilai $f_{s5} = 8,5 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s5} = p \cdot \Delta L_5$$

$$= 2,199 \cdot 7,73 = 14,998 \text{ m}^2$$

$$f_{s5} = 8,5 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s5} = A_{s5} \cdot f_{s5}$$

$$= 14,998 \cdot 8,5 = 95,385 \text{ ton}$$

$$Q_s \text{ total} = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} + Q_{s5}$$

$$\begin{aligned}
 &= 12,587 + 9,896 + 129,741 + 96,756 + 95,385 \\
 &= 344,365 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

C. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang digunakan persamaan 3.27.

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 79,695 + 344,365 = 424,060 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

D. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ijin tiang digunakan persamaan 3.28.

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
 &= \frac{424,060}{5} = 84,812 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$SF : 5$$

5.5.3.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk perhitungan jumlah tiang digunakan persamaan 3.29.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tiang} &= \frac{P}{Q_a} \\
 &= \frac{269,110}{84,812} = 3,173 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama (*trial and error*) seperti pada perhitungan BM I maka didapatkan perhitungan jumlah tiang pada BM II, digunakan 11 tiang ;

➤ Dicoba 11 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 269,110 ton

- berat air di atas *pile cap* (W_{air}) = $4,8 \times 4,0 \times 1,33 \times 1,0 = 25,536$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $11 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 317,497$ ton

Beban total (P_t) = $269,110 + 25,536 + 317,497 = 612,143$ ton

Maka jumlah tiang (n) = $\frac{P_t}{Q_a} = \frac{612,143}{84,812} = 7,218 \leq 11$ tiang (ok)

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_a \\ &= 11 \cdot 84,812 = 932,932 \text{ ton} > P_t = 612,143 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang, digunakan rumus seperti pada persamaan 3.33.

$$P_{\max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$\begin{aligned} M_x &= P \cdot n' \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot y \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 3 \cdot 1,3 = 112,567 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= P \cdot n' \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n' \cdot x \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 4 \cdot 1,13 = 130,462 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (3 \cdot (-1,695)^2) + (1 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,695)^2) = 17,238$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (4 \cdot (-1,3)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (4 \cdot (1,3)^2) = 13,52$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{612,143}{11} + \frac{130,462 \cdot 1,13}{17,238} + \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 64,530 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 64,530 \text{ ton} < 84,812 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

$$P_{\min} = \frac{612,143}{11} - \frac{130,462 \cdot 1,13}{17,238} - \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 39,687 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = 25,778 \text{ ton} < 84,812 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

B. Penurunan Pondasi Tiang

a. Penurunan tiang tunggal

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode semi empiris digunakan persamaan 3.36.

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{(79,695 + 0,5 \cdot 344,365) \cdot 30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0098 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p}$$

$$= \frac{0,03 \cdot 79,695}{0,7 \cdot 207} = 0,0165 \text{ m}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{d}}$$

$$= 2 + 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,7}} = 4,291$$

$$S_{ps} = \left(\frac{P_t}{p.L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{us}$$

$$= \left(\frac{612,143}{2,199.30} \right) \cdot \frac{0,7}{400} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 4,291 = 0,0515 \text{ m}$$

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,0098 + 0,0165 + 0,0515 = 0,0778 \text{ m}$$

2. metode empiris

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode empiris digunakan persamaan

3.41.

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{0,7}{100} + \frac{424,060.30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0235 \text{ m}$$

b. Penurunan kelompok tiang

Untuk perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan persamaan 3.42.

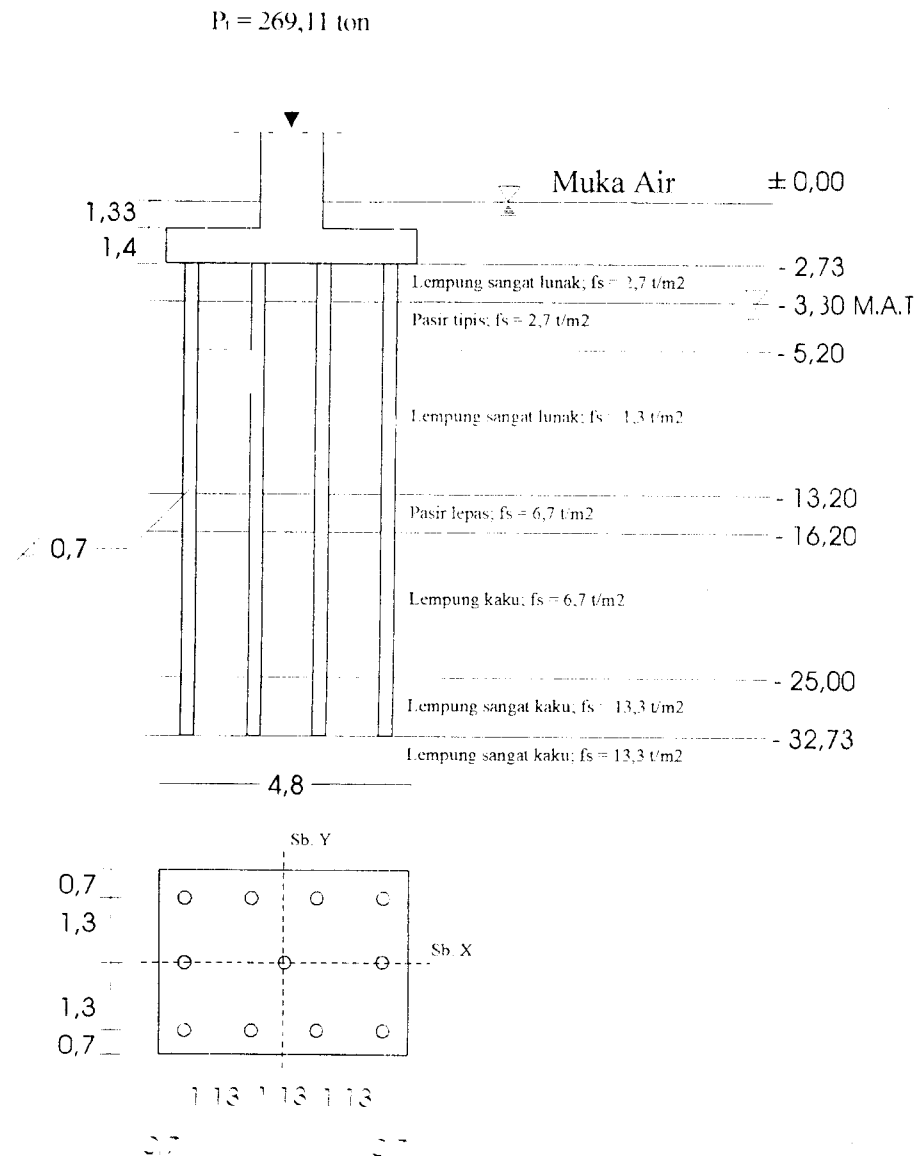
Metode Vesic :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{d}}$$

$$= 0,0778 \sqrt{\frac{3,4}{0,7}} = 0,1715 \text{ m}$$

5.4.4 Kapasitas Dukung Tiang Bor pada SM III

5.4.4.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal



Gambar 5.29 Pondasi Tiang Bor pada SM III

A. Kapasitas Dukung Ujung Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung ujung tiang digunakan persamaan 3.23.

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot 9 \cdot c_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 = 0,385 \text{ m}^2$$

$$q_p = 280 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = 0,385 \cdot 280 = 107,800 \text{ ton}$$

B. Kapasitas Dukung Selimut Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung selimut tiang digunakan persamaan 3.25.

$$Q_s = \Sigma A_s \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dengan :

$$A_s = p \cdot \Delta L$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,7 = 2,199 \text{ m}$$

1). Kedalaman 2,73 – 3.3 m, lapisan lempung sangat lunak dengan nilai

$$f_{s1} = 2,70 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s1} = p \cdot \Delta L_1$$

$$= 2,199 \cdot 1,07 = 2,353 \text{ m}^2$$

$$f_{s1} = 2,70 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s1} = A_{s1} \cdot f_{s1}$$

$$= 2,353 \cdot 2,70 = 6,353 \text{ ton}$$

2). Kedalaman 3,8 – 5.2 m, lapisan pasir tipis dengan nilai

$$f_{s2} = 2,70 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s2} = p \cdot \Delta L_2$$

$$= 2,199 \cdot 1,4 = 3,079 \text{ m}^2$$

$$f_{s2} = 2,70 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

$$= 3,079 \cdot 2,70 = 8,313 \text{ ton}$$

3). Kedalaman 5.2 – 13.2 m. lapisan lempung sangat lunak dengan nilai

$$f_{s3} = 1,30 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s3} = p \cdot \Delta L_3$$

$$= 2,199 \cdot 8 = 17,592 \text{ m}^2$$

$$f_{s3} = 1,30 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3}$$

$$= 17,592 \cdot 1,30 = 22,870 \text{ ton}$$

4). Kedalaman 13.2 – 16.2 m. lapisan pasir lepas dengan nilai

$$f_{s4} = 6,7 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s4} = p \cdot \Delta L_4$$

$$= 2,199 \cdot 3 = 6,597 \text{ m}^2$$

$$f_{s4} = 6,7 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s4} = A_{s4} \cdot f_{s4}$$

$$= 6,597 \cdot 6,7 = 44,200 \text{ ton}$$

5). Kedalaman 16.2 – 25 m, lapisan lempung kaku dengan nilai

$$f_{s5} = 6,7 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s5} = p \cdot \Delta L_5$$

$$= 2,199 \cdot 8,8 = 19,351 \text{ m}^2$$

$$f_{s5} = 6,7 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s5} = A_{s5} \cdot f_{s5}$$

$$= 19,351 \cdot 6,7 = 129,652 \text{ ton}$$

6). Kedalaman 25 – 32,73 m, lapisan lempung sangat kaku dengan nilai

$$f_{s6} = 13,3 \text{ ton/m}^2$$

$$A_{s6} = p \cdot \Delta L_6$$

$$= 2,199 \cdot 7,73 = 14,998 \text{ m}^2$$

$$f_{s6} = 13,3 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s6} = A_{s6} \cdot f_{s6}$$

$$= 14,998 \cdot 13,3 = 157,693 \text{ ton}$$

$$Q_{s \text{ total}} = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} + Q_{s5} + Q_{s6}$$

$$= 6,353 + 8,313 + 22,870 + 44,200 + 129,652 + 157,693$$

$$= 369,081 \text{ ton}$$

C. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang digunakan persamaan 3.27.

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 107,800 + 369,081 = 476,881 \text{ ton}$$

D. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ijin tiang digunakan persamaan 3.28.

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF}$$

$$= \frac{476,881}{5} = 95,376 \text{ ton}$$

$$SF : 5$$

5.5.4.2 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk perhitungan jumlah tiang digunakan persamaan 3.29.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{P}{Q_a} \\ &= \frac{269,110}{95,376} = 2,822 \text{ tiang} \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama (*trial and error*) seperti pada perhitungan BM I maka didapatkan perhitungan jumlah tiang pada SM III. digunakan 11 tiang :

➤ Dicoba 11 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 269,110 ton
- berat air di atas *pile cap* (W_{air}) = $4,8 \times 4,0 \times 1,33 \times 1,0 = 25,536$ ton
- berat tiang (W_{tiang}) = $11 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2\right) \times 30 \times 2,5 = 317,497$ ton

$$\text{Beban total } (P_t) = 269,110 + 25,536 + 317,497 = 612,143 \text{ ton}$$

$$\text{Maka jumlah tiang } (n) = \frac{P_t}{Q_a} = \frac{612,143}{95,376} = 7,218 \leq 11 \text{ tiang (ok)}$$

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_a \\ &= 11 \cdot 95,376 = 1049,136 \text{ ton} > P_t = 612,143 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang, digunakan rumus seperti pada persamaan 3.33.

$$P_{\max} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\max}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\max}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$\begin{aligned} M_x &= P \cdot n' \cdot y = (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}) \cdot n' \cdot y \\ &= (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5) \cdot 3 \cdot 1,3 = 112,567 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= P \cdot n' \cdot x = (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}) \cdot n' \cdot x \\ &= (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 30 \cdot 2,5) \cdot 4 \cdot 1,13 = 130,462 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (3 \cdot (-1,695)^2) + (1 \cdot (0)^2) + (3 \cdot (1,695)^2) = 17,238$$

$$n_x \cdot \sum y^2 = (4 \cdot (-1,3)^2) + (3 \cdot (0)^2) + (4 \cdot (1,3)^2) = 13,52$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{612,143}{11} + \frac{130,462 \cdot 1,13}{17,238} + \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 64,530 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 64,530 \text{ ton} < 84,812 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

$$P_{\min} = \frac{612,143}{11} - \frac{130,462 \cdot 1,13}{17,238} - \frac{112,567 \cdot 1,3}{13,52} = 39,687 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = 39,687 \text{ ton} < 84,812 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

B. Penurunan pondasi tiang

a. Penurunan tiang tunggal

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode semi empiris digunakan persamaan 3.36.

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{(107,800 + 0,5 \cdot 369,081) \cdot 30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0114 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p}$$

$$= \frac{0,03 \cdot 107,800}{0,7 \cdot 280} = 0,0165 \text{ m}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{d}}$$

$$= 2 + 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,7}} = 4,291$$

$$S_{ps} = \left(\frac{P_t}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{ws}$$

$$= \left(\frac{612,143}{2,199 \cdot 30} \right) \cdot \frac{0,7}{400} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 4,291 = 0,0515 \text{ m}$$

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,0114 + 0,0165 + 0,0515 = 0,0794 \text{ m}$$

2. metode empiris

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode empiris digunakan persamaan 3.41.

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{0,7}{100} + \frac{476,881.30}{0,385 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,0256 \text{ m}$$

b. Penurunan kelompok tiang

Untuk perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan persamaan 3.42.

Metode Vesic :

$$\begin{aligned} S_g &= S \sqrt{\frac{B_g}{d}} \\ &= 0,0794 \sqrt{\frac{3,4}{0,7}} = 0,1750 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 5.1 Hasil Analisa Kapasitas Dukung Tiang Pancang dan Tiang Bor

No.	Titik Pondasi	Tiang Pancang						Tiang Bor					
		ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)	ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)		
1.	BM I <i>Abutment</i>	50	16	593,049	820,398	0,1863	70	11	674,927	894,971	0,1851		
2.	BM IV <i>Abutment</i>	50	12	514,453	721,249	0,1860	70	8	568,645	790,400	0,1781		
3.	BM II <i>Pier</i>	50	16	530,265	915,812	0,1855	70	11	612,143	932,932	0,1715		
4.	SM III <i>Pier</i>	50	16	530,265	1000,063	0,1781	70	11	612,143	1049,136	0,1750		

Keterangan :

ϕ : diameter tiang

n : jumlah tiang

P_{total} : beban total

Q_{pg} : kapasitas dukung kelompok tiang

S_{pg} : penurunan kelompok tiang

5.6 Analisa Biaya

Maksud penyusunan analisa biaya dari suatu proyek bangunan adalah untuk mengetahui hubungan biaya di antara macam-macam bagian dari proyek. biaya tersebut dapat diketahui dengan menghitung harga satuan dari tenaga, bahan, dan sewa alat seperti pada tabel berikut ini untuk metode BOW.

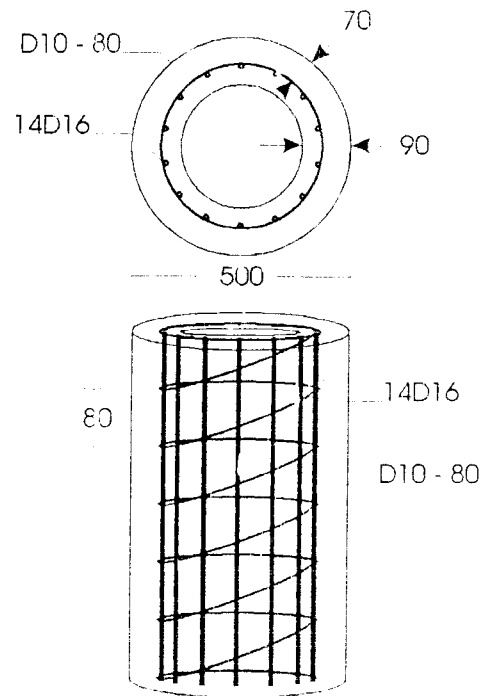
Tabel 5.2 Daftar Harga Tenaga, Bahan, dan Alat pada Metode BOW

No	Uraian	Satuan	Harga
<u>Tenaga :</u>			
1.	Tukang	orang/hari	Rp 24.000,00
2.	Kepala Tukang	orang/hari	Rp 27.000,00
3.	Pekerja	orang/hari	Rp 16.000,00
4.	Mandor	orang/hari	Rp 24.000,00
<u>Bahan :</u>			
5.	Batu Split 2/3	m ³	Rp 100.000,00
6.	Pasir	m ³	Rp 70.000,00
7.	Semen <i>Portland</i>	kg	Rp 700,00
8.	Besi Beton	kg	Rp 5.200,00
9.	Kawat Beton	kg	Rp 9.000,00
10.	Kayu Rawa / Pinus	m ³	Rp 800.000,00
11.	Paku	kg	Rp 8.000,00
12.	Pelat Baja	m ¹	Rp 40.000,00
13.	Pipa <i>Casing</i>	m ¹	Rp 40.000,00
<u>Alat :</u>			
14.	<i>Wheel Crane</i>	jam	Rp 122.000,00
15.	<i>Pile Driving Hammer</i>	jam	Rp 74.871,20
16.	<i>Loader</i>	jam	Rp 99.000,00
17.	<i>Beton Mixer</i>	jam	Rp 33.325,78
18.	<i>Vibrator</i>	jam	Rp 13.170,68
19.	<i>Water Pump</i>	jam	Rp 11.731,32
20.	<i>Bore Pile</i>	jam	Rp 50.000,00
21.	Las	ls	Rp 30.000,00
22.	Pipa <i>Tremi</i>	m ¹	Rp 40.000,00

Sumber : Daftar Analisa dan Harga Satuan Pekerjaan. DPU, Sub Dinas Cipta

Karya Kabupaten Brebes.

5.6.1 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Pancang



Gambar 5.30. Tulangan pada Tiang Pancang

$$P_n = P_u = \phi P_n (\max) = 593,049 \text{ ton} = 5816,032 \text{ kN}$$

$$\phi = 0,75 \text{ (tulangan spiral)}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$A_g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 500^2 = 196349,541 \text{ mm}^2$$

$$\phi P_n (\max) = 0,85 \phi \{ 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \}$$

$$5816,032 = 0,85 (0,75) \{ 0,85 \cdot (30) (196349,541 - A_{st}) + 400 \cdot A_{st} \} (10^{-3})$$

$$5816,032 = 0,638 \cdot 10^{-3} \{ 834485,493 - 42,5 \cdot A_{st} + 400 \cdot A_{st} \}$$

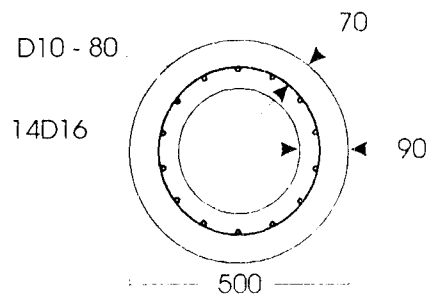
$$5816,032 = 0,638 \cdot 10^{-3} (8344855,493 + 357,5 \cdot A_{st})$$

$$5816,032 = 5324,018 + 0,228 \cdot A_{st}$$

$$492,014 = 0,228 \cdot A_{st}$$

$$A_{st} = 2157,956 \text{ mm}^2$$

maka diperlukan tulangan 14D16



Gambar 5.31. Tampak Atas Tulangan pada Tiang Pancang

$$\begin{aligned} A_{st \text{ perlu}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot n \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2 \cdot 14 \\ &= 2814,867 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek :

a. Rasio luas penulangan terhadap beton

$$\begin{aligned} \rho_g &= \frac{A_{st}}{A_g} \\ &= \frac{2814,867}{196349,541} = 0,0143 \quad ; \quad 0,01 < \rho_g = 0,0143 < 0,08 \text{ (aman)} \end{aligned}$$

Dari tabel 5.11, untuk diameter inti tiang 360 mm penggunaan 14 batang tulangan baja D16 cukup memenuhi syarat.

b. Kuat tiang

$$\begin{aligned}
 \phi P_{n(\max)} &= 0,85 \phi \{ 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} \\
 &= 0,85 (0,75) \{ 0,85 \cdot (30) (196349,541 - 2814,867) \\
 &\quad + 400 \cdot 2814,867 \} (10^{-3}) \\
 &= 5961,371 \text{ kN} > P_t = 5816,032 \text{ kN (aman)}
 \end{aligned}$$

Ternyata kuat tiang masih lebih besar dari beban total yang bekerja.

Dari tabel 5.11, untuk diameter inti tiang 360 mm digunakan diameter tulangan spiral D10.

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_c = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_c^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 360^2 = 101787,602 \text{ mm}^2$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{196349,541}{101787,602} - 1 \right) \frac{30}{400} = 0,0523$$

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

$$a_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,540 \text{ mm}^2$$

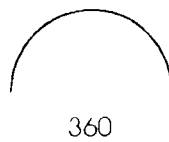
$$s = \frac{4a_s(D_c - d_b)}{D_c^2 \rho_s} = \frac{4 \cdot 78,540 (360 - 10)}{360^2 \cdot 0,0523} = 16,222 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Persyaratan detail penulangan spiral tercantum dalam SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.16.10 ayat 4, di mana diameter minimum batang adalah D10, dan umumnya tidak menggunakan lebih besar dari batang D16. Jarak spasi bersih spiral tidak boleh lebih dari 80 mm dan tidak kurang dari 25 mm.

Perhitungan kebutuhan tulangan per m¹ tiang pancang, menggunakan besi beton ulir untuk tulangan pokok ϕ 16 mm dan untuk tulangan spiral ϕ 10 mm. sedangkan untuk 1 kg tulangan pokok dan tulangan spiral dibutuhkan kawat beton 0.02 kg (asumsi) :

- Tulangan pokok : $14 \times 1 \times 1.580 = 22.12$ kg

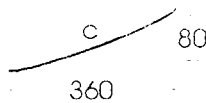
Pada tulangan spiral, keliling tulangan diasumsikan sebagai berikut :



Gambar 5.32 Ukuran Tulangan Spiral

$$p = \pi \cdot d \cdot \frac{1}{2}$$

$$= \pi \cdot 0,36 \cdot \frac{1}{2} = 0,57 \text{ m}$$



Gambar 5.33 Ukuran Tulangan Spiral Melingkar

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 0,36^2 + 0,08^2$$

$$c^2 = 0,136$$

$$c = \sqrt{0,136} = 0,37 \text{ m}$$

$$p = \pi \cdot d \cdot \frac{1}{2}$$

$$= \pi \cdot 0,37 \cdot \frac{1}{2} = 0,58 \text{ m}$$

Pada panjang tiang pancang 80 mm terdapat panjang spiral : $0,57 + 0,58 = 1,15$ m

$$\text{Jumlah tulangan spiral per m}^1 \text{ tiang pancang : } \frac{1000 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 12,5$$

$$\text{- Tulangan spiral : } 12,5 \times 1,15 \times 0,622 = 8,94 \text{ kg}$$

Jadi total tulangan per m¹ tiang pancang : $22,12 + 8,94 = 31,06$ kg

Perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan spiral, dan kawat beton per m³ tiang pancang :

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \cdot 1 = 0,20 \text{ m}^3$$

$$\text{maka untuk } 1 \text{ m}^3 \text{ tiang beton, kebutuhan tulangannya} = \frac{1}{0,20} \times 31,06 = 155,30 \text{ kg}$$

$$\text{- Kawat beton : } 0,02 \times 155,30 = 3,106 \text{ kg}$$

Perhitungan kebutuhan beton untuk per m¹ tiang pancang :

Vol. tiang pancang - Vol. kosong

$$\left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \right\} - \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d - 2 \cdot t)^2 \cdot l \right\}$$

$$\left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \cdot 1 \right\} - \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,5 - 2 \cdot 0,09)^2 \cdot 1 \right\} = 0,12 \text{ m}^3$$

Pada proyek ini menggunakan tiang pancang ϕ 0.5 m, panjang tiang 30 m pada 60 titik, maka kebutuhan beton seluruhnya :

$$(0,12) \times (30) \times (60) = 216 \text{ m}^3$$

Tabel 5.3 Harga Kebutuhan Beton Bertulang Tiang Pancang dengan Analisa

BOW

No	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total Harga
1.	1 m ³ Beton Bertulang			
	0,820 m ³ batu split 2/3	Rp 100.000,00	Rp 82.000,00	
	0,540 m ³ pasir	Rp 70.000,00	Rp 37.800,00	
	340,0 kg semen <i>portland</i>	Rp 700,00	Rp 238.000,00	
	155,30 kg besi beton	Rp 5.200,00	Rp 807.560,00	
	3,106 kg kawat beton	Rp 9.000,00	Rp 27.954,00	
	0,400 m ³ kayu rawa / pinus	Rp 800.000,00	Rp 320.000,00	
	4,000 kg paku	Rp 8.000,00	Rp 32.000,00	
	15,54 tukang	Rp 24.000,00	Rp 372.960,00	
	3,779 kepala tukang	Rp 27.000,00	Rp 102.033,00	
	21,54 pekerja	Rp 16.000,00	Rp 344.640,00	
	0,400 mandor	Rp 24.000,00	Rp 9.600,00	
	Total			Rp 2.374.547,00

Sumber : Daftar Analisa dan Harga Satuan Pekerjaan, DPU. Sub Dinas Cipta

Karya Kabupaten Brebes.

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tiang Pancang :

1. Tiang pancang :

- a. Bentuk tiang : bulat
- b. Diameter tiang : 0,5 m
- c. Panjang tiang : 30 m
- d. Bahan : - batu split 2/3
- pasir
- semen *portland*
- besi beton
- kawat beton
- kayu rawa / pinus
- paku
- e. Tenaga : - tukang
- kepala tukang
- pekerja
- mandor

Biaya 1 m³ beton bertulang : Rp 2.374.547,00

Maka biaya yang diperlukan 1 buah tiang pancang :

$$\left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \right\} - \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (d - 2 \cdot t)^2 \cdot l \right\} \times L \times \text{biaya 1 m}^3 \text{ beton bertulang}$$

$$\left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \cdot 1 \right\} - \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,5 - 2 \cdot 0,09)^2 \cdot 1 \right\} \times 30 \times \text{Rp 2.374.547,00}$$

$$= \text{Rp 8.548.369,20}$$

$$\text{f. Jumlah : } 60 \text{ tiang} \times \text{Rp 8.548.369,20} = \text{Rp 512.902.152,00}$$

2. Pemasangan :

a. Sewa alat : Rp 196.871,20 / jam

b. Waktu :

- 1 hari pada proyek ini adalah 8 jam kerja

- 1 hari dapat dilakukan pemasangan sebanyak 5 tiang

Maka waktu yang diperlukan untuk pemasangan :

$$\frac{60 \text{ tiang}}{5 \text{ tiang / hari}} \times 8 \text{ jam / hari} = 96 \text{ jam}$$

Biaya sewa alat = 96 jam x Rp 196.871,20 / jam = Rp 18.899.635,20

c. Alat bantu : Rp 70.000,00 / tiang

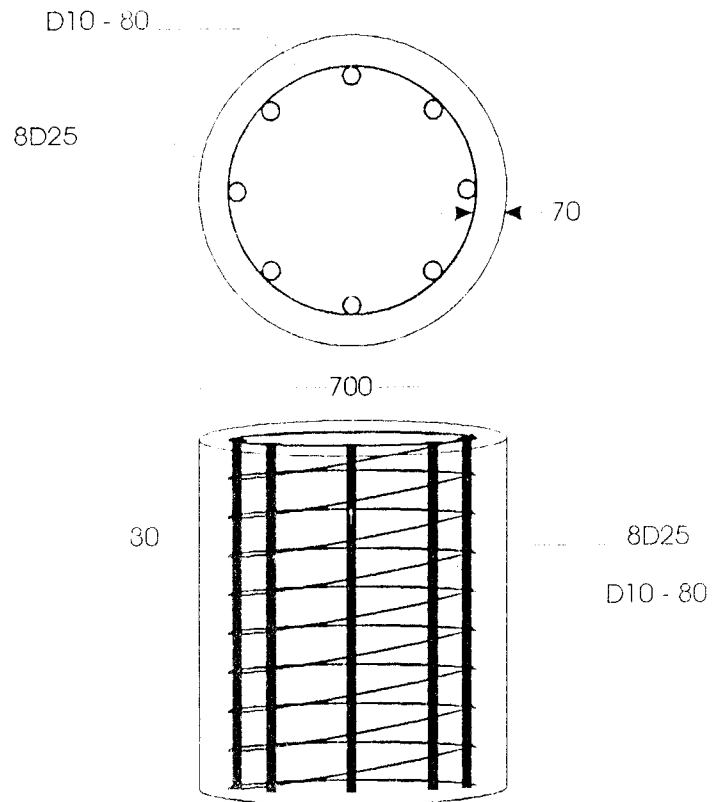
Maka biaya alat bantu = 60 tiang x Rp 70.000,00 / tiang = Rp 4.200.000,00

Total biaya tiang pancang :

= Rp 512.902.152,00 + Rp 18.899.635,20 + Rp 4.200.000,00

= Rp 536.001.787,20

5.6.2 Biaya Pekerjaan Pondasi Tiang Bor



Gambar 5.34. Tulangan pada Tiang Bor

$$P_t = P_u = \phi P_{n(\max)} = 674,927 \text{ ton} = 6619,009 \text{ kN}$$

$$\phi = 0,75 \text{ (tulangan spiral)}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$A_g = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 700^2 = 384845,1 \text{ mm}^2$$

$$\phi P_{n(\max)} = 0,85 \phi \{ 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \}$$

$$6619,009 = 0,85 (0,75) \{0,85.(30) (384845,1 - Ast) + 400.Ast\} (10^{-3})$$

$$6619,009 = 0,638.10^{-3} \{7360162,538 - 19,125.Ast + 400.Ast\}$$

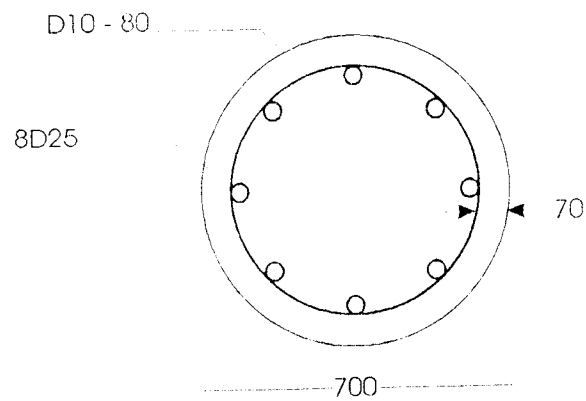
$$6619,009 = 0,638.10^{-3} (7360162,538 + 380,875.Ast)$$

$$6619,009 = 4695,784 + 0,243.Ast$$

$$790,978 = 0,243.Ast$$

$$Ast = 3255,054 \text{ mm}^2$$

maka diperlukan tulangan 8D25



Gambar 5.35. Tampak Atas Tulangan pada Tiang Bor

$$\begin{aligned} Ast_{\text{perlu}} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \cdot n \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 25^2 \cdot 8 \\ &= 3926,991 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Cek :

a. Rasio luas penulangan terhadap beton

$$\rho_g = \frac{Ast}{Ag}$$

$$= \frac{3926,991}{384845,1} = 0,0102 \quad ; \quad 0,01 < \rho_g = 0,0102 < 0,08 \text{ (aman)}$$

Dari tabel 5.11, untuk diameter inti tiang 560 mm penggunaan 8 batang tulangan baja D25 cukup memenuhi syarat.

b. Kuat tiang

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= 0,85 \phi \{ 0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st} \} \\ &= 0,85 (0,75) \{ 0,85 \cdot (30) (384845,1 - 3926,991) \\ &\quad + 400 \cdot 3926,991 \} (10^{-3}) \\ &= 6645,608 \text{ kN} > P_t = 6619,009 \text{ kN (aman)} \end{aligned}$$

Ternyata kuat tiang masih lebih besar dari beban total yang bekerja.

Dari tabel 5.11. untuk diameter inti tiang 560 mm digunakan diameter tulangan spiral D10.

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_c = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_c^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 560^2 = 246300,864 \text{ mm}^2$$

$$\rho_s = 0,45 \left(\frac{384845,1}{246300,864} - 1 \right) \frac{30}{400} = 0,0142$$

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

$$a_s = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d_b^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 78,540 \text{ mm}^2$$

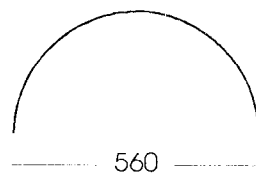
$$s = \frac{4a_s (D_c - d_b)}{D_c^2 \rho_s} = \frac{4 \cdot 78,540 (560 - 10)}{560^2 \cdot 0,0142} = 38,802 \text{ mm} \approx 80 \text{ mm}$$

Persyaratan detail penulangan spiral tercantum dalam SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.16.10 ayat 4, di mana diameter minimum batang adalah D10, dan umumnya tidak menggunakan lebih besar dari batang D16. Jarak spasi bersih spiral tidak boleh lebih dari 80 mm dan tidak kurang dari 25 mm.

Perhitungan kebutuhan tulangan per m¹ tiang bor, menggunakan besi beton ulir untuk tulangan pokok ϕ 25 mm dan untuk tulangan spiral ϕ 10 mm, sedangkan untuk 1 kg tulangan pokok dan tulangan spiral dibutuhkan kawat beton 0,02 kg (asumsi) :

$$- \text{ Tulangan pokok : } 8 \times 1 \times 3,850 = 30,80 \text{ kg}$$

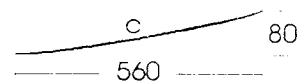
Pada tulangan spiral, keliling tulangan diasumsikan sebagai berikut :



Gambar 5.36. Ukuran Tulangan Spiral

$$p = \pi \cdot d \cdot \frac{1}{2}$$

$$= \pi \cdot 0,56 \cdot \frac{1}{2} = 0,88 \text{ m}$$



Gambar 5.37. Ukuran Tulangan Spiral Melingkar

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 0,56^2 + 0,08^2$$

$$c^2 = 0,32$$

$$c = \sqrt{0,32} = 0,57 \text{ m}$$

$$p = \pi \cdot d \cdot \frac{1}{2}$$

$$= \pi \cdot 0,57 \cdot \frac{1}{2} = 0,90 \text{ m}$$

Pada panjang tiang pancang 80 mm terdapat panjang spiral : $0,88 + 0,90 = 1,78 \text{ m}$

$$\text{Jumlah tulangan spiral per m}^1 \text{ tiang bor : } \frac{1000 \text{ mm}}{80 \text{ mm}} = 12,5$$

$$\text{- Tulangan spiral : } 12,5 \times 1,78 \times 0,622 = 13,84 \text{ kg}$$

$$\text{Jadi total tulangan per m}^1 \text{ tiang bor : } 30,80 + 13,84 = 44,64 \text{ kg}$$

Perhitungan kebutuhan tulangan pokok, tulangan spiral, dan kawat beton per m^3 tiang bor :

$$\text{Volume} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 1 = 0,39 \text{ m}^3$$

$$\text{maka untuk } 1 \text{ m}^3 \text{ tiang beton, kebutuhan tulangannya} = \frac{1}{0,39} \times 44,64 = 114,46 \text{ kg}$$

$$\text{- Kawat beton : } 0,02 \times 114,46 = 2,289 \text{ kg}$$

Perhitungan kebutuhan beton untuk per m^1 tiang bor :

Vol. tiang bor

$$= \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \right\}$$

$$= \left\{ \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,7^2 \cdot 1 \right\} = 0,39 \text{ m}^3$$

Pada proyek ini menggunakan tiang bor \varnothing 0.7 m. panjang 30 m pada 41 titik, maka kebutuhan beton seluruhnya :

$$(0,39) \times (30) \times (41) = 479,7 \text{ m}^3$$

Tabel 5.4 Harga Kebutuhan Beton Bertulang Tiang Bor dengan Analisa

BOW

No	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total Harga
1.	1 m ³ Beton Bertulang			
	0,820 m ³ batu split 2/3	Rp 100.000,00	Rp 82.000,00	
	0,540 m ³ pasir	Rp 70.000,00	Rp 37.800,00	
	340,0 kg semen <i>portland</i>	Rp 700,00	Rp 238.000,00	
	114,46 kg besi beton	Rp 5.200,00	Rp 595.192,00	
	2,289 kg kawat beton	Rp 9.000,00	Rp 20.601,00	
	0,450 m ³ kayu rawa / pinus	Rp 800.000,00	Rp 360.000,00	
	4,500 kg paku	Rp 8.000,00	Rp 36.000,00	
	13,02 tukang	Rp 24.000,00	Rp 312.480,00	
	2,944 kepala tukang	Rp 27.000,00	Rp 79.488,00	
	19,02 pekerja	Rp 16.000,00	Rp 304.320,00	
	0,400 mandor	Rp 24.000,00	Rp 9.600,00	
	Total			Rp 2.075.481,00

Sumber : Daftar Analisa dan Harga Satuan Pekerjaan, DPU, Sub Dinas Cipta

Karya Kabupaten Brebes.

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tiang Bor :

1. Galian tanah : volume : $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,7^2 \times 30 = 11,545 \text{ m}^3$

Harga galian tanah : Rp 12.600,00 / m³

Maka biaya untuk galian tanah = volume x harga galian tanah
 $= 11,545 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 12.600,00 / \text{m}^3$
 $= \text{Rp } 145.467,00$

Jumlah : 41 tiang x Rp 145.467,00 = Rp 5.964.147,00

2. Sewa alat : Rp 73.325,78 / jam

Waktu :

- 1 hari pada proyek ini adalah 8 jam kerja
- 1 hari dapat dilakukan pengecoran sebanyak 2 tiang

Maka waktu yang diperlukan untuk pengecoran :

$$\frac{41 \text{ tiang}}{2 \text{ tiang / hari}} \times 8 \text{ jam / hari} = 164 \text{ jam}$$

Biaya sewa alat = 164 jam x Rp 73.325,78 / jam = Rp 12.025.427,92

3. Casing :

Harga sewa : Rp 40.000,00 / hari

Maka waktu yang diperlukan : $\frac{41 \text{ casing}}{2 \text{ casing / hari}} = 20,5 \text{ hari}$

Biaya sewa : 20,5 hari x Rp 40.000,00 / hari = Rp 820.000,00

4. Beton bertulang :

Bahan : - batu split 2/3
 - pasir
 - semen *portland*
 - besi beton
 - kawat beton
 - kayu rawa / pinus
 - paku

Tenaga : - tukang
 - kepala tukang
 - pekerja
 - mandor

Biaya 1 m³ beton bertulang : Rp 2.075.481,00

Maka biaya yang diperlukan 1 buah tiang bor :

$$\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times L \times \text{biaya 1 m}^3 \text{ beton bertulang}$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 0,7^2 \times 30 \times \text{Rp}2.075.481,00 = \text{Rp} 23.962.160,79$$

Jumlah : 41 buah = 41 x Rp 23.962.160,79 = Rp 982.448.592,40

Total biaya tiang bor :

= Rp 5.964.147,00 + Rp 12.025.427,92 + Rp 820.000,00 +

Rp 982.448.592,40

= Rp 1.001.258.167,00

Tabel 5.5 Perbandingan Biaya Tiang Pancang dan Tiang Bor

Jenis Tiang	Jml. Tiang	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total Harga
<u>Tiang Pancang :</u>				
BM I (<i>Abutment</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
BM IV(<i>Abutment</i>)	12	Rp 8.933.363,12	Rp 107.200.357,40	
BM II (<i>Pier</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
SM III (<i>Pier</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
Total				Rp 536.001.787,20
<u>Tiang Bor :</u>				
BM I (<i>Abutment</i>)	11	Rp 24.420.930,90	Rp 268.630.239,90	
BM IV(<i>Abutment</i>)	8	Rp 24.420.930,90	Rp 195.367.447,20	
BM II (<i>Pier</i>)	11	Rp 24.420.930,90	Rp 268.630.239,90	
SM III (<i>Pier</i>)	11	Rp 24.420.930,90	Rp 268.630.239,90	
Total				Rp 1.001.258.167,00

Dari hasil perbandingan biaya yang dihasilkan antara tiang pancang diameter 50 cm dan tiang bor diameter 70 cm, didapatkan perbedaan selisih biaya yang cukup besar yaitu pada tiang pancang Rp 536.001.787,20 dan tiang bor Rp 1.001.258.167,00. Alternatif lain untuk mendapatkan biaya tiang bor yang lebih mendekati biaya pada tiang pancang dengan menggunakan tiang bor diameter 50 cm. Adapun hasil dari perhitungan kapasitas dukung tiang bor diameter 50 cm dapat ditabelkan seperti di bawah ini :

Tabel 5.6 Hasil Analisa Kapasitas Dukung Tiang Pancang dan Tiang Bor dengan Diameter 50 cm

No.	Titik Pondasi	Tiang Pancang						Tiang Bor					
		ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)	ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)		
1.	BMI <i>Abutment</i>	50	16	593,049	820,398	0,1863	50	16	593,049	879,536	0,2381		
2.	BMIV <i>Abutment</i>	50	12	514,453	721,249	0,1860	50	12	514,453	802,404	0,2211		
3.	BMII <i>Pier</i>	50	16	530,265	915,812	0,1855	50	16	530,265	917,296	0,2206		
4.	SMIII <i>Pier</i>	50	16	530,265	1000,063	0,1781	50	16	530,265	1019,648	0,2253		

Keterangan :

ϕ : diameter tiang

n : jumlah tiang

P_{total} : beban total

Q_{pg} : kapasitas dukung kelompok tiang

S_{pg} : penurunan kelompok tiang

Tabel 5.7 Perbandingan Biaya Tiang Pancang dan Tiang Bor Diameter 50 cm

Jenis Tiang	Jml. Tiang	Harga Satuan	Jumlah Harga	Total Harga
<u>Tiang Pancang :</u>				
BM I (<i>Abutment</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
BM IV(<i>Abutment</i>)	12	Rp 8.933.363,12	Rp 107.200.357,40	
BM II (<i>Pier</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
SM III (<i>Pier</i>)	16	Rp 8.933.363,12	Rp 142.933.809,90	
Total				Rp 536.001.787,20
<u>Tiang Bor :</u>				
BM I (<i>Abutment</i>)	16	Rp 14.374.753,52	Rp 229.996.056,30	
BM IV(<i>Abutment</i>)	12	Rp 14.374.753,52	Rp 172.497.042,20	
BM II (<i>Pier</i>)	16	Rp 14.374.753,52	Rp 229.996.056,30	
SM III (<i>Pier</i>)	16	Rp 14.374.753,52	Rp 229.996.056,30	
Total				Rp 862.485.211,20

BAB VI

PEMBAHASAN

6.1 Umum

Dalam perencanaan struktur pondasi suatu bangunan masalah pembebanan memegang peranan penting, oleh karena itu dituntut ketelitian dalam perhitungan. Kesalahan dalam mengasumsikan pembebanan akan mengakibatkan kerusakan, bahkan kegagalan kapasitas dukung pondasi.

Besarnya kapasitas dukung pondasi tergantung pada daya kelekatan antara struktur pondasi dengan lapisan tanah. Kedalaman pondasi juga ikut berpengaruh terhadap kapasitas dukung pondasi dalam menahan beban.

Penurunan yang terjadi tergantung pada beban yang ditekan oleh pondasi dan parameter tanah tempat pondasi tersebut berada. Namun diameter tiang juga ikut berpengaruh terhadap terjadinya penurunan pondasi.

Kapasitas dukung tiang dan penurunan merupakan parameter besarnya beban yang dapat dipikul oleh pondasi. Analisis kapasitas dukung tiang dan penurunan dilakukan dengan memperhatikan data tanah, beban rencana, dimensi tiang dan *pile cap*, jarak antar tiang, kedalaman pondasi dan data pendukung lainnya seperti mutu bahan.

6.2 Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor

No.	Titik Pondasi	Tiang Pancang					Tiang Bor				
		ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)	ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pg} (ton)	S_{pg} (m)
1.	BM I	50	16	593,049	820,398	0,1863	70	11	674,927	894,741	0,1851
2.	BM IV	50	12	514,453	721,249	0,1860	70	8	568,645	790,400	0,1781
3.	BM II	50	16	530,265	915,812	0,1855	70	11	612,143	932,932	0,1715
4.	SM III	50	16	530,265	1000,063	0,1781	70	11	612,143	1049,136	0,1750

Hasil analisa di atas menunjukkan bahwa kapasitas dukung yang dihasilkan tiang pancang dan tiang bor tidak berbeda jauh. Begitu pula dengan penurunan yang dihasilkan antara tiang pancang dan tiang bor.

Perbandingan kapasitas dukung dan penurunan pondasi antara pondasi tiang pancang dan tiang bor dapat diterangkan sebagai berikut :

Titik pondasi BM I

Pada tiang bor dengan beban total yang lebih besar dari tiang pancang didapatkan kapasitas dukung pondasi yang lebih besar. Kapasitas dukung pondasi yang terjadi pada tiang bor dipengaruhi oleh diameter tiang.

Titik pondasi BM IV

Hal yang sama terjadi pada BM IV, dimana kapasitas dukung pondasi yang dihasilkan tiang bor lebih besar dari tiang pancang. Penurunan yang terjadi pada tiang bor lebih kecil dari pada tiang pancang. Hal ini dipengaruhi jumlah tiang yang digunakan pada tiang bor lebih sedikit.

Titik pondasi BM II

Pada titik pondasi BM II, kapasitas dukung pondasi tiang bor lebih besar dari tiang pancang. Pada pondasi tiang pancang dengan jumlah tiang yang lebih banyak dari tiang bor, dihasilkan penurunan yang lebih besar.

Titik pondasi SM III

Tiang bor pada SM III mempunyai kapasitas dukung pondasi yang lebih besar dari pada tiang pancang. Hal ini dipengaruhi diameter tiang pada tiang bor lebih besar. Penurunan yang terjadi pada tiang pancang lebih besar dari tiang bor.

Pengamatan Staniford (1915) pada tiang dengan tipe tiang gesek (*friction pile*) yang terletak pada tanah lempung, menunjukkan bahwa pada beban kelompok tiang dan jumlah tiang yang lebih banyak, akan menghasilkan penurunan yang lebih besar. Hal ini terjadi pada pondasi tiang pancang, dimana dengan jumlah tiang yang lebih banyak dari tiang bor dihasilkan penurunan kelompok yang lebih besar.

6.3 Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor Diameter 50 cm

No.	Titik Pondasi	Tiang Pancang					Tiang Bor				
		ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pb} (ton)	S_{pb} (m)	ϕ (cm)	n (tiang)	P_{total} (ton)	Q_{pb} (ton)	S_{pb} (m)
1.	BMI	50	16	593,049	820,398	0,1863	50	16	593,049	879,536	0,2381
2.	BMIV	50	12	514,453	721,249	0,1860	50	12	514,453	802,404	0,2211
3.	BMII	50	16	530,265	915,812	0,1855	50	16	530,265	917,296	0,2206
4.	SMIII	50	16	530,265	1000,063	0,1781	50	16	530,265	1019,648	0,2253

Dari hasil perbandingan kapasitas dukung tiang pancang dan tiang bor dengan diameter 50 cm, kapasitas dukung tiang bor lebih besar dari tiang

pancang, tetapi penurunan yang terjadi pada tiang pancang lebih kecil dari tiang bor.

6.4 Hasil analisa biaya

Dari perhitungan biaya tiang pancang \varnothing 50 cm dan tiang bor \varnothing 70 cm pada bab sebelumnya dapat diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan :

1. Untuk pondasi tiang pancang dengan diameter 50 cm dengan jumlah tiang yang diperlukan 60 tiang, membutuhkan biaya sebesar Rp. 536.001.787,20
2. Untuk pondasi tiang bor dengan diameter 70 cm dengan jumlah tiang yang diperlukan 41 tiang, membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.001.258.167,00

Maka selisih yang didapatkan dari hasil perbandingan antara biaya pekerjaan tiang pancang dan tiang bor sebesar Rp. 465.256.379,80

Perbedaan selisih biaya yang terlalu besar antara tiang pancang \varnothing 50 cm dan tiang bor \varnothing 70 cm memberikan gambaran bahwa tiang bor dengan diameter yang lebih besar dari tiang pancang akan didapatkan biaya yang lebih besar. Maka untuk lebih menekan biaya pada tiang bor, diameter dan jumlah tiang yang digunakan pada tiang bor dibuat sama dengan tiang pancang. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan biaya yang lebih efisien dan tidak terlalu mahal.

Dari perhitungan biaya tiang pancang dan tiang bor \varnothing 50 cm yang terdapat pada lampiran dapat diketahui bahwa biaya yang dibutuhkan :

1. Untuk pondasi tiang pancang dengan diameter 50 cm dengan jumlah tiang yang diperlukan 60 tiang, membutuhkan biaya sebesar Rp. 536.001.787,20
2. Untuk pondasi tiang bor dengan diameter 50 cm dengan jumlah tiang yang diperlukan 60 tiang, membutuhkan biaya sebesar Rp 862.485.211,20

Maka selisih yang didapatkan dari hasil perbandingan antara biaya pekerjaan tiang pancang dan tiang bor \varnothing 50 cm sebesar Rp. 326.483.424,00

Hal ini menunjukkan biaya pada tiang bor masih terlalu mahal dibandingkan dengan tiang pancang. Selain diameter tiang, kedalaman tiang bor sangat berpengaruh terhadap tingkat kesulitan dalam pengeboran. Dengan tingkat kesulitan yang tinggi akan berpengaruh terhadap lama pengerjaan dari pengeboran tiang bor. Lama pengerjaan pengeboran akan menimbulkan biaya sewa alat dan tenaga akan bertambah. Pelaksanaan pengeboran juga mempengaruhi kondisi dasar lubang yang dibuat. Hal ini, mengakibatkan pelunakan dan gangguan tanah lempung di dasar lubang, yang berakibat menambah besarnya penurunan.

Pemancangan tiang pancang dalam tanah kohesif (lempung dan lanau), biasanya akan mengakibatkan kenaikan permukaan tanah di sekitar tiang. Deformasi akibat pemancangan dapat mempengaruhi struktur di dekatnya dan dapat mengakibatkan tiang yang dipancang lebih dahulu terangkat ke atas akibat pemancangan tiang sesudahnya. Dalam kondisi ini, pemancangan ulang dibutuhkan dan mungkin dapat dipertimbangkan untuk menggantinya dengan jenis tiang bor. Dari segi lingkungan, pemancangan tiang pancang lebih

menimbulkan getaran, suara berisik, dan retaknya bangunan yang ada di sekitarnya.

Dengan merinci dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa pondasi tiang pancang dengan diameter 50 cm dan jumlah 60 tiang merupakan pemilihan pondasi yang paling tepat untuk diterapkan pada proyek jembatan Gangsa Tegal. Hal ini bisa dilihat dari segi biaya, dimana biaya tiang pancang lebih murah dari tiang bor baik diameter 70 cm maupun 50 cm. Dari kapasitas dukung, kapasitas dukung yang dihasilkan antara tiang pancang dan tiang bor tidak berbeda jauh. Dan juga penurunan yang terjadi pada tiang bor lebih besar dari tiang pancang terutama dengan diameter dan jumlah tiang yang sama. Dari segi pelaksanaan tiang pancang lebih mudah dari tiang bor.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini :

1. Kapasitas dukung pondasi tiang bor baik yang berdiameter 70 cm maupun 50 cm relatif lebih besar dari tiang pancang diameter 50 cm.
2. Penurunan pondasi tiang pancang diameter 50 cm lebih besar dari tiang bor diameter 70 cm hal ini dipengaruhi oleh jumlah tiang yang lebih banyak pada tiang pancang.
3. Tetapi penurunan yang terjadi pada pondasi tiang pancang dan tiang bor dengan diameter dan jumlah tiang yang sama, didapatkan penurunan yang lebih besar terjadi pada tiang bor. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi dasar lubang yang dibuat pada saat pengeboran yang mengakibatkan pelunakan dan gangguan tanah lempung di dasar lubang, yang berakibat menambah besarnya penurunan.
4. Dari segi biaya, pondasi tiang bor dengan diameter 70 cm maupun 50 cm jauh lebih mahal dibanding tiang pancang diameter 50 cm. Hal ini dipengaruhi biaya material beton bertulang dan pelaksanaan yang sulit pada tiang bor mengakibatkan lamanya waktu pengerjaan pengeboran dan pengecoran.

5. Dari segi lingkungan, pemancangan pondasi tiang pancang lebih menimbulkan suara bising, getaran, dan retak yang ditimbulkan pada bangunan sekitarnya.

7.2 Saran

Melihat dari hasil analisa pondasi tiang pancang dan tiang bor yang dilaksanakan pada proyek Jembatan Gangsa, sebaiknya pondasi tiang pancang digunakan pada proyek tersebut. Hal ini dikarenakan dari segi biaya pondasi tiang pancang jauh lebih murah dari tiang bor. Dari segi waktu dan pelaksanaan, tiang pancang lebih mudah dilaksanakan dan tidak memerlukan waktu yang lama dari pada tiang bor. Tetapi dari segi lingkungan, pemancangan tiang pancang dapat menimbulkan suara bising dan getaran pada daerah sekitarnya, karena di sekitar lokasi proyek terdapat perumahan penduduk dan fasilitas umum seperti puskesmas pembantu dan pom bensin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bowles, Joseph E., **ANALISIS DAN DESAIN PONDASI**, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta
2. Das, Braja M., Mochtar, Noor E., dan Mochtar, Indra S.B., 1994, **MEKANIKA TANAH (PRINSIP-PRINSIP REKAYASA GEOTEKNIS)**, Jilid 2, Penerbit Erlangga, Jakarta
3. Purwanto, Edy, 2002, **DIKTAT MATERI KULIAH PONDASI DALAM (DEEP FOUNDATION)**, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
4. Hardiyatmo, Hary C., 2001, **TEKNIK PONDASI II**, Edisi ke 1, Yogyakarta
5. Tomlinson, M.J., 1977, **PILE DESIGN AND CONSTRUCTION PRACTICE**, A Viewpoint Publication, London
6. Departemen Pekerjaan Umum, 1987, **PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN JEMBATAN JALAN RAYA**, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta
7. Coduto, Donald P., 1994, **FOUNDATION DESIGN : PRINCIPLES AND PRACTICES**, Prentice Hall International, New Jersey
8. Ashworth, Allan, 1994, **PERENCANAAN BIAYA BANGUNAN**, PT. Gramedia, Jakarta
9. Niron, John W., 1992, **RENCANA ANGGARAN BIAYA BANGUNAN**, CV. Asona, Jakarta

10. Badarudin, dan Yuska H., 1997. **STUDI KOMPARASI KAPASITAS DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG DENGAN METODE T-Z DAN METODE TERZAGHI**. Yogyakarta
11. Aziz S., dan Bagus M., 1998. **ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG DENGAN PEMBESARAN UJUNG BAWAH DAN SELIMUT PASIR PADA TANAH LEMPUNG**. Yogyakarta
12. Rifani, Muhammad A., dan Dian P., 1997. **ANALISIS PENGARUH FORMASI TIANG PANCANG KELOMPOK BETON *CAST IN PLACE* PADA TANAH LUNAK TERHADAP KEMAMPUAN DAYA DUKUNG**. Yogyakarta
13. Aje, Jalu S., dan Fuad, Dadang N., 2000. **ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI METODE TIANG PANCANG KELOMPOK MINI FRANKI MF-32 DAN METODE STATIS**. Yogyakarta
14. Budi S., dan Yudi A., 1997. **PONDASI DALAM *CAST IN PLACE* PADA TANAH LEMPUNG LUNAK (*SOFT CLAY*) DI DAERAH TELANG-SALEH, SUMATERA SELATAN DENGAN METODE STATIS**. Yogyakarta
15. Aboe, A. Kadir, 2000. **STRUKTUR BETON - I**. Yogyakarta
16. Dinas Pekerjaan Umum, 2003. **DAFTAR ANALISA DAN HARGA SATUAN PEKERJAAN**. Sub Dinas Cipta Karya, Brebes
17. Dipohusodo, Istimawan, 1994. **STRUKTUR BETON BERTULANG**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta

18. Ferguson, Phil M. 1986. **DASAR-DASAR BETON BERTULANG**, Penerbit Erlangga, Jakarta
19. Nawi, Edward G. 1998. **BETON BERTULANG SUATU PENDEKATAN DASAR**, Penerbit PT. Refika Aditama, Bandung
20. Sardjono, 1988. **PONDASI TIANG PANCANG**, Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO.	N A M A	NO. MHS.	BID.STUDI
1	Adit Tiyanan	97511052	Teknik Sipil
2	Fahmi Amruzi	97511063	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR :

.....*Analisa biaya dan daya dukung pada pondasi tiang (Studi kasus pada*
*proyek pembangunan jembatan sungai-gangsa, Tegat - Jawa Tengah*.....

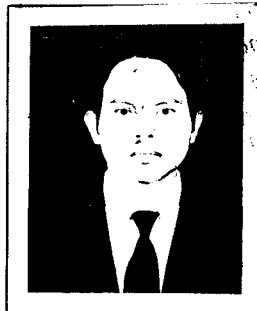
PERIODE III : MARET - AGUSTUS

TAHUN : 2002 / 2003

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Mar.	Apr.	Mei.	Jun.	Jul.	Aug.
1.	Pendaftaran	■					
2.	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3.	Pembuatan Proposal		■				
4.	Seminar Proposal		■	■			
5.	Konsultasi Penyusunan TA.			■	■	■	
6.	Sidang-Sidang					■	■
7.	Pendadaran.						■

DOSEN PEMBIMBING I : ..Ir. H. Faisal AM., MS.

DOSEN PEMBIMBING II : ..DR. Ir. Edy Purwanto, Ces, DEA.



Yogyakarta, 02 Agustus 2003
 a.n. Dekan,

 (.....Ir. H. Munadhir, MS.....)


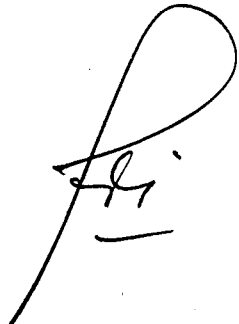

Catatan.

Seminar :


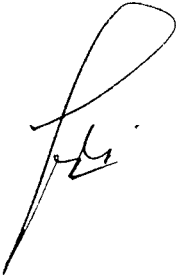

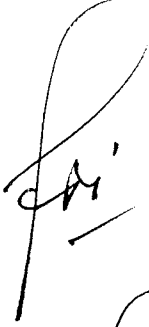
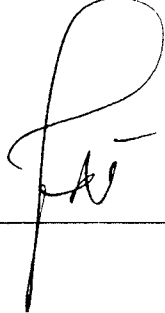
Sidang :

Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR


NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	12/03 - '04	<ul style="list-style-type: none"> - Tambahkan teori di bag. Landasan Teori tentang analisis harga pasar Tiang - Tambahkan penyeder & uraian tentang analisis Biaya 	
	1/04	<ul style="list-style-type: none"> - Konsultasi ke DP. I Bp. Faesol tentang Bagian financial 	
	3/04	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki flow chart metode penelitian → comparison - Perbaiki tabel Panduan → tulis ulang dan susun kembali - Revisi Panduan dan Nomor lampiran & variabel biaya - Pembahasan → hasil analisis dan kaitannya teori/lampiran 	
	18/04	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki hasil analisis - Pembahasan - kaitannya 	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	23/04 /4	Perbaikan PC-bahan - Restorasi ^{hasil analisis} korosi/pustaka/ kapsula → kebuh taya ke dalam. Dapat diproses video.	
	19/04 /06	- Perbaiki kutipan daya dukung tibat kelengkapan (di buat Mendeckati 8000 antara 2 jenis penda - 800)	
	22/04 /6	Analisis PC-bahan di p0 taya dan komposisi di korosi/kapsula. Diproses pendataan see untuk Sidang Pankadaku Cba kutip bsla & ting baa = 500 see untuk di jilid, fupi keanu Op-Faisal	  

02/04
/09

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	3/04 /A	revisi perbaikan jurnal	

➤ Contoh Perhitungan Kapasitas Dukung Tiang Bor pada BM 1 dengan Diameter 50 cm

I. Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

A. Kapasitas Dukung Ujung Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung ujung tiang digunakan persamaan 3.23,

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot 9 \cdot c_u$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0.5^2 = 0.1963 \text{ m}^2$$

$$q_p = 213 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = 0.385 \cdot 213 = 41.812 \text{ ton}$$

B. Kapasitas Dukung Selimut Tiang pada Pondasi Tiang Bor

Untuk perhitungan kapasitas dukung selimut tiang digunakan persamaan 3.25,

$$Q_s = \sum A_s \cdot f_s$$

$$f_s = \alpha \cdot c_u$$

dengan :

$$A_s = p \cdot \Delta L$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0.5 = 1.571 \text{ m}$$

1). Kedalaman 2.73 – 10 m. lempung kepasiran berwarna coklat kehitaman dengan nilai $f_{s1} = 2.8 \text{ ton/m}^2$.

$$A_{s1} = p \cdot \Delta L_1$$

$$= 1.571 \cdot 7.27 = 12.568 \text{ m}^2$$

$$f_{s1} = 2.8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s1} = A_{s1} \cdot f_{s1}$$

$$= 12.568 \cdot 2.8 = 35.190 \text{ ton}$$

2). Kedalaman 10 - 19,5 m. lempung kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai $f_{s2} = 6.6 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s2} = p \cdot \Delta L_2$$

$$= 1.571 \cdot 9.5 = 14.925 \text{ m}^2$$

$$f_{s2} = 6.6 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_{s2}$$

$$= 14.925 \cdot 6.6 = 99.505 \text{ ton}$$

3). Kedalaman 19.5 - 22 m. lempung kelanauan berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai $f_{s3} = 6.8 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s3} = p \cdot \Delta L_3$$

$$= 1.571 \cdot 2.5 = 3.928 \text{ m}^2$$

$$f_{s3} = 6.8 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_{s3}$$

$$= 3.928 \cdot 6.8 = 26.710 \text{ ton}$$

4). Kedalaman 22 - 32.73 m. lempung kaku berwarna abu-abu dengan nilai $f_{s4} = 5.7 \text{ ton/m}^2$

$$A_{s4} = p \cdot \Delta L_4$$

$$= 1.571 \cdot 10.73 = 17.592 \text{ m}^2$$

$$f_{s4} = 5.7 \text{ ton/m}^2$$

$$Q_{s4} = A_{s4} \cdot f_{s4}$$

$$= 17.592 \cdot 5.7 = 71.638 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{s,\text{total}} &= Q_{s,1} + Q_{s,2} + Q_{s,3} + Q_{s,4} \\
 &= 35.190 + 99.505 + 26.710 + 71.638 = 233.043 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

C. Kapasitas Dukung Ultimit Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ultimit tiang digunakan persamaan 3.27.

$$\begin{aligned}
 Q_u &= Q_p + Q_s \\
 &= 41.812 + 233.043 = 274.855 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

D. Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung ijin tiang digunakan persamaan 3.28.

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
 &= \frac{274.855}{5} = 54.971 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$SF : 5$$

2. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk perhitungan jumlah tiang digunakan persamaan 3.29.

$$\begin{aligned}
 \text{jumlah tiang} &= \frac{P}{Q_a} \\
 &= \frac{334.100}{54.971} = 6.078 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama (*trial and error*) seperti pada perhitungan-perhitungan sebelumnya maka didapatkan perhitungan jumlah tiang pada BM I. digunakan 16 tiang :

➤ Dicoba 16 tiang.

Beban-beban di atas kelompok tiang :

- beban aksial kolom (P) = 334.100 ton

- berat tanah di atas *pile cap* (W_{tanah}) = $4,8 \times 2,03 \times 1,33 \times 1,8 = 23,33$ ton

- berat tiang (W_{tiang}) = $11 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2\right) \times 30 \times 2,5 = 235,619$ ton

Beban total (P_t) = $334.100 + 23,33 + 235,619 = 593,049$ ton

Maka jumlah tiang (n) = $\frac{P_t}{Q_u} = \frac{593,049}{54,971} = 10,788 \leq 16$ tiang (aman)

- Kapasitas dukung kelompok tiang

Untuk perhitungan kapasitas dukung kelompok tiang digunakan persamaan 3.32.

$$\begin{aligned} Q_{pg} &= n \cdot Q_u \\ &= 16 \cdot 54,971 = 879,536 \text{ ton} > P_t = 593,049 \text{ ton (aman)} \end{aligned}$$

A. Beban yang Diterima Satu Tiang. digunakan rumus seperti pada persamaan 3.33.

$$P_{\text{max}} = \frac{P_t}{n} \pm \frac{M_y \cdot x_{\text{max}}}{n_y \cdot \sum x^2} \pm \frac{M_x \cdot y_{\text{max}}}{n_x \cdot \sum y^2}$$

dengan :

$$\begin{aligned} M_x &= P \cdot n^* \cdot y = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n^* \cdot y \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 4 \cdot 1,5 = 88,357 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= P \cdot n^* \cdot x = \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot l \cdot \text{BJ Beton}\right) \cdot n^* \cdot x \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,5^2 \cdot 30 \cdot 2,5\right) \cdot 4 \cdot 1,9 = 111,919 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$n_y \cdot \sum x^2 = (4 \cdot (-1,9)^2) + (4 \cdot (-0,63)^2) + (4 \cdot (0,63)^2) + (3 \cdot (1,9)^2)$$

$$32,055$$

$$u_x = \sum y^2 = (4 \cdot (-1,5)^2) + (4 \cdot (-0,5)^2) + (4 \cdot (0,5)^2) + (4 \cdot (1,5)^2) = 20$$

maka :

$$P_{\max} = \frac{593,049}{16} + \frac{111,9191,9}{32,055} + \frac{88,3571,5}{20} = 50,326 \text{ ton}$$

$$P_{\max} = 50,326 \text{ ton} < 54,971 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

$$P_{\min} = \frac{593,049}{16} - \frac{111,9191,9}{32,055} - \frac{88,3571,5}{20} = 23,805 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = 23,805 \text{ ton} < 54,971 \text{ ton} \rightarrow (\text{aman})$$

B. Penurunan Pondasi Tiang

a. Penurunan tiang tunggal

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode semi empiris digunakan persamaan 3.36.

1. metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{(41,812 + 0,5 \cdot 233,043) \cdot 30}{0,1963 \cdot (2 \cdot 10^9)} = 0,0121 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{d \cdot q_p}$$

$$= \frac{0,03 \cdot 41,812}{0,5 \cdot 213} = 0,0118 \text{ m}$$

$$I_{ws} = 2 \cdot 0,35 \sqrt{\frac{L}{d}}$$

$$= 2 \cdot 0,35 \sqrt{\frac{30}{0,5}} = 4,711$$

$$S_{ps} = \left(\frac{P_1}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{d}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{ws}$$

$$= \left(\frac{593,049}{1,571,30} \right) \cdot \frac{0,5}{400} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 4,711 = 0,0674 \text{ m}$$

$$S = S_s + S_p + S_{ps} = 0,0121 + 0,0118 + 0,0674 = 0,0913 \text{ m}$$

2. metode empiris

Untuk perhitungan penurunan tiang tunggal metode empiris digunakan persamaan 3.41.

$$S = \frac{d}{100} + \frac{Q_u \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$= \frac{0,5}{100} + \frac{274,855,30}{0,1963 \cdot (2 \cdot 10^6)} = 0,026 \text{ m}$$

b. Penurunan kelompok tiang

Untuk perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan persamaan 3.42.

Metode Vesic :

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{d}}$$

$$= 0,0913 \sqrt{\frac{3,4}{0,5}} = 0,2381 \text{ m}$$

RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tiang Bor ø 50 cm :

1. Galian tanah : volume : $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,5^2 \times 30 = 5,890 \text{ m}^3$

Harga galian tanah : Rp 12.600,00 / m³

Maka biaya untuk galian tanah = volume x harga galian tanah
 $= 5,890 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 12.600,00 / \text{m}^3$
 $= \text{Rp } 74.214,00$

Jumlah : 60 tiang x Rp 74.214,00 = Rp 4.452.840,00

2. Sewa alat : Rp 73.325,78 / jam

Waktu :

- 1 hari pada proyek ini adalah 8 jam kerja

- 1 hari dapat dilakukan pengecoran sebanyak 2 tiang

Maka waktu yang diperlukan untuk pengecoran :

$$\frac{60 \text{ tiang}}{2 \text{ tiang / hari}} \times 8 \text{ jam / hari} = 240 \text{ jam}$$

Biaya sewa alat = 240 jam x Rp 73.325,78 / jam = Rp 17.598.187,20

3. Casing :

Harga sewa : Rp 40.000,00 / hari

Maka waktu yang diperlukan : $\frac{60 \text{ casing}}{2 \text{ casing / hari}} = 30 \text{ hari}$

Biaya sewa : 30 hari x Rp 40.000,00 / hari = Rp 1.200.000,00

4. Beton bertulang :

Bahan : - batu split 2:3
- pasir
- semen *portland*
- besi beton
- kawat beton
- kayu rawa / pinus
- paku

Tenaga : - tukang
- kepala tukang
- pekerja
- mandor

Biaya 1 m³ beton bertulang : Rp 2.374.547,00

Maka biaya yang diperlukan 1 buah tiang bor :

$$\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times L \times \text{biaya 1 m}^3 \text{ beton bertulang}$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 0,5^2 \times 30 \times \text{Rp } 2.374.547,00 = \text{Rp } 13.987.236,40$$

Jumlah : 60 buah = 60 x Rp 13.987.236,40 = Rp 839.234.184,00

Total biaya tiang bor :

= Rp 4.452.840,00 + Rp 17.598.187,20 + Rp 1.200.000,00 +

Rp 839.234.184,00

= Rp 862.485.211,20

Tabel Baja – Tulangan

Baja - Tulangan		Diameter nominal (mm)	Luas Penampang nominal (mm ²)	Berat nominal (kg/m ¹)
Polos	<i>Deform</i>			
6	6	6.00	28.3	0,222
7	7	7.00	38.5	0,309
8	8	8.00	50.3	0,396
10	10	10.00	78.5	0,622
12	12	12.00	113.1	0,888
16	16	16.00	201.1	1,580
18	18	18.00	254.5	2,000
19	19	19.00	283.5	2,230
20	20	20.00	314.2	2,470
22	22	22.00	380.1	2,980
25	25	25.00	490.9	3,850
28	28	28.00	615.7	4,830
	29	29.00	660.5	5,190
32	32	32.00	804.3	6,310
	36	36.00	1.017,9	7,990
	40	40.00	1.256.5	9,870
	50	50.00	1.963.5	15.400

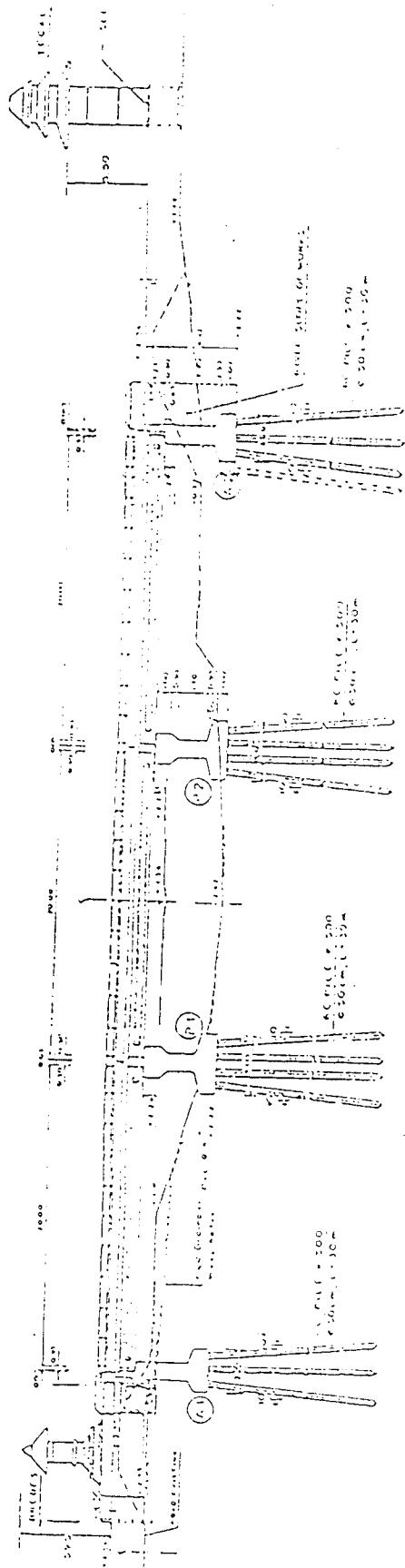
Sumber : Struktur Beton I, Kadir Aboe.

Tabel Jumlah Maksimum Batang Tulangan Dalam Satu Baris

Penulangan Kolom

Diameter Tulangan Spiral / Sengkang	Lebar Inti : kolom - 2(selimut)	Luas Penampang Inti (Lingkaran) (mm ²)	JUMLAH BATANG									
			Diameter Tulangan Pokok									
			16	18	19	20	22	25	28	29	32	36
D10	220	38013	8	8	7	7	7	6	6	-	-	-
	240	45139	9	8	8	8	7	7	6	6	6	-
	260	53093	10	9	9	9	8	7	7	7	6	6
	280	61575	11	10	10	9	9	8	8	7	7	6
	300	70686	12	11	11	10	10	9	8	8	7	7
	320	80425	12	12	11	11	10	10	9	9	8	7
	340	90792	13	13	12	12	11	10	9	9	9	8
	360	101788	14	13	13	13	12	11	10	10	9	8
	380	113411	15	14	14	13	13	12	11	11	10	9
D12	400	125664	16	15	14	14	13	12	11	11	10	9
	420	138544	17	16	15	15	14	13	12	12	11	10
	440	152053	18	16	16	16	15	14	13	12	11	11
	460	166190	18	17	17	16	15	14	13	13	12	11
	480	180956	19	18	18	17	16	15	14	14	13	12
	500	196350	20	19	18	18	17	16	15	14	13	12
	520	212372	21	20	19	19	18	16	15	15	14	13
	540	229022	22	21	20	19	18	17	16	16	15	13
	560	246300	23	21	21	20	19	18	17	16	15	14
D13	580	264208	24	22	22	21	20	18	17	17	16	14
	600	282473	24	23	23	22	21	19	18	17	16	15
	620	301907	25	24	23	23	21	20	18	18	17	16
	640	321699	26	25	24	23	22	21	19	19	17	16
	660	342119	27	25	25	24	23	21	20	19	18	17
	680	363168	28	26	26	25	24	22	20	20	19	17
		700	384845	29	27	26	26	24	23	21	21	19

Sumber : Struktur Beton Bertulang, Istimawan Dipohusodo.



Gambar Jembatan Gangsa Tegal - Brebes tampak samping

DAFTAR

ANALISA

DAN

HARGA SATUAN PEKERJAAN

(DIBORONGKAN)

DINAS PEKERJAAN UMUM KABUPATEN
SUB DINAS CIPTA KARYA

TAHUN 2003

DINAS PEKERJAAN UMUM
KABUPATEN BREBES

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN
TAHUN ANGGARAN 2003

NO.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	HARGA SATUAN	SATUAN
1	2	3	Rp.	5
1	Galian tanah	A.1.	12.000,00	M3
2	Urugan tanah dipadatkan	A.16	4.240,00	M3
3	Urugan tanah	A.18.t	59.040,00	M3
4	Urugan pasir	A.18.	63.040,00	M3
5	Urugan sirtu	A.18.a	71.040,00	M3
6	Pas. batu kosong	G.2.	100.800,00	M3
7	Pondasi batu belah 1:3:10	G.32.p	290.619,00	M3
8	Perbaikan pondasi	Dihitung	135.097,20	M3
9	Beton bertulang 1:2:3 (Besi 110 Kg)	Sup.V	1.992.350,00	M3
10	Beton bert. 1:2:3 (Besi 90 Kg)	Sup.Va	1.825.240,00	M3
11	Beton bert. 1:2:3 (Besi 120 Kg)	Sup.Vb	2.076.040,00	M3
12	Beton bert. 1:2:3 (Besi 125 Kg)	Sup.Vc	2.117.950,00	M3
13	Beton bert. 1:2:3 (Besi 150 Kg)	Sup.Vd	2.327.460,00	M3
14	Beton bert. 1:2:3 (Besi 230 Kg)	Sup.Ve	2.996.790,00	M3
15	Beton bertulang 1:3:5	Sup.Vf	2.012.950,00	M3
16	Pasangan trasram 1:2	G.33.	438.869,00	M3
17	Pas. dinding bata 1:3	G.33.i	376.604,00	M3
18	Pas. dinding bata 1:3:10	G.33.p	323.339,00	M3
19	Plesteran PC. 1:3 teb. 1,5 cm.	G.50.k	19.222,10	M3
20	Plesteran PC. 1:3:10 teb. 1,5 cm.	G.50.p	16.487,00	M3
21	Rabat beton teb. 7 cm 1:3:6	G.67	38.801,50	M3
22	Lantai tegel PC. 20/20	Sup.III	42.163,00	M2
23	Lantai Keramik polos 30/30	Sup.III.a	58.636,00	M2
24	Lantai Keramik motif 30/30	Sup.III.b	65.136,00	M2
25	Lantai Keramik motif granit 30/30	Sup.III.c	72.136,00	M2
26	Dinding Keramik polos	Sup.IV.a	73.002,50	M2
27	Dinding Keramik motif	Sup.IV.b	78.002,50	M2
28	Lantai bata plester PC. 1:3	G.55.b+G.50.k	31.259,30	M2
29	Pek. kosen kayu Kalimantan	F.26.a	2.513.000,00	M3
30	Pek. kosen kayu Kruing	F.26.b	3.140.000,00	M3
31	Pek. Kosen kayu Jati	F.26.c	6.610.500,00	M3
32	Pek. Kosen kayu Bangkirai	F.26.d	3.850.500,00	M3
33	Jend. kaca pakai daun kayu Kal.	1/2 F.36.a	161.200,00	M3
34	Jend. kaca pakai daun kayu Kruing	1/2 F.36.b	170.320,00	M3
35	Jend. kaca pakai daun kayu Jati	1/2 F.36.c	220.800,00	M3
36	Jend. kaca pakai daun kayu bangkirai	1/2 F.36.d	180.800,00	M3
37	Jend. kaca mati kayu Kal.	1/6 F.36.a	75.460,00	M3
38	Jend. kaca mati kayu Kruing	1/6 F.36.b	76.315,00	M3
39	Jend. kaca mati kayu Jati	1/6 F.36.c	81.047,50	M3
40	Jend. kaca mati kayu Bangkirai	1/6 F.36.d	77.297,50	M3
41	Jalusi kosen kayu Kalimantan	1/4 F.34.a	113.635,00	M3
42	Jalusi kosen kayu Kruing	1/4 F.34.b	130.165,00	M3
43	Jalusi kosen kayu Jati	1/4 F.34.c	221.660,00	M3
44	Jalusi kosen kayu Bangkirai	1/4 F.34.d	149.160,00	M3
45	Daun pintu panil kayu Kal.	F.30.a	285.250,00	M3
46	Daun pintu panil kayu Kruing	F.30.b	302.350,00	M3
47	Daun pintu panil kayu Jati	F.30.c	397.000,00	M3
48	Daun pintu panil kayu bangkirai	F.30.d	322.000,00	M3

1	2	3	5	7
			Rp.	
49	Daun pintu lap. teakwood kayu Kal.	F.30.pc	198.170,00	M3
50	Daun pintu lap. teakwood ky. Kamper	F.30.pd	212.320,00	M3
51	Daun pintu panil multiplek ky.Kamper	F.30.m	225.560,00	M2
52	Daun pintu lap. tripleks+seng ky.Kal.	F.30.ps.a	183.700,00	M2
53	Daun pintu lap.tripleks+seng ky.Kamp.	F.30.ps.b	197.850,00	M2
54	Daun pintu lap.teakwood+seng ky.Kal.	F.30.ps.c	220.950,00	M2
55	Daun pintu lap.teakwood+seng ky.Kamp.	F.30.ps.d	224.260,00	M2
56	Lisplank kayu Kruing	F.21.k	76.226,00	M2
57	Lisplank Kayu Kalimantan	F.21.ka	61.976,00	M2
58	Lisplank Kayu Kamper	F.21.kb	97.351,00	M2
59	Lisplank Kayu Jati	F.21.kc	155.101,00	M2
60	Lisplank asbes plat teb. 4 mm.	F.21.h	61.826,00	M2
61	Plafond eternit	F.1.a	50.036,00	M2
62	Dinding tripleks kayu Kalimantan	F.37.t	67.976,00	M2
63	Pyan gribig	D.12	13.260,00	M2
64	Dinding papan kayu kayu Kal. 2 cm.	F.37.a	61.376,00	M2
65	Plafond tripleks kayu Kal.	F.37.c	53.896,00	M2
66	Kuda - kuda kayu Kalimantan	F.22.a	2.318.400,00	M3
67	Kuda-kuda kayu kruing	F.22.b	2.945.400,00	M3
68	Usuk/reng kayu Kalimantan genteng biasa	F.16.a	20.030,00	M2
69	Usuk/reng kayu Kruing genteng biasa	F.16.b	25.530,00	M2
70	Usuk/reng kayu Kal. genteng beton/oven	F.16.c	29.390,00	M2
71	Usuk/reng kayu Kruing genteng beton/oven	F.16.d	38.490,00	M2
72	Atap genteng pres	H.2	26.110,00	M2
73	Atap genteng beton abu-abu	H.2.a	43.445,00	M2
74	Atap genteng beton warna	H.2.b	58.245,00	M2
75	Atap genteng beton oven	H.2.c	38.045,00	M2
76	Kerpus genteng "U"	H.6	31.086,90	M
77	Kerpus genteng beton abu-abu	H.6.a	40.336,90	M
78	Kerpus genteng beton warna	H.6.b	46.336,90	M
79	Kerpus genteng oven	H.6.c	36.336,90	M
80	Atap seng gelombang	H.8a	42.260,00	M2
81	Kerpus seng BJLS 30	H.10a	13.067,50	M
82	Atap asbes gel. besar	H.8b	57.820,00	M2
83	Atap asbes gel. kecil	H.8c	45.370,00	M2
84	Kerpus asbes gel. besar	H.10b	54.135,00	M
85	Kerpus asbes gel. kecil	H.10c	32.885,00	M
86	Talang patahan BJLS 30	H.15	39.430,00	M
87	Talang corong PAH.	H.18	26.562,50	M
88	Mengeter 2 x.	K.35	4.852,00	M2
89	Pengecetan kayu 3 x.	K.9+23+30	32.262,50	M2
90	Plituran 2 x.	Sup.INpl.	14.717,50	M2
91	Mengecet besi 3 x.	Sup.II.	21.483,00	M2
92	Pengecetan tembok 3 x.	G.53+K30.	6.399,00	M2
93	Kapuram dinding 3 x.	G.53.	1.499,00	M2
94	Dinding papan kayu kal. tb. 2 cm	F.37.a	61.376,00	M2
95	Dinding papa kayu kruing tb. 2 cm	F.37.b	75.056,00	M2
96	Pas. Paving Blok segi 4 Natural	Sup.a	46.070,00	M2
97	Pas. Paving Blok segi 4 Warna	Sup.b	54.070,00	M2
98	Pas. Paving Blok segi 6 Natural	Sup.c	46.070,00	M2
99	Pas. Paving Blok segi 6 Warna	Sup.d	54.070,00	M2

Brebes,

2003

Kepala Dinas Pekerjaan Umum
Kabupaten Brebes



In. DIKRO GUNAWAN
NIP. 500.091.305

DINAS PEKERJAAN UMUM
KABUPATEN BREBES

DAFTAR HARGA SATUAN PEKERJAAN (TAKSIRAN)
TAHUN/ANGGARAN 2003

NO.	URAIAN PEKERJAAN	ANALISA	HARGA SATUAN	SATUAN
1	2	3	4	5
			Rp.	
1	Kunci Tanam Sedang	Taksir	65.000,00	Buah
2	Kunci Tanam Besar	Taksir	120.000,00	Buah
3	Engsel Pintu Nylon	Taksir	6.000,00	Buah
4	Engsel Jendela Nylon	Taksir	5.000,00	Buah
5	Grendel	Taksir	4.000,00	Buah
6	Hak Angin	Taksir	3.500,00	Buah
7	Tarikan / Pegangan Pintu	Taksir	11.000,00	Buah
8	Raam Kawat	Taksir	17.500,00	M2
9	Papan reuter kayu Kruing	Taksir	8.000,00	M
10	Papan reuter kayu Kalimantan	Taksir	7.000,00	M
11	List Eternit 1 X 5 cm	Taksir	1.750,00	M
12	Bak Mandi Besar Pas. batu bata	Taksir	125.000,00	Unit
13	Bak Mandi Kecil Pas. batu bata	Taksir	100.000,00	Unit
14	Septictank + Resapan Besar	Taksir	1.500.000,00	Unit
15	Septictank + Resapan Kecil	Taksir	1.250.000,00	Unit
16	Sumur Gali Pas. bata 5 - 6 m	Taksir	1.500.000,00	Unit
17	Sumur Pompa Dangkal	Taksir	1.300.000,00	Unit
18	Sumur Pompa Dalam	Taksir	1.750.000,00	Unit
19	Bak Kontrol 30 x 30 x 40 cm	Taksir	20.000,00	Buah
20	Saluran Beton U. 20	Taksir	22.500,00	M
21	Saluran Beton U. 30	Taksir	25.000,00	M
22	Beton Neut	Taksir	1.750,00	Buah
23	Baud Beugel	Taksir	6.500,00	Kg
24	Instalasi Listrik	Taksir	60.000,00	Ttk
25	Saklar Tunggal	Taksir	12.500,00	Buah
26	Saklar Ganda	Taksir	15.000,00	Buah
27	Stop Kontak	Taksir	12.500,00	Buah
28	Roster Beton	Taksir	30.000,00	M2
29	Roster Bata	Taksir	50.000,00	M2
30	Kran Air Standar	Taksir	15.000,00	Buah

Brebes,

2003

Kepala Dinas Pekerjaan Umum
Kabupaten Brebes

Ir. DIKRO GUNAWAN
NIP. 500 091 305

DINAS PEKERJAAN UMUM
KABUPATEN BREBES

DAFTAR ANALISA 2003

A.1	1 m3 Galian tanah :				
	0,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 12.000,00
	0,0250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 600,00
					<u>Rp. 12.600,00</u>
A.16	1 m3 Urugan tanah padat :				
	0,2500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 4.000,00
	0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 240,00
					<u>Rp. 4.240,00</u>
A.18.t	1 m3 Urugan tanah :				
	1,2000 m3	Tanah unig	@ Rp.	45.000,00	= Rp. 54.000,00
	0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 4.800,00
	0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 240,00
					<u>Rp. 59.040,00</u>
A.18.	1 m3 Urugan pasir :				
	1,2000 m3	Pasir unig	@ Rp.	52.500,00	= Rp. 63.000,00
	0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 4.800,00
	0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 240,00
					<u>Rp. 68.040,00</u>
A.18.a	1 m3 Urugan sirtu :				
	1,2000 m3	Sirtu	@ Rp.	55.000,00	= Rp. 66.000,00
	0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 4.800,00
	0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 240,00
					<u>Rp. 71.040,00</u>
G.2.	1 m3 Pasangan batu kosong :				
	1,2000 m3	Batu blones	@ Rp.	62.500,00	= Rp. 75.000,00
	1,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 24.000,00
	0,0750	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 1.800,00
					<u>Rp. 100.800,00</u>
G.32.p	1 m3 Pondasi batu belah 1:3:10 :				
	1,2000 m3	Batu belah	@ Rp.	75.000,00	= Rp. 90.000,00
	61,3700 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp. 42.959,00
	0,1470 m3	Kapur	@ Rp.	200.000,00	= Rp. 29.400,00
	0,4900 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp. 34.300,00
	1,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 28.800,00
	0,1200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp. 3.240,00
	3,6000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp. 57.600,00
	0,1800	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp. 4.320,00
					<u>Rp. 290.619,00</u>
Dihitung	1 m3 Perbaikan pondasi :				
	0,0400 m3	Urugan pasir	@ Rp.	63.000,00	= Rp. 2.520,00
	0,1600 m3	Pas. bt. kosong	@ Rp.	75.000,00	= Rp. 12.000,00
	0,4000 m3	Pas. pondasi	@ Rp.	196.659,00	= Rp. 78.663,60
	0,0400	Urugan pasir	@ Rp.	5.040,00	= Rp. 201,60
	0,1600	Pas. bt. kosong	@ Rp.	25.800,00	= Rp. 4.128,00
	0,4000	Pas. pondasi	@ Rp.	93.960,00	= Rp. 37.584,00
					<u>Rp. 135.097,20</u>

Sup.V. 1 m3 Beton bertulang 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
110,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	572.000,00
2,0000 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	18.000,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
12,7500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	306.000,00
2,8500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	76.950,00
18,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	300.000,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					Rp. 1.992.350,00

Sup.V.a 1 m3 Beton bertulang 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
90,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	468.000,00
1,6400 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	14.760,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
11,5300	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	276.720,00
2,4400	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	65.880,00
17,5300	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	280.480,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					Rp. 1.825.240,00

Sup.V.b 1 m3 Pas. btn. bert. 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
120,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	624.000,00
2,1800 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	19.620,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
13,3600	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	320.640,00
3,0600	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	82.620,00
19,3600	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	309.760,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					Rp. 2.076.040,00

Sup.V.c 1 m3 Pas. btn. bert. 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
125,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	650.000,00
2,2700 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	20.430,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
13,6700	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	328.080,00
3,1600	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	85.320,00
19,6700	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	314.720,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					Rp. 2.117.950,00

Sup.V.d 1 m3 Pas. beton bertulang 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
150,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	780.000,00
2,7300 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	24.570,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
15,2100	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	365.040,00
3,6700	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	99.090,00
21,2100	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	339.360,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					<u>Rp. 2.327.460,00</u>

Sup.V.e 1 m3 Pas. beton bertulang 1:2:3 :

0,8200 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	82.000,00
0,5400 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	37.800,00
340,0000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	238.000,00
230,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	1.196.000,00
4,1800 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	37.620,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
20,1100	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	482.640,00
5,3100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	143.370,00
26,1100	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	417.760,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					<u>Rp. 2.996.790,00</u>

Sup.V.f 1 m3 Pas. beton bertulang 1:3:5 :

0,9300 m3	Batu split 2/3	@ Rp.	100.000,00	= Rp.	93.000,00
0,5570 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	38.990,00
232,5000 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	162.750,00
120,0000 kg	Besi beton	@ Rp.	5.200,00	= Rp.	624.000,00
2,1800 kg	Kwt. beton	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	19.620,00
0,4000 m3	Kayu Rawa/pinus	@ Rp.	800.000,00	= Rp.	320.000,00
4,0000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	32.000,00
13,3600	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	320.640,00
3,0600	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	82.620,00
19,3600	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	309.760,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					<u>Rp. 2.012.980,00</u>

G.33. 1 m3 Pasangan trassam 1 : 2 :

500,0000 m3	Batu bata	@ Rp.	245,00	= Rp.	122.500,00
250,8700 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	175.609,00
0,3330 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	23.310,00
1,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	36.000,00
0,1500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	4.050,00
4,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	72.000,00
0,2250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	5.400,00
					<u>Rp. 438.869,00</u>

G.33.i 1 m3 Pasangan dinding bata 1 : 3 :

500,0000 m3	Batu bata	@ Rp.	245,00	= Rp.	122.500,00
157,4200 kg	PC.	@ Rp.	700,00	= Rp.	110.194,00
0,3780 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00	= Rp.	26.460,00
1,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	36.000,00
0,1500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	4.050,00
4,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	72.000,00
0,2250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	5.400,00
					<u>Rp. 376.604,00</u>

G.33.p 1 m3 Pasangan dinding bata 1:3:10

500,0000 m3	Batu bata	@ Rp	245,00	= Rp	122.500,00
40,7700 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	28.539,00
0,1150 m3	Kapur	@ Rp	200.000,00	= Rp	23.050,00
0,3850 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	26.950,00
1,5000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	36.000,00
0,1500	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	4.050,00
4,5000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	72.000,00
0,2250	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	5.400,00
					Rp. 323.339,00

G.50.k 1 m2 Plesteran dinding bata 1:3:10 tebal 1,5 cm :

8,0630 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	5.644,10
0,0194 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	1.358,00
0,2000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	480,00
					Rp. 19.222,10

G.50.p 1 m2 Plesteran dinding bata 1:3:10 tebal 1,5 cm :

2,4500 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	1.715,00
0,0059 m3	Kapur	@ Rp	200.000,00	= Rp	1.180,00
0,0196 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	1.372,00
0,2000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	480,00
					Rp. 16.487,00

G.67. 1 m2 Beton rabat 1:3:6 tebal 7 cm :

0,0700 m3	Batu split	@ Rp	100.000,00	= Rp	7.000,00
18,1900 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	12.733,00
0,0440 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	3.080,00
0,1350	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	3.240,00
0,0135	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	364,50
0,7200	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	11.520,00
0,0360	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	864,00
					Rp. 38.801,50

Sup.III 1 m2 Lantai tegel Pe. ukuran 20/20 :

25,0000 bh	Tegel Pe. 20/20	@ Rp	750,00	= Rp	18.750,00
0,8500 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	595,00
0,0132 m3	Kapur	@ Rp	200.000,00	= Rp	2.640,00
0,0264 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	1.848,00
0,3000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	7.200,00
0,0300	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	810,00
0,6000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	9.600,00
0,0300	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	720,00
					Rp. 42.163,00

Sup.III.a 1 m2 Lantai keramik polos 30/30 :

1,0000 m2	Lantai keramik 30/30	@ Rp	30.000,00	= Rp	30.000,00
7,0800 kg	PC	@ Rp	700,00	= Rp	4.956,00
0,0095 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	665,00
0,1000 kg	Semen putih	@ Rp	1.750,00	= Rp	175,00
0,4000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	9.600,00
0,0400	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	1.080,00
0,7000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	11.200,00
0,0400	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	960,00
					Rp. 58.636,00

Sup.III.b 1 m2 Lantai keramik motif 30/30 :

1,0000 m2	Lantai motif 30/30	@ Rp	37.500,00	= Rp	37.500,00
7,0800 kg	PC.	@ Rp	700,00	= Rp	4.956,00
0,0095 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	665,00
0,1000 kg	Semen putih	@ Rp	1.750,00	= Rp	175,00
0,4000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	9.600,00
0,0400	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	1.080,00
0,7000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	11.200,00
0,0400	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	960,00
					Rp. 66.136,00

Sup.III.c 1 m2 Lantai keramik motif granit 30/30 :

1,0000 m2	Lantai motif granit 30/30	@ Rp	43.500,00	= Rp	43.500,00
7,0800 kg	PC.	@ Rp	700,00	= Rp	4.956,00
0,0095 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	665,00
0,1000 kg	Semen putih	@ Rp	1.750,00	= Rp	175,00
0,4000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	9.600,00
0,0400	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	1.080,00
0,7000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	11.200,00
0,0400	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	960,00
					Rp. 72.136,00

Sup.IV.a 1 m2 Dinding keramik polos :

1,0000 m2	Dinding keramik polos	@ Rp	37.500,00	= Rp	37.500,00
5,8750 kg	PC.	@ Rp	700,00	= Rp	4.112,50
0,0095 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	665,00
0,1000 kg	Semen putih	@ Rp	1.750,00	= Rp	175,00
0,5000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	12.000,00
0,0500	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	1.350,00
1,0000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	1.200,00
					Rp. 73.002,50

Sup.IV.b 1 m2 Dinding keramik motif:

1,0000 m2	Dinding keramik motif	@ Rp	42.500,00	= Rp	42.500,00
5,8750 kg	PC.	@ Rp	700,00	= Rp	4.112,50
0,0095 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	665,00
0,1000 kg	Semen putih	@ Rp	1.750,00	= Rp	175,00
0,5000	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	12.000,00
0,0500	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	1.350,00
1,0000	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	1.200,00
					Rp. 78.002,50

G.55.b+G.50.k 1 m2 Lantai bata plester PC :

30,0000 bh	Batu bata	@ Rp	245,00	= Rp	7.350,00
5,3890 kg	PC.	@ Rp	700,00	= Rp	3.772,30
0,0480 m3	Pasir	@ Rp	70.000,00	= Rp	3.360,00
0,2100	Tukang	@ Rp	24.000,00	= Rp	5.040,00
0,0210	Kepala tukang	@ Rp	27.000,00	= Rp	567,00
0,6500	Pekerja	@ Rp	16.000,00	= Rp	10.400,00
0,0325	Mandor	@ Rp	24.000,00	= Rp	780,00
					Rp. 31.269,30

E.26.a 1 m3 Pekerjaan kosen kayu Kalimantan :

1,1000 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00 = Rp.	1.540.000,00
30,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	720.000,00
3,0000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	81.000,00
10,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	160.000,00
0,5000	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	12.000,00
				<u>Rp. 2.513.000,00</u>

E.26.b. 1 m3 Pekerjaan kosen kayu Kruing :

1,1000 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00 = Rp.	2.167.000,00
30,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	720.000,00
3,0000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	81.000,00
10,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	160.000,00
0,5000	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	12.000,00
				<u>Rp. 3.140.000,00</u>

E.26.c. 1 m3 Pekerjaan kosen kayu Jati :

1,1000 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00 = Rp.	5.637.500,00
30,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	720.000,00
3,0000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	81.000,00
10,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	160.000,00
0,5000	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	12.000,00
				<u>Rp. 6.610.500,00</u>

E.26.d. 1 m3 Pekerjaan kosen kayu bangkirai :

1,1000 m3	Kayu Bangkirai	@ Rp.	2.625.000,00 = Rp.	2.887.500,00
30,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	720.000,00
3,0000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	81.000,00
10,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	160.000,00
0,5000	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	12.000,00
				<u>Rp. 3.860.500,00</u>

1/2.F.36.a 1 m2 Jend. kaca pakai daun Kayu Kalimantan :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00 = Rp.	41.500,00
0,0160 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00 = Rp.	22.400,00
3,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	72.000,00
0,3000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	8.100,00
1,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	1.200,00
				<u>Rp. 161.200,00</u>

1/2.F.36.b 1 m2 Jend. kaca pakai daun Kayu Kruing :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00 = Rp.	41.500,00
0,0160 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00 = Rp.	31.520,00
3,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	72.000,00
0,3000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	8.100,00
1,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	1.200,00
				<u>Rp. 170.320,00</u>

1/2.F.36.c 1 m2 Jend. kaca pakai daun Kayu Jati :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00 = Rp.	41.500,00
0,0160 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00 = Rp.	82.000,00
3,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	72.000,00
0,3000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	8.100,00
1,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	1.200,00
				<u>Rp. 220.800,00</u>

1/2.F.36.d 1 m2 Jend. kaca pakai daun Kayu Bangkirai :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00	= Rp.	41.500,00
0,0160 m3	Kayu Bangkirai	@ Rp.	2.625.000,00	= Rp.	42.000,00
3,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	72.000,00
0,3000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	8.100,00
1,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	16.000,00
0,0500	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.200,00
					<u>Rp.</u> 180.800,00

1/6.F.36.a 1 m2 Jend. kaca mati Kayu Kalimantan :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00	= Rp.	41.500,00
0,0015 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	2.100,00
1,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	24.000,00
0,1000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.700,00
0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.800,00
0,0150	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	360,00
					<u>Rp.</u> 75.460,00

1/6.F.36.b 1 m2 Jend. kaca mati Kayu Kruiing :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00	= Rp.	41.500,00
0,0015 m3	Kayu Kruiing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	2.955,00
1,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	24.000,00
0,1000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.700,00
0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.800,00
0,0150	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	360,00
					<u>Rp.</u> 76.315,00

1/6.F.36.c 1 m2 Jend. kaca mati Kayu Jati :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00	= Rp.	41.500,00
0,0015 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00	= Rp.	7.687,50
1,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	24.000,00
0,1000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.700,00
0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.800,00
0,0150	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	360,00
					<u>Rp.</u> 81.047,50

1/6.F.36.d 1 m2 Jend. kaca mati Kayu Bangkirai :

1,0000 m2	Kaca tb. 3 mm	@ Rp.	41.500,00	= Rp.	41.500,00
0,0015 m3	Kayu Bangkirai	@ Rp.	2.625.000,00	= Rp.	3.937,50
1,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	24.000,00
0,1000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.700,00
0,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.800,00
0,0150	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	360,00
					<u>Rp.</u> 77.297,50

1/4.F.34.a 1 m2 Jalusi Kosen Kayu Kalimantan :

0,0290 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	40.600,00
2,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	54.000,00
0,2250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	6.075,00
0,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	12.000,00
0,0400	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	960,00
					<u>Rp.</u> 113.635,00

1/4.F.34.b 1 m2 Jalusi Kosen Kayu Kruiing :

0,0290 m3	Kayu Kruiing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	57.130,00
2,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	54.000,00
0,2250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	6.075,00
0,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	12.000,00
0,0400	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	960,00

1/4.F.34.c 1 m2 Jalusi Kosen Kayu Jati :

0,0290 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00	= Rp.	148.625,00
2,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	54.000,00
0,2250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	6.075,00
0,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	12.000,00
0,0400	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	960,00
					<u>Rp. 221.660,00</u>

1/4.F.34.d 1 m2 Jalusi Kosen Kayu Bangkirai :

0,0290 m3	Kayu Bangkirai	@ Rp.	2.625.000,00	= Rp.	76.125,00
2,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	54.000,00
0,2250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	6.075,00
0,7500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	12.000,00
0,0400	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	960,00
					<u>Rp. 149.160,00</u>

F.30.a 1 m2 Daun pintu panil Kayu Kalimantan :

0,0300 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	42.000,00
7,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	180.000,00
0,7500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	20.250,00
2,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	40.000,00
0,1250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	3.000,00
					<u>Rp. 285.250,00</u>

F.30.b 1 m2 Daun pintu panil Kayu Kruing :

0,0300 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	59.100,00
7,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	180.000,00
0,7500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	20.250,00
2,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	40.000,00
0,1250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	3.000,00
					<u>Rp. 302.350,00</u>

F.30.c 1 m2 Daun pintu panil Kayu Jati :

0,0300 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00	= Rp.	153.750,00
7,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	180.000,00
0,7500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	20.250,00
2,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	40.000,00
0,1250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	3.000,00
					<u>Rp. 397.000,00</u>

F.30.d 1 m2 Daun pintu panil Kayu Bangkirai :

0,0300 m3	Kayu Bangkirai	@ Rp.	2.625.000,00	= Rp.	78.750,00
7,5000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	180.000,00
0,7500	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	20.250,00
2,5000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	40.000,00
0,1250	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	3.000,00
					<u>Rp. 322.000,00</u>

F.30.p.c. 1 m2 Daun pintu lapis teakwood rangka Kayu Kalimantan :

0,6950 lb	Teakwood	@ Rp.	78.000,00	= Rp.	54.210,00
0,0100 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	14.000,00
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 158.170,00

F.30.p.d. 1 m2 Daun pintu lapis teakwood rangka Kayu Kamper :

0,6950 lb	Teakwood	@ Rp.	78.000,00	= Rp.	54.210,00
0,0100 m3	Kayu Kamper	@ Rp.	2.815.000,00	= Rp.	28.150,00
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 212.320,00

F.30.m 1 m2 Daun pintu panil multipleks rangka Kayu Kamper :

0,0100 m3	Kayu Kamper	@ Rp.	2.815.000,00	= Rp.	28.150,00
0,7000 m2	Multipleks	@ Rp.	97.500,00	= Rp.	68.250,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 225.560,00

F.30.ps.a 1 m2 Daun pintu lapis tripleks + seng rangka Kayu Kalimantan :

0,6950 lb	Tripleks	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	27.800,00
0,0100 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	14.000,00
0,6200 lb	Seng	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	11.780,00
0,1200 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	960,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 183.700,00

F.30.ps.b 1 m2 Daun pintu lapis tripleks + seng rangka Kayu Kamper :

0,6950 lb	Tripleks	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	27.800,00
0,0100 m3	Kayu Kamper	@ Rp.	2.815.000,00	= Rp.	28.150,00
0,6200 lb	Seng	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	11.780,00
0,1200 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	960,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 197.850,00

F.30.ps.c 1 m2 Daun pintu lapis tripleks + seng rangka Kayu Jati :

0,6950 lb	Tripleks	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	27.800,00
0,0100 m3	Kayu Jati	@ Rp.	5.125.000,00	= Rp.	51.250,00
0,6200 lb	Seng	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	11.780,00
0,1200 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	960,00
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00
					Rp. 220.950,00

F.30.ps.d 1 m2 Daun pintu lapis teakwood + seng rangka Kayu Kamper :

0,6950 lb	Teakwood	@ Rp.	78.000,00	= Rp.	54.210,00	
0,0100 m3	Kayu Kamper	@ Rp.	2.815.000,00	= Rp.	28.150,00	
0,6200 lb	Seng	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	11.730,00	
0,1200 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	960,00	
4,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	96.000,00	
0,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	10.800,00	
1,3000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	20.800,00	
0,0650	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.560,00	
					Rp.	224.260,00

F.21.k 1 m2 Pekerjaan lisplank kayu Kruing :

0,0250 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	49.250,00	
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00	
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00	
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00	
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00	
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00	
					Rp.	76.226,00

F.21.k.a 1 m2 Pekerjaan lisplank kayu Kalimantan :

0,0250 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	35.000,00	
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00	
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00	
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00	
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00	
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00	
					Rp.	61.976,00

F.21.k.b 1 m2 Pekerjaan lisplank kayu Kamper :

0,0250 m3	Kayu Kamper	@ Rp.	2.815.000,00	= Rp.	70.375,00	
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00	
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00	
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00	
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00	
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00	
					Rp.	97.351,00

F.21.k.c 1 m2 Pekerjaan lisplank kayu Jati :

0,0250 m3	Kayu jati	@ Rp.	5.125.000,00	= Rp.	128.125,00	
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00	
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00	
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00	
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00	
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00	
					Rp.	155.101,00

F.21.h 1 m2 Pck. lisplank asbes plat tb. 4 mm rangka kayu Kruing :

1,0000 m2	Asbes plat	@ Rp.	25.000,00	= Rp.	25.000,00	
0,0050 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	9.850,00	
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00	
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00	
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00	
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00	
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00	
					Rp.	61.826,00

1 m2 Pek. plafond eternit rangka Kayu Kalimantan :

1,0000 lb	Eternit	@ Rp.	6.500,00	= Rp.	6.500,00
0,0120 m3	Kayu Kalimantan 5/7	@ Rp.	1.300.000,00	= Rp.	15.600,00
0,2200 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	1.760,00
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00
					<u>Rp. 59.936,00</u>

1 m2 Dinding tripleks rangka Kayu Kalimantan :

0,7000 lb	Tripleks	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	28.000,00
0,0100 m3	Kayu Kalimantan 5/7	@ Rp.	1.300.000,00	= Rp.	13.000,00
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00
					<u>Rp. 67.976,00</u>

7.a 1 m2 Dinding papan Kayu Kalimantan tebal 2 cm :

0,0240 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	33.600,00
0,2000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	1.600,00
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00
					<u>Rp. 61.376,00</u>

37.b 1 m2 Dinding papan Kayu Kruing 2 cm :

0,0240 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	47.280,00
0,2000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	1.600,00
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00
					<u>Rp. 75.056,00</u>

37.c 1 m2 Plafond tripleks rangka Kayu Kalimantan :

0,3480 lb	Tripleks	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	13.920,00
0,0100 m3	Kayu Kalimantan 5/7	@ Rp.	1.300.000,00	= Rp.	13.000,00
0,1000 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	800,00
0,8000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	19.200,00
0,0800	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	2.160,00
0,2800	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.480,00
0,0140	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	336,00
					<u>Rp. 53.896,00</u>

F.22.a 1 m3 Kuda-kuda Kayu Kalimantan :

1,1000 m3	Kayu Kalimantan	@ Rp.	1.400.000,00	= Rp.	1.540.000,00
24,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	576.000,00
2,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	64.800,00
8,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	128.000,00
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00
					<u>Rp. 2.318.400,00</u>

F.22.b 1 m3 Kuda-kuda Kayu Kruing :

1,1000 m3	Kayu Kruing	@ Rp.	1.970.000,00	= Rp.	2.157.000,00	
24,0000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	576.000,00	
2,4000	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	64.800,00	
8,0000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	128.000,00	
0,4000	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.600,00	
					<u>Rp.</u>	<u>2.945.400,00</u>

F.16.a 1 m2 Usuk/reng Kayu Kalimantan Untuk Genteng Pres :

0,0077 m3	Kayu Kalimantan 5/7	@ Rp.	1.300.000,00	= Rp.	10.010,00	
0,0033 m3	Kayu Kalimantan 2/3	@ Rp.	1.100.000,00	= Rp.	3.630,00	
0,2500 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	2.000,00	
0,1000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	2.400,00	
0,0100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	270,00	
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	1.600,00	
0,0050	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	120,00	
					<u>Rp.</u>	<u>20.030,00</u>

F.16.b 1 m2 Usuk/reng Kayu Kruing Untuk Genteng Pres :

0,0077 m3	Kayu Kruing 5/7	@ Rp.	1.800.000,00	= Rp.	13.860,00	
0,0033 m3	Kayu Kruing 2/3	@ Rp.	1.600.000,00	= Rp.	5.280,00	
0,2500 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	2.000,00	
0,1000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	2.400,00	
0,0100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	270,00	
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	1.600,00	
0,0050	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	120,00	
					<u>Rp.</u>	<u>25.530,00</u>

F.16.c 1 m2 Usuk/reng Kayu Kalimantan Untuk Genteng Beton/Oven :

0,0116 m3	Kayu Kalimantan 5/7	@ Rp.	1.300.000,00	= Rp.	15.080,00	
0,0066 m3	Kayu Kalimantan 3/5	@ Rp.	1.200.000,00	= Rp.	7.920,00	
0,2500 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	2.000,00	
0,1000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	2.400,00	
0,0100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	270,00	
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	1.600,00	
0,0050	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	120,00	
					<u>Rp.</u>	<u>29.390,00</u>

F.16.d 1 m2 Usuk/reng Kayu Kruing Untuk Genteng Beton / Oven :

0,0116 m3	Kayu Kruing 5/7	@ Rp.	1.700.000,00	= Rp.	20.880,00	
0,0066 m3	Kayu Kruing 3/5	@ Rp.	1.700.000,00	= Rp.	11.220,00	
0,2500 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	2.000,00	
0,1000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	2.400,00	
0,0100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	270,00	
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	1.600,00	
0,0050	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	120,00	
					<u>Rp.</u>	<u>38.490,00</u>

D.12 1 m2 Pyan Gribig :

1,0000 m2	Gribig	@ Rp.	5.500,00	= Rp.	5.500,00	
0,0500 kg	Paku	@ Rp.	8.000,00	= Rp.	400,00	
0,4000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	6.400,00	
0,0400	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	960,00	
					<u>Rp.</u>	<u>13.260,00</u>

H.2 1 m2 Atap genteng pres Jatiwangi :

25,0000 bh	Geteng pres	@ Rp.	800,00 = Rp.	20.000,00
0,1000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	2.400,00
0,0100	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	270,00
0,2000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	3.200,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
			<u>Rp.</u>	<u>26.110,00</u>

H.2.a 1 m2 Atap genteng beton abu-abu :

18,0000 bh	Geteng beton abu-abu	@ Rp.	2.000,00 = Rp.	36.000,00
0,1500	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	3.600,00
0,0150	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	405,00
0,2000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	3.200,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
			<u>Rp.</u>	<u>43.445,00</u>

H.2.b 1 m2 Atap genteng beton warna :

18,0000 bh	Geteng beton warna	@ Rp.	3.000,00 = Rp.	54.000,00
0,1500	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	3.600,00
0,0150	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	405,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
			<u>Rp.</u>	<u>58.245,00</u>

H.2.c 1 m2 Atap genteng Pres Oven :

18,0000 bh	Geteng pres oven	@ Rp.	1.700,00 = Rp.	30.600,00
0,1500	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	3.600,00
0,0150	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	405,00
0,2000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	3.200,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
			<u>Rp.</u>	<u>38.045,00</u>

G.8 1 m3 Perekat a PC : 1 1/2 Kapur : 5 Pasir :

293,4000 kg	PC.	@ Rp.	700,00 = Rp.	205.380,00
0,3040 m3	Kapur	@ Rp.	200.000,00 = Rp.	60.800,00
1,0150 m3	Pasir	@ Rp.	70.000,00 = Rp.	71.050,00
			<u>Rp.</u>	<u>337.230,00</u>

H.6 1 m' Genteng Kerpas "U" :

5,0000 bh	Genteng "U"	@ Rp.	1.750,00 = Rp.	8.750,00
0,0300 m3	Perekat	@ Rp.	337.230,00 = Rp.	10.116,90
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
			<u>Rp.</u>	<u>31.086,90</u>

H.6.a 1 m' Genteng Kerpas Beton abu-abu :

4,0000 bh	Gent. kerpas btn. abu-abu	@ Rp.	4.500,00 = Rp.	18.000,00
0,0300 m3	Perekat	@ Rp.	337.230,00 = Rp.	10.116,90
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
			<u>Rp.</u>	<u>40.336,90</u>

H.6.b 1 m' Genteng Kerpus Beton warna :

4,0000 bh	Gent. kerpus btn. warna	@ Rp.	5.000,00 = Rp.	24.000,00
0,0300 m3	Perekat	@ Rp.	337.230,00 = Rp.	10.116,90
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
				<u>Rp. 46.336,90</u>

H.6.c 1 m' Genteng Kerpus Oven :

4,0000 bh	Gent. kerpus oven	@ Rp.	3.500,00 = Rp.	14.000,00
0,0300 m3	Perekat	@ Rp.	337.230,00 = Rp.	10.116,90
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,4000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	6.400,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
				<u>Rp. 36.336,90</u>

H.8.a 1 m2 Atap Seng gelombang JLS 30 :

0,8300 lb	Seng gel. BLS 30	@ Rp.	40.000,00 = Rp.	33.200,00
4,0000 bh	Paku seng	@ Rp.	500,00 = Rp.	2.000,00
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	1.600,00
0,0050	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	120,00
				<u>Rp. 42.260,00</u>

H.8.b 1 m2 Atap asbes gelombang besar (200x92 cm) :

0,6950 lb	Asbes gel. besar	@ Rp.	60.000,00 = Rp.	41.700,00
4,0000 bh	Paku asbes	@ Rp.	500,00 = Rp.	2.000,00
0,4000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	9.600,00
0,0400	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	1.080,00
0,2000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	3.200,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
				<u>Rp. 57.820,00</u>

H.8.c 1 m2 Atap asbes gelombang kecil (2100x1050x92 cm) :

0,5850 lb	Asbes gel. kecil	@ Rp.	50.000,00 = Rp.	29.250,00
4,0000 bh	Paku asbes	@ Rp.	500,00 = Rp.	2.000,00
0,4000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	9.600,00
0,0400	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	1.080,00
0,2000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	3.200,00
0,0100	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
				<u>Rp. 45.370,00</u>

H.10.a 10 m' Kerpus seng BLS 30 :

6,0000 lb	Seng plat BLS 30	@ Rp.	19.000,00 = Rp.	114.000,00
12,0000 bh	Paku seng	@ Rp.	500,00 = Rp.	6.000,00
0,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	6.000,00
0,0250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	675,00
0,2500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	4.000,00
				<u>Rp. 130.675,00</u>

1 m' Kerpus seng BLS 30 :

0,1000	x H.10.a	@ Rp.	130.675,00 = Rp.	13.067,50
				<u>Rp. 13.067,50</u>

H.10.b 10 m' Kerpas asbes gelombang besar :

1,2500 ps	Asbes gel. besar	@ Rp.	40.000,00	= Rp.	50.000,00
4,0000 bh	Paku asbes	@ Rp.	500,00	= Rp.	2.000,00
0,0500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.200,00
0,0050	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	135,00
0,0500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	800,00
					<u>Rp. 54.135,00</u>

H.10.c 10 m' Kerpas asbes gelombang kecil :

1,1500 ps	Asbes gel. kecil	@ Rp.	25.000,00	= Rp.	28.750,00
4,0000 bh	Paku asbes	@ Rp.	500,00	= Rp.	2.000,00
0,0500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	1.200,00
0,0050	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	135,00
0,0500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	800,00
					<u>Rp. 32.885,00</u>

H.15 1 m' Talang Patahan seng BJLS 30 :

0,3500 ps	Seng palt BJLS 30	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	6.650,00
35,0000 bh	Paku sumbat	@ Rp.	300,00	= Rp.	10.500,00
0,6000	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	14.400,00
0,0600	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	1.620,00
0,3500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	5.600,00
0,0275	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	660,00
					<u>Rp. 39.430,00</u>

H.18. 1 m' Talang corong PAH :

0,2500 ps	Seng palt BJLS 30	@ Rp.	19.000,00	= Rp.	4.750,00
25,0000 bh	Paku sumbat	@ Rp.	300,00	= Rp.	7.500,00
0,3750	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	9.000,00
0,0375	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	1.012,50
0,2500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.000,00
0,0125	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	300,00
					<u>Rp. 26.562,50</u>

K.35 1 m2 Mengeter dua kali :

0,3500 kg	Teer swd	@ Rp.	6.000,00	= Rp.	2.100,00
0,1600	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	2.560,00
0,0080	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	192,00
					<u>Rp. 4.852,00</u>

K.9+23+30 1 m2 Pengecatan kayu 3 x :

0,4250 kg	Cat warna	@ Rp.	32.000,00	= Rp.	13.600,00
0,1200 kg	Cat dasar	@ Rp.	10.000,00	= Rp.	1.200,00
0,0570 kg	Minyak cat	@ Rp.	4.500,00	= Rp.	256,50
0,0800 kg	Dempul	@ Rp.	10.000,00	= Rp.	800,00
0,0100 kg	Batu kambang	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	90,00
0,4400	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	10.560,00
0,0440	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	1.188,00
0,2660	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.256,00
0,0130	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	312,00
					<u>Rp. 32.262,50</u>

Sup.DX.pl. 1 m2 Plituran kayu 2 x :

0,0200 kg	Sarlak	@ Rp.	75.000,00	= Rp.	1.500,00
0,3300 lt	Spirtus	@ Rp.	6.250,00	= Rp.	2.062,50
0,0200 kg	Batu kambang	@ Rp.	9.000,00	= Rp.	180,00
0,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	6.000,00
0,0250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00	= Rp.	675,00
0,2500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00	= Rp.	4.000,00
0,0125	Mandor	@ Rp.	24.000,00	= Rp.	300,00
					<u>Rp. 14.717,50</u>

Sup.IX. 1 m2 Pengecatan besi 3 x :

0,1420 kg	Cat dasar	@ Rp.	10.000,00 = Rp.	1.420,00
0,2840 kg	Cat warna	@ Rp.	32.000,00 = Rp.	9.088,00
0,2500	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	6.000,00
0,0250	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	675,00
0,2500	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	4.000,00
0,0125	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	300,00
				<u>Rp. 21.483,00</u>

G.53+K.30 1 m2 Pengecatan tembok 3 x :

0,4250 kg	Cat tembok	@ Rp.	12.000,00 = Rp.	5.100,00
0,0100	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
0,0010	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	27,00
0,0600	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	960,00
0,0030	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	72,00
				<u>Rp. 6.399,00</u>

G.53. 1 m2 Kapuran dinding 3 x :

0,0010 m3	Kapur	@ Rp.	200.000,00 = Rp.	200,00
0,0100	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	240,00
0,0010	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	27,00
0,0600	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	960,00
0,0030	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	72,00
				<u>Rp. 1.499,00</u>

Sup. a. 1 m2 Pasang Paving Blok Segi 4 Natural :

1,0000 m2	Paving blok segi 4 natural	@ Rp.	32.000,00 = Rp.	32.000,00
0,1200 m3	Pasir urug	@ Rp.	52.500,00 = Rp.	6.300,00
0,0050 m3	Pasir beton / pasang	@ Rp.	70.000,00 = Rp.	350,00
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	1.600,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
				<u>Rp. 46.070,00</u>

Sup. b. 1 m2 Pasang Paving Blok Segi 4 Warna :

1,0000 m2	Paving blok segi 4 warna	@ Rp.	40.000,00 = Rp.	40.000,00
0,1200 m3	Pasir urug	@ Rp.	52.500,00 = Rp.	6.300,00
0,0050 m3	Pasir beton / pasang	@ Rp.	70.000,00 = Rp.	350,00
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	1.600,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
				<u>Rp. 54.070,00</u>

Sup. c. 1 m2 Pasang Paving Blok Segi 6 Natural :

1,0000 m2	Paving blok segi 6 Natural	@ Rp.	32.000,00 = Rp.	32.000,00
0,1200 m3	Pasir urug	@ Rp.	52.500,00 = Rp.	6.300,00
0,0050 m3	Pasir beton / pasang	@ Rp.	70.000,00 = Rp.	350,00
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 = Rp.	540,00
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 = Rp.	1.600,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 = Rp.	480,00
				<u>Rp. 46.070,00</u>

Sup. d. 1 m2 Pasang Paving Blok Segi 6 Warna :

1,0000 m2	Paving blok segi 6 Warna	@ Rp.	40.000,00 =	Rp.	40.000,00
0,1200 m3	Pasir urug	@ Rp.	52.500,00 =	Rp.	6.300,00
0,0050 m3	Pasir beton / pasang	@ Rp.	70.000,00 =	Rp.	350,00
0,2000	Tukang	@ Rp.	24.000,00 =	Rp.	4.800,00
0,0200	Kepala tukang	@ Rp.	27.000,00 =	Rp.	540,00
0,1000	Pekerja	@ Rp.	16.000,00 =	Rp.	1.600,00
0,0200	Mandor	@ Rp.	24.000,00 =	Rp.	480,00
				Rp.	<u>54.070,00</u>

Brebes, 2003

Kepala Dinas Pekerjaan Umum
Kabupaten BrebesIn. DJOKO GUNAWAN
NIP. 500 091 305

DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN DAN UPAH
TAHUN ANGGARAN 2003

NO.	URAIAN	HARGA Rp.	SATUAN
1	2	2003	4
A.	BAHAN:		
I.	Kelompok Material Alam :		
1	Tanah urug		
2	Pasir urug	45.000,00	M3
3	Pasir batu (sirtu)	52.500,00	M3
4	Pasir pasang	55.000,00	M3
5	Pasir beton	70.000,00	M3
6	Batu blonos	70.000,00	M3
7	Batu belah 10/15	62.500,00	M3
8	Batu belah 15/20	75.000,00	M3
8	Batu pecah tangan 2-3 cm (split)	72.500,00	M3
9	Batu pecah tangan 3-4 cm	100.000,00	M3
10	Batu pecah tangan 3-5 cm	90.000,00	M3
11	Batu pecah tangan 5-7 cm	87.500,00	M3
12	Batu pecah mesin 2-3 cm	85.000,00	M3
13	Batu pecah mesin 1-2 cm	120.000,00	M3
14	Batu pecah mesin 0,5-1 cm	125.000,00	M3
15	Batu bata	245,00	Buah
16	Kapur brangkal	200.000,00	M3
II.	Kelompok Kayu		
17	Kayu Jati Klas 2 : Balok 8/15	5.125.000,00	M3
18	Kayu Jati Klas 3 : Balok 8/15	4.000.000,00	M3
19	a. Kayu Kamper : Balok 8/15		
	b. Kayu Kamper : 5/7 & 4/6	2.815.000,00	M3
	c. Kayu Kamper : 3/4 & 3/5	2.775.000,00	M3
	d. Kayu Kamper : 2/3	2.760.000,00	M3
		2.750.000,00	M3
20	a. Kayu Bangkirai : Balok 8/15		
	b. Kayu Bangkirai : 5/7 & 4/6	2.625.000,00	M3
	c. Kayu Bangkirai : 3/4 & 3/5	2.450.000,00	M3
	d. Kayu Bangkirai : 2/3	2.400.000,00	M3
		2.350.000,00	M3
21	a. Kayu Kruing : Balok 8/15		
	b. Kayu Kruing : 5/7 & 4/6	1.970.000,00	M3
	c. Kayu Kruing : 3/4 & 3/5	1.800.000,00	M3
	d. Kayu Kruing : 2/3	1.700.000,00	M3
		1.600.000,00	M3
22	a. Kayu Kalimantan (Meranti Batu) : Balok 8/15		
	b. Kayu Kalimantan (Meranti Batu) 5/7 & 4/6	1.400.000,00	M3
	c. Kayu Kalimantan (Meranti Batu) : 3/4 & 3/5	1.300.000,00	M3
	d. Kayu Kalimantan (Meranti Batu) : 2/3	1.200.000,00	M3
		1.100.000,00	M3
23	a. Kayu Kempas : Balok 8/15		
	b. Kayu Kempas Ukuran 5/7 & 4/6	1.815.000,00	M3
	c. Kayu Kempas Ukuran 3/4 & 3/5	1.350.000,00	M3
	d. Kayu Kempas Ukuran 2/3	1.500.000,00	M3
		1.580.000,00	M3

1	2	3	4
24	a. Kayu Punak : Balok 8/15		
	b. Kayu Punak Ukuran 5/7 & 4/6	1.575.000,00	M3
	c. Kayu Punak Ukuran 3/4 & 3/5	1.450.000,00	M3
	d. Kayu Punak Ukuran 2/3	1.400.000,00	M3
24	Kayu Rawa (Pinus)	1.350.000,00	M3
25	Kayu bakar	800.000,00	M3
26	Tripleks tebal 3 mm	50.000,00	M3
27	Tripleks tebal 6 mm	40.000,00	Lembar
28	Teakwood tebal 4 mm	60.000,00	Lembar
29	Multipleks 8 mm	78.000,00	Lembar
30	Multipleks 12 mm	97.500,00	M2
31	Dulken Q 10	120.000,00	M2
32	Dulken Q 12	4.500,00	M'
		6.500,00	M'
III.	Kelompok Besi / Baja :		
33	P a k u		
34	Paku asbes gelombang	8.000,00	Kg
35	Paku sumbat	500,00	Buah
36	Besi beton	300,00	Buah
37	Kawat beton (bindrad)	5.200,00	Kg
38	Baja struktur	9.000,00	Kg
39	Kawat bronjong Q 4 mm	8.000,00	Kg
40	Kawat kasa / nyamuk	7.000,00	Kg
41	Kawat Harmonika	5.700,00	m2
42	Kawat duri	-	m2
43	Pipa GI 1/2"	1.100,00	m'
44	Pipa GI 3/4"	62.500,00	Batang
45	Pipa GI 1"	75.000,00	Batang
46	Pipa GI 1,5"	117.500,00	Batang
47	Pipa GI 2"	170.000,00	Batang
48	Pipa GI 2,5"	235.000,00	Batang
49	Pipa GI 3"	300.000,00	Batang
50	Knee pipa GI 1/2"	435.000,00	Batang
51	Knee pipa GI 3/4"	1.550,00	Buah
52	Knee pipa GI 1"	2.100,00	Buah
53	Knee pipa GI 1,5"	3.100,00	Buah
54	Knee pipa GI 2"	6.250,00	Buah
55	Knee pipa GI 2,5"	9.250,00	Buah
56	Knee pipa GI 3"	18.500,00	Buah
57	Shock pipa GI 1/2"	28.000,00	Buah
58	Shock pipa GI 3/4"	1.300,00	Buah
59	Shock pipa GI 1"	1.500,00	Buah
60	Shock pipa GI 1,5"	2.800,00	Buah
61	Shock pipa GI 2"	4.600,00	Buah
62	Shock pipa GI 2,5"	6.800,00	Buah
63	Shock pipa GI 3"	13.750,00	Buah
64	Pipa PVC 1/2 "	18.500,00	Buah
65	Pipa PVC 3/4 "	7.500,00	Batang
		10.000,00	Batang

1	2	3	4
66	Pipa PVC 1 "		
67	Pipa PVC 1 1/2 "	13.750,00	Batang
68	Pipa PVC 2 "	24.300,00	Batang
69	Pipa PVC 2,5 "	30.000,00	Batang
70	Pipa PVC 3 "	43.500,00	Batang
71	Pipa PVC 4 "	60.000,00	Batang
72	Knee pipa PVC 1/2 "	100.000,00	Batang
73	Knee pipa PVC 3/4 "	1.000,00	Buah
74	Knee pipa PVC 1 "	1.350,00	Buah
75	Knee pipa PVC 1 1/2 "	2.100,00	Buah
76	Knee pipa PVC 2 "	5.300,00	Buah
77	Knee pipa PVC 2,5 "	8.400,00	Buah
78	Knee pipa PVC 3 "	13.750,00	Buah
79	Knee pipa PVC 4 "	25.000,00	Buah
80	Shock pipa PVC 1/2 "	37.500,00	Buah
81	Shock pipa PVC 3/4 "	1.000,00	Buah
82	Shock pipa PVC 1 "	1.300,00	Buah
83	Shock pipa PVC 1 1/2 "	1.875,00	Buah
84	Shock pipa PVC 2 "	4.300,00	Buah
85	Shock pipa PVC 2,5 "	6.800,00	Buah
86	Shock pipa PVC 3 "	10.900,00	Buah
87	Shock pipa PVC 4 "	16.250,00	Buah
88	Shower stenlees	32.500,00	Buah
89	Shower standar/biasa	65.000,00	Buah
90	Kran air standar	40.000,00	Buah
91	Pintu almunium	15.000,00	Buah
92	Bak cuci almunium	250.000,00	Unit
93	Kunci tanam 3 X Slog	200.000,00	Unit
94	Kunci tanam kualitas baik	65.000,00	Buah
95	Engsel pintu Nylon	120.000,00	Buah
96	Engsel jendela Nylon	6.000,00	Buah
97	Hak angin	5.000,00	Buah
98	G r e n d e l	4.000,00	Buah
99	Tarikan / Pegangan pintu	3.500,00	Buah
100	Rel pintu dorong	11.000,00	Buah
101	Tangki air fiberglas Isi : 500 lt	125.000,00	Buah
102	Pagar BRC Galvanis 90 x 240 cm	585.000,00	Unit
103	Pagar BRC Galvanis 120 x 240 cm	70.000,00	Lembar
104	Tiang BRC Galvanis panjang 120 cm	100.000,00	Lembar
105	Tiang BRC Galvanis panjang 150 cm	12.500,00	Batang
106	Pintu PVC	18.500,00	Batang
107	Kosen Almunium 4 Q Coklat	450.000,00	Unit
108	Kosen Almunium 4 Q Putih	94.000,00	m'
109	Atap Polikarbonat rangka Stanles	81.500,00	m'
110	Pintu kaca ribyen rangka almunium coklat	600.000,00	m2
111	Pintu kaca ribyen rangka almunium coklat	1.000.000,00	Unit
112	Railing stenless	815.000,00	Unit
113	Gipsun datar	540.000,00	m'
114	Gipsun bersusun profil	90.000,00	m2
		132.500,00	m2

1	2	3	4
	IV. Kelompok Lantai & Atap :		
115	Tegel abu-abu PC 20/20	750,00	Buah
116	Tegel warna PC 20/20	900,00	Buah
117	Keramik polos kw.1 ukuran 30 x 30 cm	30.000,00	M2
118	Keramik motif kw.1 ukuran 30 x 30 cm	37.500,00	M2
119	Keramik motif granit kw.1 ukuran 30 x 30 cm	43.500,00	M2
120	Keramik dinding polos kw.1 ukuran 20 x 25 cm	37.500,00	M2
121	Keramik dinding motif kw.1 ukuran 20 x 25 cm	42.500,00	M2
122	Paving segi 4 natural tb. 6 cm	32.000,00	m2
123	Paving segi 6 natural tb. 6 cm	32.000,00	m2
124	Paving segi 4 warna tb. 6 cm	40.000,00	m2
125	Paving segi 6 warna tb. 6 cm	40.000,00	m2
126	Paving segi 4 natural tb. 4 cm	30.000,00	m2
127	Paving segi 6 natural tb. 4 cm	30.000,00	m2
128	Paving segi 4 warna tb. 4 cm	35.000,00	m2
129	Paving segi 6 warna tb. 4 cm	35.000,00	m2
130	Kanstin	-	Buah
131	Genteng pres	800,00	Buah
132	Kerpus genteng pres	1.750,00	Buah
133	Genteng pres open	1.700,00	Buah
134	Kerpus genteng pres open	3.500,00	Buah
135	Genteng pres beton abu-abu	2.000,00	Buah
136	Kerpus genteng beton abu-abu	4.500,00	Buah
137	Genteng beton warna	3.000,00	Buah
138	Kerpus genteng beton warna	6.000,00	Buah
139	Asbes plat teb. 4 mm (100x200)	25.000,00	Lembar
140	Asbes gelombang besar (200x110x5,2)	60.000,00	Lembar
141	Asbes gelombang kecil (210x105x4,2)	50.000,00	Lembar
142	Kerpus asbes gelombang besar teb. 5 mm	40.000,00	Lembar
143	Kerpus asbes gelombang kecil teb. 4 mm	25.000,00	Lembar
144	Seng gelombang BJLS 30	40.000,00	Lembar
145	Seng Plat BJLS 30	19.000,00	Lembar
146	Eternit	6.500,00	M2
	V. Kelompok Cat :		
147	Cat Warna (Kayu)		
148	Cat Warna (besi)	32.000,00	Kg
149	Cat dasar (meni kayu)	32.000,00	Kg
150	Cat dasar (meni besi)	10.000,00	Kg
151	Cat tembok	10.000,00	Kg
152	Minyak cat	12.000,00	Kg
153	Minyak Terpentin	4.500,00	Kg
154	Politur	2.500,00	Kg
155	Dempul	12.500,00	Kg
156	Amplas	10.000,00	Kg
157	Batu kambang (batu apung)	2.000,00	Lembar
158	Sarлак	9.000,00	Kg
159	Spiritus	75.000,00	Kg
160	Teer	6.250,00	Liter
		6.000,00	Kg

1	2	3	4
VI.	Kelompok Lain-lain :		
161	Portland Cement (PC)	35.000,00	Zak
162	Portland Cement (PC)	700,00	Kg
163	Cemen putih	87.500,00	Zak
164	Cemen putih	1.750,00	Kg
165	Kaca bening tebal 3 mm	41.500,00	M2
166	Kaca bening tebal 5 mm	60.000,00	M2
167	Kaca rayban tebal 5 mm	70.000,00	M2
168	Kaca Buram tebal 5 mm	110.000,00	M2
169	Naco + kaca rayban + tralis lebar 50 cm	17.000,00	Buah
170	Naco + kaca rayban + tralis lebar 60 cm	18.500,00	Buah
171	Naco + kaca rayban + tralis lebar 70 cm	19.500,00	Buah
172	Naco + kaca rayban + tralis lebar 90 cm	22.500,00	Buah
173	Closet Jongkok KIA	90.000,00	Buah
174	Closet duduk	300.000,00	Buah
175	Closet duduk monoblock	1.300.000,00	Buah
176	Badkeep Fibreglass	600.000,00	Buah
177	Badkeep Alumunium	1.500.000,00	Buah
178	Gribig	5.500,00	m2
179	Wastafel Kw.1 pedes steel	1.000.000,00	Unit
180	Gorong-gorong diameter 60 cm	92.000,00	Batang
181	Gorong-gorong diameter 80 cm	152.000,00	Batang
182	Gorong-gorong diameter 100 cm	184.000,00	Batang
B.	UPAH TENAGA :		
1	T u k a n g	24.000,00	Hari
2	Kepala tukang	27.000,00	Hari
3	P e k e r j a	15.000,00	Hari
4	M a n d o r	24.000,00	Hari
5	M e k a n i k	22.000,00	Hari
6	Operator terlatih	30.000,00	Hari
7	Supir material	25.000,00	Hari

Brebes, 2003

Kepala Dinas Pekerjaan Umum
Kabupaten Brebes



Ir. DJOKO GUNAWAN
NIP. 500 091 305

PT WIJAYA KARYA BETON

WILAYAH PENJUALAN IV



Jl. Teuku Umar No. 21, Semarang 50234, Telepon : (024) 411890, 318787, 318746, Faksimili : (024) 318135

No. PS.03.03.WB-E.083-03

Semarang, 03 April 2003

Kepada Yth.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Fax. ---

YOGYAKARTA

u.p. Bpk. Fahmi

Perihal : Informasi harga Tiang Pancang untuk Penelitian Jembatan di Tegal

Dengan hormat,

Menindak lanjuti koordinasi pertanggal 03 April 2003, berikut kami sampaikan informasi harga Tiang Pancang WKA untuk Penelitian tersebut sebagai berikut :

No.	URAIAN	Panjang (m')	Harga / m'	PC Wire
1.	50 . A1 . M	15 A	Rp. 300.000.00	14 Ø 7 mm
2.	50 . A3 . M	15 A	Rp. 340.000.00	24 Ø 7 mm

KONDISI HARGA

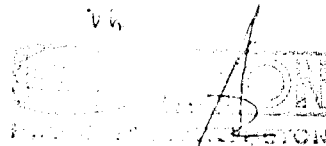
- * Belum termasuk PPN 10 % dan belum termasuk PPh.
- * Franco di atas truck di lokasi pekerjaan yang dapat terjangkau kendaraan angkut.
- * Informasi harga berlaku 2 (dua) minggu kecuali ada perubahan kebijaksanaan pemerintah dalam bidang moneter dan atau kenaikan harga Bahan Bakar Minyak.
- * Pembayaran :
 - Uang muka 30 %, dibayarkan sebelum produksi dimulai.
 - Pembayaran sisanya sebesar 70 % dibayarkan sebelum barang selesai dikirim.

SPEKIFIKASI TEKNIK

- * Spesifikasi mengaju kepada JIS A 5335 - 1985.
- * ISO 9001 : 2000, Certificate No. 945634.
- * Mutu beton K-600, semen tipe I.

Demikian informasi harga kami, atas perhatian dan kerja sama yang baik kami sampaikan terima kasih.

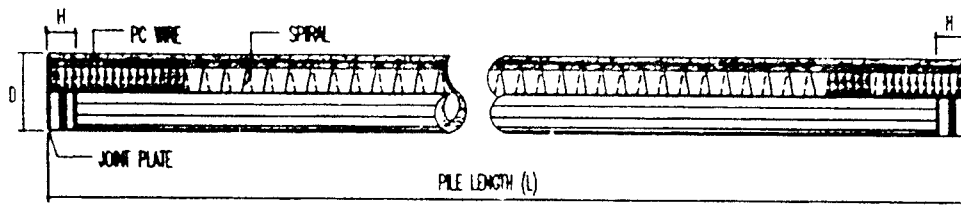
PT WIJAYA KARYA BETON
WILAYAH PENJUALAN IV



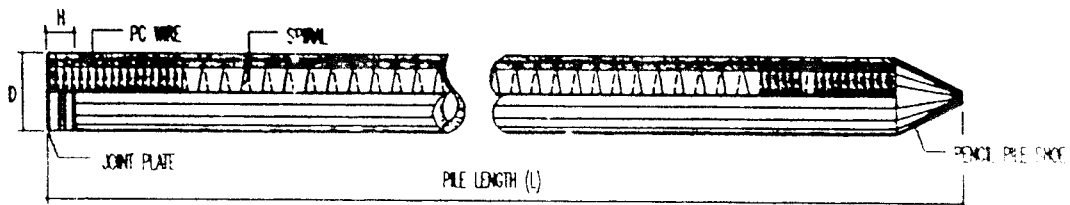
Ir. HADIAN PRAMUDITA
Manajer

Tembusan :
1. MPA PT WKA BETON
2. ARSIP

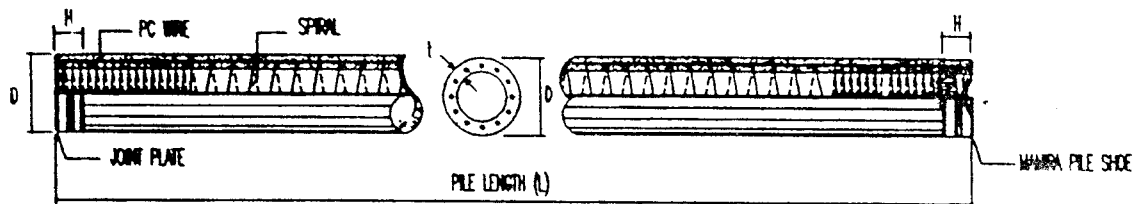
SHAPE AND DIMENSIONS



MIDDLE PILE



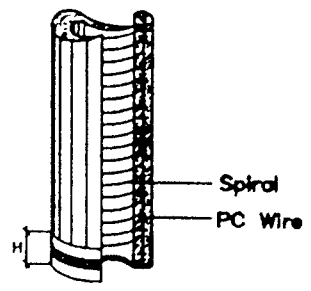
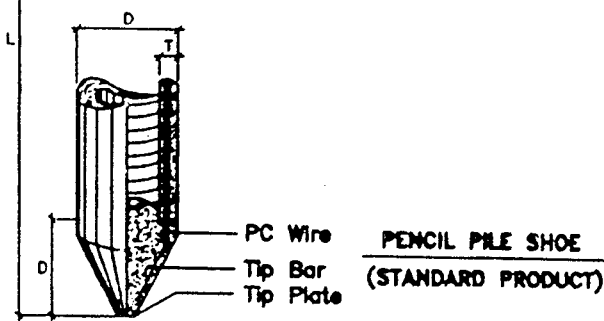
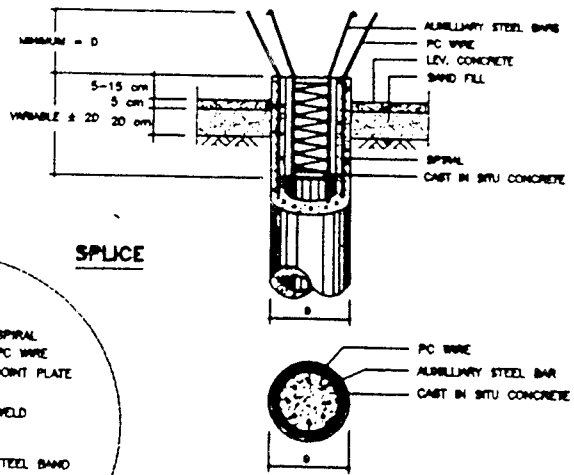
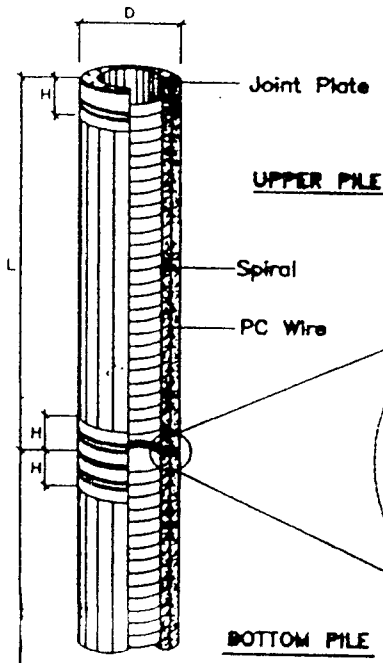
**BOTTOM PILE (PENCIL SHOE)
(STANDARD PRODUCT)**



**BOTTOM PILE (MAMIRA SHOE)
(SPECIAL DESIGN)**

Outside Diameter (D-mm)	Wall Thickness (T-mm)	Length of ¹⁾ Single Pile (L-m)	Steel Band ²⁾ Length (H-mm)	Pencil Shoe Length (D-mm)	Unit Weight ³⁾ (W - kg/m)
300	60	6 - 13	100	300	115
350	65	6 - 15	100	350	145
400	75	6 - 16	150	400	195
450	80	6 - 16	150	450	235
500	90	6 - 16	150	500	290
600	100	6 - 16	150	600	395

PILE HEAD, SPLICE & SHOE

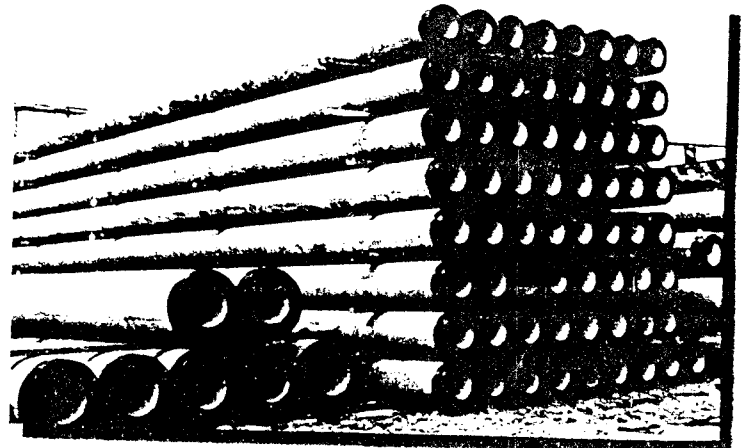
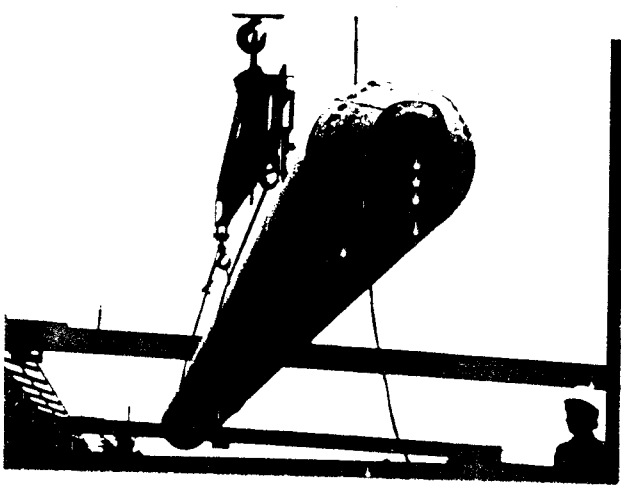


Mamira Pile Shoe (Special design)			Thickness of Weld
D (mm)	T (mm)	H (mm)	a (mm)
300	60	100	8
350	65	100	10
400	75	150	10
450	80	150	10
500	90	150	10
600	100	150	10

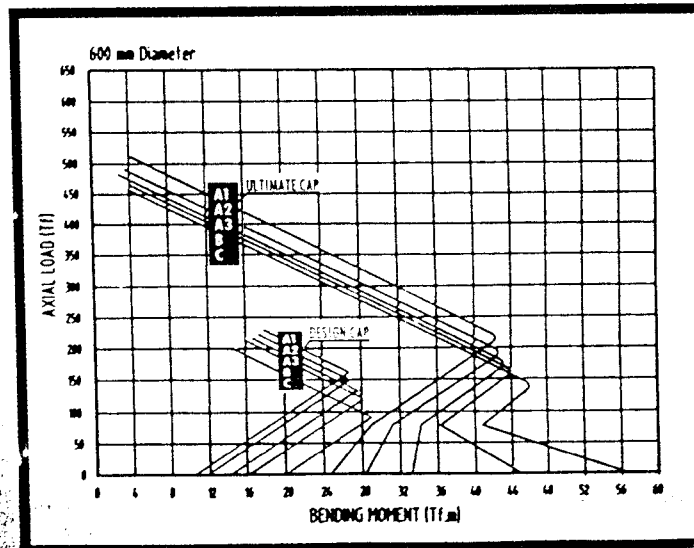
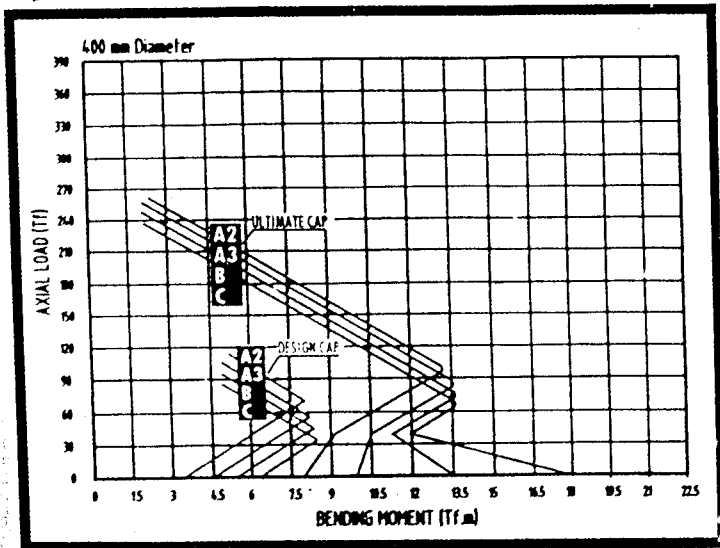
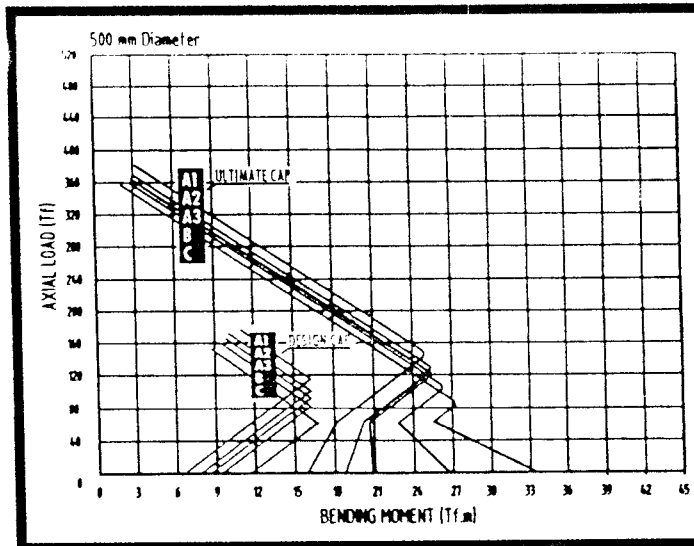
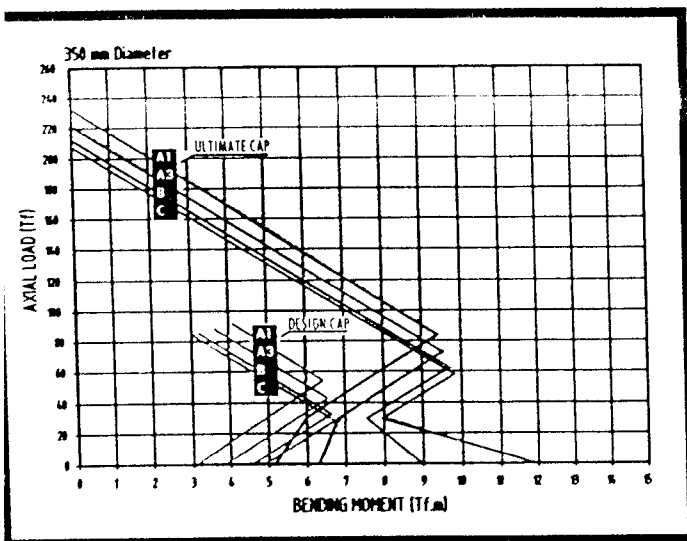
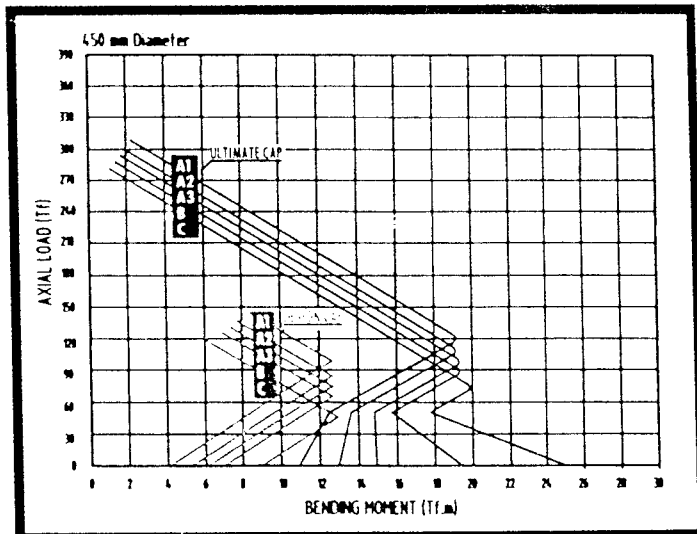
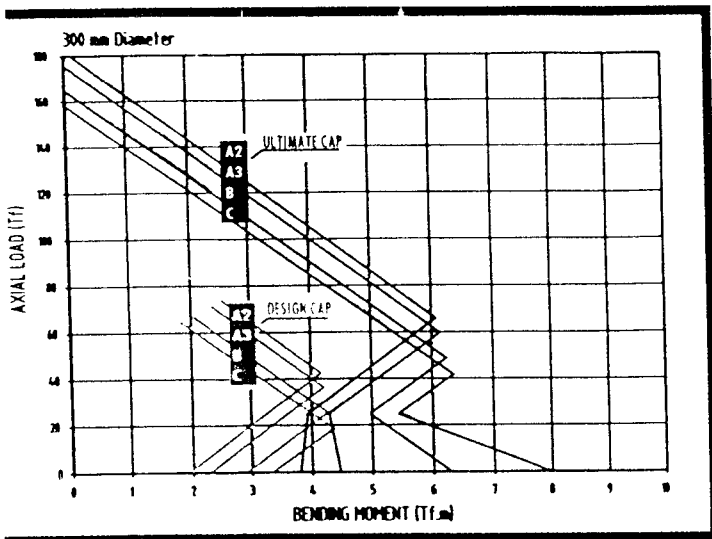
CLASSIFICATION

Outside Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Class	Concrete Cross Section (cm ²)	Section Modulus (cm ³)	Bending Moment Capacity (tf.m)		Allowable Axial Load (tf)
					Crack	Ultimate	
300	60	A2	452	2368,70	2,50		72,60
		A3		2389,60	3,00		70,75
		B		2431,40	3,50		67,50
		C		2478,70	4,00		65,40
350	65	A1	582	3646,00	3,50		93,10
		A3		3693,90	4,20		89,50
		B		3741,70	5,00		86,40
		C		3787,60	6,00		85,00
400	75	A2	765	5483,50	5,50		121,10
		A3		5537,40	6,50		117,60
		B		5591,30	7,50		114,40
		C		5678,20	9,00		111,50
450	80	A1	972	7591,60	7,50		149,50
		A2		7655,60	8,50		145,80
		A3		7717,10	10,0		143,80
		B		7783,80	11,0		139,10
500	90	C	1152	7929,00	12,50		134,90
		A1		10505,00	10,50		185,30
		A2		10579,30	12,50		181,70
		A3		10653,50	14,00		178,20
600	100	B	1530	10727,80	15,00		174,90
		C		10944,60	17,00		169,00
		A1		17482,60	19,00		252,70
		A2		17577,70	21,00		249,00
600	100	A3	1530	17792,70	23,00		243,20
		B		17949,60	25,00		238,30
		C		18263,40	27,00		229,50

Notes: 1) Pile are generally comply to JIS A 5335 - 1985 and modified to suit to ACI 543 - 1979, JSCE and PBI - 1971
 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



INTERACTION DIAGRAM OF BENDING MOMENT & AXIAL LOAD CAPACITY



MANUFACTURING PROCESS

Preparation of PC Wire and Spiral Wire

Concrete Batching and Mixing

Preparation of Mould

Reinforcing

Concrete Pouring

Mould Closing

Tensioning of PC Wire

Spinning

Steam Curing

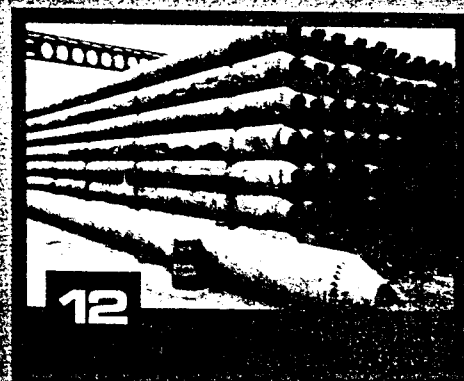
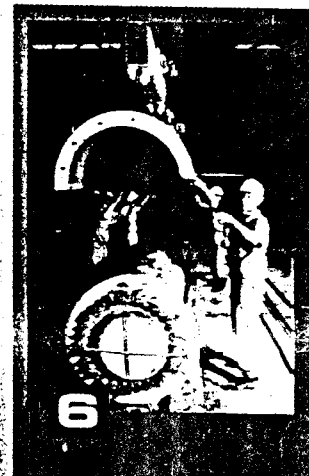
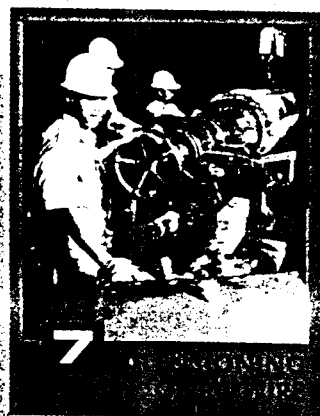
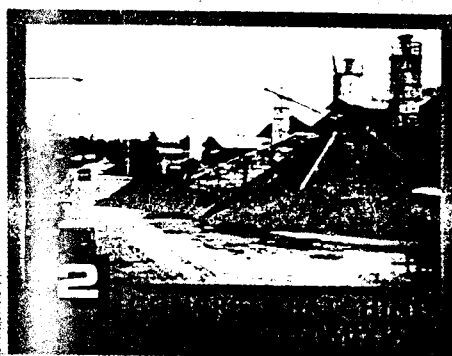
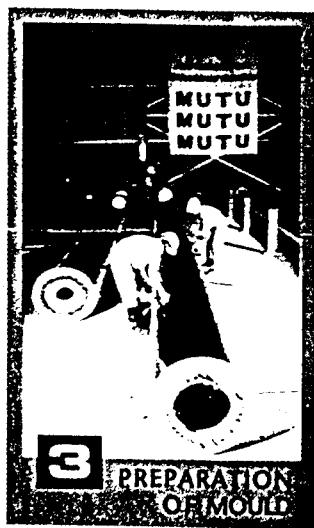
Detensioning

Demoulding

Stacking & Water Curing

Delivery

Mould

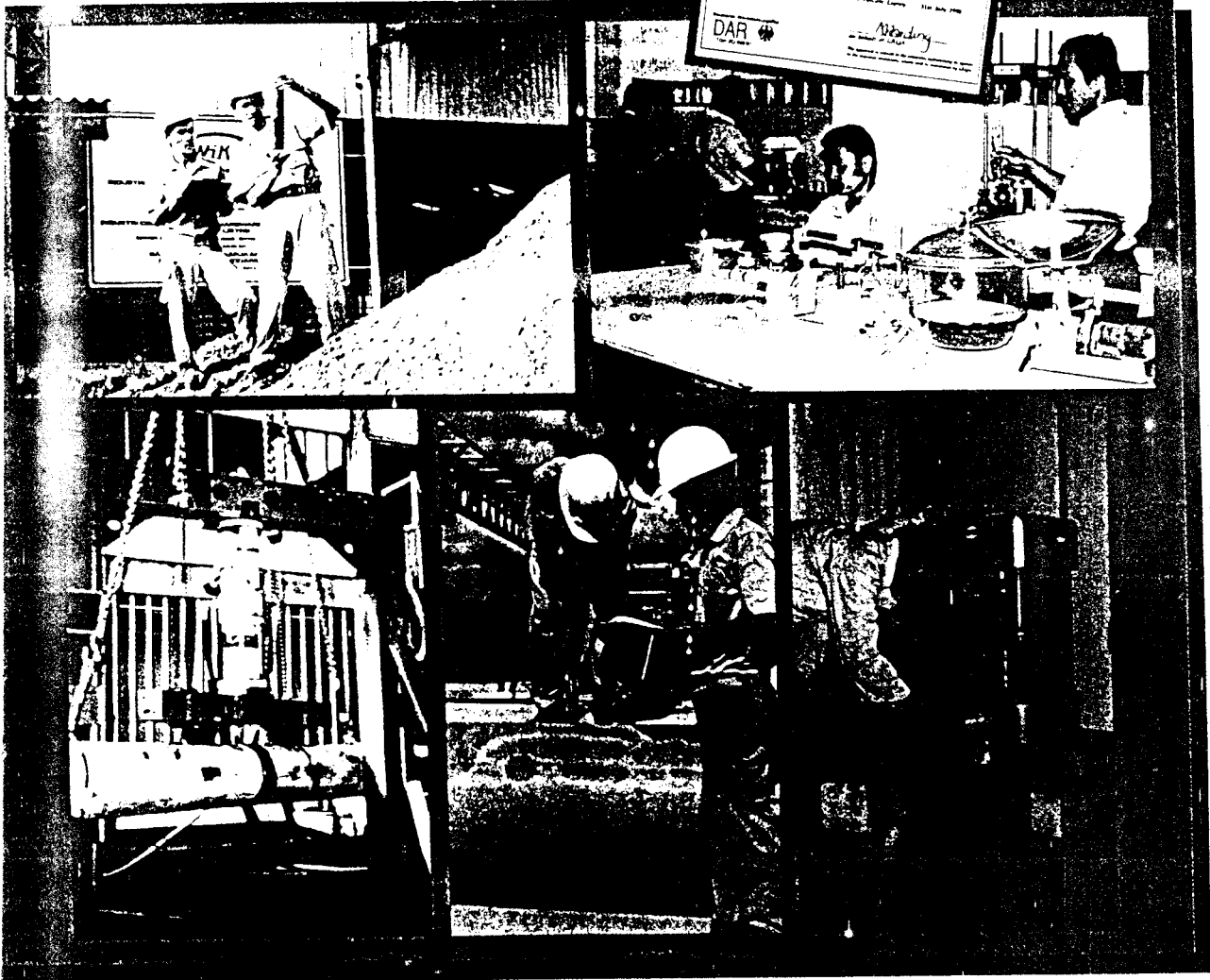
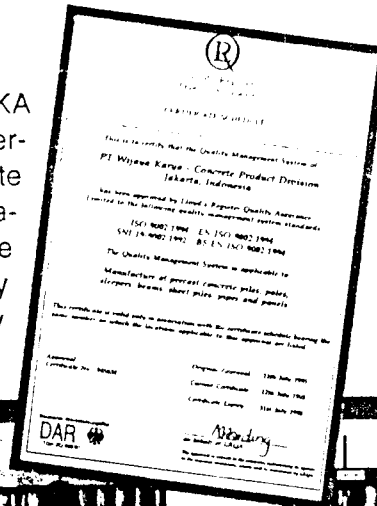


PC PILES

PT. WIJAYA KARYA BENTON

QUALITY CONTROL

ONE important aspect in the production of WIKA PC Piles is Quality Control. Quality Control personnel are inspecting raw material and concrete quality daily through the factory laboratory. Quality standards and mix-designs are established by the Concrete Laboratory which also carries out monthly evaluation on test results done by the factory Quality Control personnel. If necessary modifications will be



done by the Central Laboratory of PT Wijaya Karya. Strength test of prestress wires are also done by this laboratory.

Besides raw material, Quality Control personnel will inspect production process and ready products as well. Inspection and test result are then incorporate in the Factory Certificate issued for each production lot. To confirm design calculations with the actual pile strength, bending test are carried out on piles selected at random. This will also be done on prototypes of new pile types. If necessary and on request this bending test can be witnessed by the customer.

● DESIGN/TECHNICAL SUPPORT



○ MANUFACTURING



BEST PRICE AND QUALITY WITH DELIVERY IS WUKA'S
POLICY. WE ARE COMMITTED TO PROVIDING THE BEST SERVICE
AND SUPPORT TO OUR CUSTOMERS. WUKA'S
PRODUCTS ARE AVAILABLE IN ALL COUNTRIES
AND WE ARE COMMITTED TO PROVIDING THE BEST SERVICE
AND SUPPORT TO OUR CUSTOMERS. WUKA'S
PRODUCTS ARE AVAILABLE IN ALL COUNTRIES
AND WE ARE COMMITTED TO PROVIDING THE BEST SERVICE
AND SUPPORT TO OUR CUSTOMERS.

○ INSTALATION



○ DELIVERY



PROPER handling and good driving practice is essential in order to avoid unnecessary damage to piles.

Lifting points are clearly marked on every pile to enable proper handling by user.

For driving, the use of a Diesel Hammer or Hydraulic Hammer is preferred as the hammer blows are more likely to be co-axial with the pile than in the case of a drop hammer.

The hammer selection will depend on the pile size, pile weight and bearing capacity.

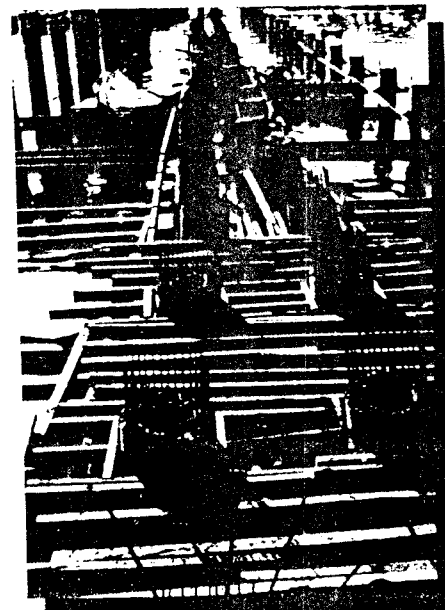
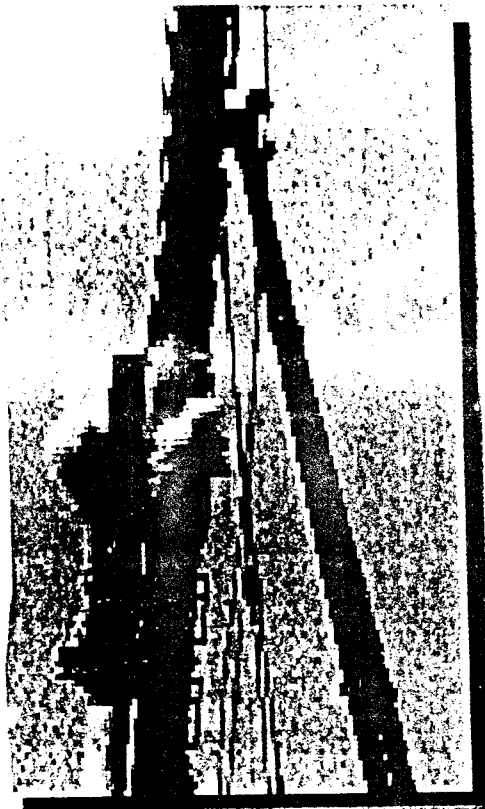
The table below gives a general recommendation of types of Diesel Hammers and Hydraulic Hammer to be used for driving WIKA piles.

Ultimate Bearing Capacity Formula/ Driving Formula

Hilley Formula for Diesel Hammer

$$R_d = \frac{f \cdot E_n}{S + 1/2(C_1 + C_2 + C_3)} \cdot \frac{W_r + e^2 \cdot W_p}{W_r + W_p}$$

- Where:
- R_d : Ultimate Bearing Capacity of Pile (ton)
 - f : Relative efficiency of hammer
 - f = 1.00 for diesel hammer
 - f = 0.75 for drop hammer
 - E_n : Hammer energy as stated by manufacturer
 - E_n = 2 · W_r · H for diesel hammer
 - E_n = W_r · H for drop hammer
 - W_r : Ram mass (ton)
 - H : Drop height of ram (m)
 - e : Coefficient of restitution
 - e = 0.25 for concrete Pile
 - W_p : Pile mass (ton)
 - S : Set (pile penetration) per blow (m)
 - C₁ : Elastic compression of cushion and cap (m)
 - C₂ : Elastic compression of pile (m)
 - C₃ : Elastic compression of soil (m)



Values for C₁, C₂ and C₃ for Hilley Formula for Diesel Hammer:

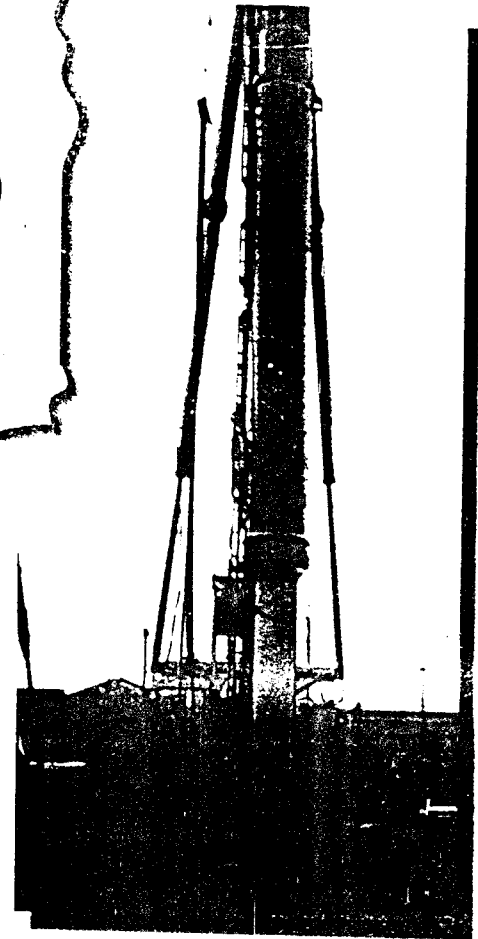
Easy Driving p _{1,2,3} = 35 kg/cm ²	Medium Driving p _{1,2,3} = 70 kg/cm ²	Hard Driving p _{1,2,3} = 105 kg/cm ²	Very Hard Driving p _{1,2,3} = 140 kg/cm ²
p ₁ (on cushion or Pile Head) No Cushion 0.003	0.005	0.010	0.013
p ₂ for Concrete Pile 0.002	0.002	0.002	0.002
p ₃ for Concrete Pile 0.002	0.002	0.002	0.002

* L should be considered as length to center of driving resistance, not necessarily full length of pile (include additional value for followers)

• Hilley Formula for Hydrolic Hammer

$$R_d = \frac{f \cdot E_n}{S + 1/2(C_1 + C_2 + C_3)} = \frac{f \cdot E_n}{S + 1/2(C_1 + C_2 + C_3)}$$

- Where:
- R_d : Ultimate Bearing Capacity of Pile (ton)
 - f : Relative efficiency of hammer (=2.5)
 - E_n : Energy readout on Hydrohammer control panel (KJ)
 - S : Set (pile penetration) per blow (mm)
 - C : Factor depending on type of Hydrohammer and Cross-sectional area of pile
 - C₁ : Elastic compression of cushion and pile cap (mm)
 - C₂ : Elastic compression of pile (mm)
 - C₃ : Elastic compression of soil (mm)



Selection of Pile Driver

Pile Diameter (mm)	Type of DIESEL HAMMER 1)		Type of HYDRO HAMMER 2)	
	Single Pile	Jointed Pile	Single Pile	Jointed Pile
300	K 13	K 13	S 35	S 35
350	K 13	K 13/ K 25	S 35	S 35
400	K 25	K 25/ K 35	S 35	S 35/ S 60/ S 70
450	K 25/ K 35	K 35	S 35/ S 60/ S 70	S 60/ S 70
500	K 35	K 35/ K 45/ KB 45	S 60/ S 70	S 60/ S 70/ S 90
600	K 45/ KB 45	K 45/ KB 45/ KB 60	S 60/ S 70	S 60/ S 70/ S 90

Notes: 1) Taken from Kobe DIESEL PILE HAMMER Manual. The Figure following K or KB represent the weight of ram, in KN
 2) Taken from the IHC HYDROHAMMER Manual. The figure following S represent the Striking Energy in KJ

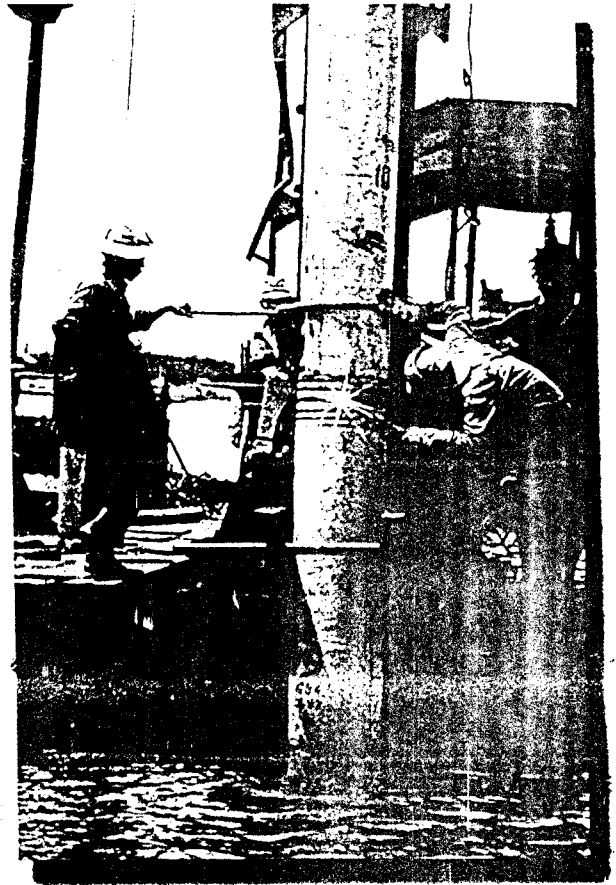
DRIVING METHOD

- The important aspect for piling works

1. Use driving machine with length of boom 12-18 m and length of leader 18-24 m for maximum pile length 12-18 m.
2. Use Diesel or Hydraulic hammer with Specification as seen on table.
3. Use suitable pile helmet for each type of pile.
4. Use timber sleeper with minimum thickness 10 cm.
5. Pitch the pile and place it in desire position.
6. The hammer, pile helmet and pile must be coaxial and the maximum allowable eccentricity is 10 mm.
7. Pile should be driven to the predetermined depth (specified by the Engineer) or to a satisfactory set. Do not over drive a pile.
8. Record data during driving for each 0.3 m penetration until final set, or to a predetermined depth.

- The data include:

- Date of driving
- Pile number
- Date of production
- Date of installation.
- Type of pile, size & length.
- Drop height and weight of hammer.
- Number of blow for each penetration (every 0.3 m to final set)
- Time schedule of driving including interruption.
- Final set
- Ground level and final level
- Alignment and deviation of pile



CONVERSION TABLE

NO.	TO CONVERT FROM	TO	MULTIPLY BY
1	Pound (lb) avourdupois	Kilogram (Kg)	0.4535924
2	Inch (in)	Centimeter (Cm)	2.54
3	Square Inch (in ²)	Square Centimeter (Cm ²)	6.452
4	Poound per Square Inch (Psi)	Kilogram per Square Centimeter (Kg/Cm ²)	0.07031
5	Concrete Cube Sample 15 x 15 x 15 cm	Concrete Cylinder sample 15 x 30 cm	0.83

● **Using SPT Data**

Meyerhoff has correlated the shaft and base resistance of Pile with the result of a standard penetration test. For displacement piles in saturated sand. The ultimate load is given by:

$$P_u = 40 \cdot N \cdot A_b + \frac{\bar{N} \cdot A_s}{5}$$

- Where:
- P_u = Ultimate load capacity (ton)
 - N = Standard penetration number at pile base
 - \bar{N} = Average value of N along pile shaft
 - A_b = Area of pile base (m^2)
= $\pi D^2/4$
 - A_s = Gross surface area of shaft (m^2)

Permissible Load Capacity of displacement piles (end bearing only), tons

Dia. of Piles (mm)	300	350	400	450	500	600
	0,111	0,149	0,196	0,259	0,338	0,522
STANDARD PENETRATION NUMBER, N	25	30	35	40	45	50
	24	28	33	38	43	47
	30	33	38	43	47	52
	35	38	43	47	52	57
	40	43	47	52	57	62
	45	47	52	57	62	67
	50	52	57	62	67	72
	55	57	62	67	72	77
	60	62	67	72	77	82
	65	70	75	80	85	90
	78	83	88	93	98	103
	91	96	101	106	111	116
	104	109	114	119	124	129
	117	122	127	132	137	142
	130	135	140	145	150	155
	143	148	153	158	163	168
	157	162	167	172	177	182

● **Using Sondir Data**

$$P_u = q_c \cdot A + \sum f \cdot R$$

- Where :
- P_u = Ultimate axial soil bearing capacity (t)
 - q_c = Cones value (t/cm^2)
 - A = Cross section area of end of pile (cm^2)
 - $\sum f$ = Total friction along pile body (t/cm)
 - R = Perimeter of Pile (cm)

LAPORAN HASIL PENYELIDIKAN TANAH

PADA PROYEK JEMBATAN GANGSA

DI KABUPATEN TEGAL



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG

KOMPLEK LABORATORIUM SIPIL FAK. TEKNIK JL. PROF. SOEDHARTO S.H KAMPUS
UNDIP TEMBALANG - SEMARANG TELP. 7499459

LAPORAN HASIL PENYELIDIKAN TANAH

PROYEK JEMBATAN GANGSA - KABUPATEN TEGAL

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan permintaan dari PT. PERWITA KARYA kepada pihak Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro untuk mengadakan penyelidikan tanah pada rencana Proyek Pembangunan Jembatan Gangsa di Tegal, maka telah dilaksanakan pekerjaan penyelidikan tanah pada lokasi tersebut.

Penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi pekerjaan sondir mesin, dan pekerjaan boring mesin, serta pengamatan di lapangan berupa test SPT, sehingga mendapatkan kesimpulan dan saran.

II. PENYELIDIKAN LAPANGAN DAN LABORATORIUM

Pekerjaan Penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi penyelidikan di lapangan dan Laboratorium, serta analisis data.

2.1. Penyelidikan Lapangan

Penyelidikan lapangan yang dilaksanakan yaitu meliputi pekerjaan sondir mesin, dan pengeboran mesin dengan hasil terlampir.

2.1.1. Penyelidikan Sondir

Pada pekerjaan sondir alat yang dipergunakan adalah sondir mesin hydrolic type Dutch Cone Penetrometer dengan kapasitas 10,00 ton dan tahanan konus (Cone Resistance) maximum $q_c = 700,0 \text{ kg/cm}^2$.

Banyaknya titik ada 4 (empat) yaitu sondir mesin SM.1, SM.2, SM.3 dan SM.4, yang letaknya sangat berjauhan seperti gambar terlampir.

Titik Sondir SM.1

Untuk titik sondir SM.1, kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai kedalaman -35,20 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cone Resistance) $q_c = 116,0 \text{ kg/cm}^2$ dan total tahanan pelekat / geser (total frictions) $JHP = 2146,67 \text{ kg/cm}^2$.

Pada kedalaman dari -1,20 meter sampai -12,20 meter terdapat lapisan tanah lempung dengan konsistensi sangat lunak sampai lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 10,0 \text{ kg/cm}^2$, pada kedalaman tersebut terdapat lensa pasir sangat lepas.

Kedalaman -12,40 meter sampai -16,60 meter terdapat lapisan lensa pasir kelempungan dengan konsistensi lepas sampai medium padat dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 20,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 80,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -16,80 meter sampai -29,40 meter terdapat lapisan lempung kelanauan dengan konsistensi teguh sampai kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 10,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 40,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -29,60 meter sampai -35,20 meter terdapat lapisan tanah dengan konsistensi kaku sampai sangat kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 59,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 116,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir SM.2

Untuk titik sondir SM.2, kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai kedalaman -35,40 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cone Resistance) $q_c = 112,0 \text{ kg/cm}^2$ dan total tahanan pelekat / geser (total frictions) $JHP = 2584,0 \text{ kg/cm}^2$.

Pada kedalaman dari -1,00 meter sampai -2,40 meter terdapat lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 8,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -2,60 meter sampai -3,40 meter terdapat lensa pasir medium padat dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 48,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 80,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -3,60 meter sampai -13,20 meter terdapat lapisan tanah lempung sangat lunak sampai lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 10,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -13,40 meter sampai -15,20 meter terdapat lensa pasir medium padat dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 46,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 80,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -15,40 meter sampai -32,80 meter terdapat lapisan lempung dengan konsistensi teguh sampai kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 12,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 76,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -33,0 meter sampai -35,20 meter terdapat lapisan lempung kelanauan dengan konsistensi sangat kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 80,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 112,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir SM.3

Untuk titik sondir SM.3, kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai kedalaman -35,20 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cone Resistance) $q_c = 110,0 \text{ kg/cm}^2$ dan total tahanan pekat / geser (total frictions) $JHP = 2122,67 \text{ kg/cm}^2$.

Pada kedalaman dari -0,80 meter sampai -3,80 meter terdapat lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 12,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -4,00 meter sampai -5,20 meter terdapat lapisan lensa pasir tipis dengan konsistensi medium dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 14,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 48,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -5,40 meter sampai -13,20 meter terdapat lapisan lempung dengan konsistensi sangat lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -13,40 meter sampai -16,20 meter terdapat lensa pasir dengan konsistensi lepas sampai padat dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 24,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 120,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -16,40 meter sampai -25,00 meter terdapat lapisan lempung teguh sampai kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 12,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 64,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -25,20 meter sampai -35,20 meter terdapat lapisan lempung kaku sampai sangat kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 56,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 116,0 \text{ kg/cm}^2$.

Titik Sondir SM.4

Untuk titik sondir SM.4, kedalaman yang dapat dilaksanakan sampai kedalaman -35,60 meter dari permukaan tanah setempat dengan tahanan konus (Cone Resistance) $q_c = 104,0 \text{ kg/cm}^2$ dan total tahanan pelekat / geser (total frictions) $JHP = 2312,0 \text{ kg/cm}^2$.

Pada kedalaman dari -0,80 meter sampai -3,40 meter terdapat lapisan lempung sangat lunak sampai lunak dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 2,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 8,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -3,60 meter sampai -13,80 meter terdapat lapisan tanah berselang-seling antara lempung lunak dan pasir medium dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 4,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 40,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -14,00 meter sampai -15,40 meter terdapat lensa pasir padat dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 64,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 150,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -15,60 meter sampai -24,00 meter terdapat lapisan lempung dengan konsistensi teguh dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 14,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 34,0 \text{ kg/cm}^2$.

Kedalaman -24,20 meter sampai -35,60 meter terdapat lapisan lempung kaku sampai sangat kaku dengan tahanan konus (Cone Resistance) antara $q_c = 46,0 \text{ kg/cm}^2$ sampai $q_c = 104,0 \text{ kg/cm}^2$.

2.1.2. Pekerjaan Bor

Pada pekerjaan bor alat yang dipergunakan adalah bor mesin (Drilling Bore) dengan diameter 3 inchi.

Jumlah titik bor yang dilaksanakan ada 4 (empat), yaitu titik Bor Mesin BM.I, BM.II, BM.III. dan BM.IV yang letaknya seperti pada situasi terlampir (ditentukan oleh pihak proyek).

Titik Bor BM.I

Kedalaman pengeboran yang dilakukan mencapai -40,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai -2,00 meter dari permukaan tanah setempat lapisan tanah berupa pasir lepas berwarna coklat kehitaman.

Kedalaman -2,00 meter sampai -10,00 meter lapisan tanah berupa lempung kepasiran teguh berwarna coklat kehitaman dengan nilai N SPT = 6 sampai N SPT = 9.

Kedalaman -10,00 meter sampai -15,00 meter lapisan tanah berupa lempung teguh berwarna abu-abu sampai abu-abu kehitaman dengan nilai NSPT = 4 sampai N SPT = 21.

Kedalaman -15,00 meter sampai -19,50 meter lapisan tanah berupa lempung kaku sedikit kerikil berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 17.

Kedalaman -19,50 meter sampai -22,00 meter lapisan tanah berupa lempung kelanauan kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 21.

Kedalaman -22,00 meter sampai -26,00 meter lapisan tanah berupa batu lanau keras berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 17 sampai N SPT = 22.

Kedalaman -26,00 meter sampai -30,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 18.

Kedalaman -30,00 meter sampai -35,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku sedikit kerikil berwarna coklat muda dengan nilai N SPT = 32.

Kedalaman -35,00 meter sampai -40,00 meter lapisan tanah berupa batu lempung keras berwarna coklat kehitaman dengan nilai N SPT = 43 sampai N SPT = 45.

Muka air tanah (MAT) pada titik bor BM. I terdapat pada kedalaman -8,40 meter dari permukaan tanah setempat.

Titik Bor BM.II

Kedalaman pengeboran yang dilakukan mencapai -40,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman ± 0,00 meter sampai -3,50 meter dari permukaan tanah setempat lapisan tanah berupa lempung kepasiran teguh berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 3.

Kedalaman -3,50 meter sampai -8,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku sedikit kerikil berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 4 sampai N SPT = 8.

Kedalaman -8,00 meter sampai -9,50 meter lapisan tanah berupa pasir medium padat berwarna coklat muda.

Kedalaman -9,50 meter sampai -15,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 16 sampai N SPT = 19.

Kedalaman -15,00 meter sampai -20,00 meter lapisan tanah berupa lanau kelepungan kaku berwarna abu-abu sampai coklat dengan nilai N SPT = 19. sampai N SPT = 20.

Kedalaman -20,00 meter sampai -25,00 meter lapisan tanah berupa lempung kelanauan kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 27 sampai N SPT = 29.

Kedalaman -25,00 meter sampai -29,50 meter lapisan tanah berupa lempung kepasiran kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 21.

Kedalaman -29,50 meter sampai -35,00 meter lapisan tanah berupa lempung sangat kaku berwarna abu-abu sampai abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 27 sampai N SPT = 31.

Kedalaman -35,00 meter sampai -40,00 meter lapisan tanah berupa batu lempung kepasiran keras, sedikit kerikil berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 39 sampai N SPT = 45.

Muka air tanah (MAT) pada titik bor BM. II terdapat pada kedalaman -4,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Titik Bor BM.III

Kedalaman pengeboran yang dilakukan mencapai -40,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman ± 0,00 meter sampai -1,00 meter dari permukaan tanah setempat lapisan tanah berupa lempung lunak berwarna coklat muda

Kedalaman -1,00 meter sampai -5,00 meter lapisan tanah berupa pasir medium padat berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 4. sampai N SPT = 10.

Kedalaman -5,00 meter sampai -10,00 meter lapisan tanah berupa lempung kepasiran kaku berwarna abu-abu sampai abu-abu kehitaman dengan nilai NSPT = 2 sampai N SPT = 4.

Kedalaman -10,00 meter sampai -14,50 meter lapisan tanah berupa lempung kaku berwarna abu-abu kecoklatan dengan nilai N SPT = 3.

Kedalaman -14,50 meter sampai -20,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku sedikit kerikil berwarna coklat muda sampai kehitaman dengan nilai N SPT = 12 sampai N SPT = 18.

Kedalaman -20,00 meter sampai -27,00 meter lapisan tanah berupa lanau kelempungan kaku berwarna abu-abu kecoklatan dengan nilai N SPT = 18 sampai N SPT = 20.

Kedalaman -27,00 meter sampai -33,00 meter lapisan tanah berupa lempung kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 28 sampai N SPT = 34.

Kedalaman -33,00 meter sampai -38,00 meter lapisan tanah berupa batu lempung kepasiran sangat kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 38 sampai N SPT = 41.

Kedalaman -38,00 meter sampai -40,00 meter lapisan tanah berupa batu lempung sangat kaku sedikit kerikil berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 42.

Muka air tanah (MAT) pada titik bor BM. III terdapat pada kedalaman -3,80 meter dari permukaan tanah setempat.

Titik Bor BM.IV

Kedalaman pengeboran yang dilakukan mencapai -40,00 meter dari permukaan tanah setempat.

Pada kedalaman ± 0,00 meter sampai -5,00 meter dari permukaan tanah setempat lapisan tanah berupa lempung kepasiran teguh berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 2 sampai N SPT = 15.

Kedalaman -5,00 meter sampai -7,50 meter lapisan tanah berupa pasir medium padat berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 4.

Kedalaman -7,50 meter sampai -11,00 meter lapisan tanah berupa lempung kepasiran kaku berwarna abu-abu sampai kehitaman dengan nilai NSPT = 6.

Kedalaman -11,00 meter sampai -15,00 meter lapisan tanah berupa lanau teguh berwarna coklat kemerahan dengan nilai N SPT = 8 sampai N SPT = 20.

Kedalaman -15,00 meter sampai -20,00 meter lapisan tanah berupa lempung kepasiran kaku berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 19 sampai N SPT = 21.

Kedalaman -20,00 meter sampai -24,50 meter lapisan tanah berupa lempung kelanauan kaku berwarna abu-abu sampai coklat muda dengan nilai N SPT = 23.

Kedalaman -24,50 meter sampai -30,00 meter lapisan tanah berupa lanau kelempungan kaku berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 27 sampai N SPT = 29.

Kedalaman -30,00 meter sampai -33,00 meter lapisan tanah berupa lempung sangat kaku berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 28.

Kedalaman -33,00 meter sampai -38,00 meter lapisan tanah berupa lempung sangat kaku sedikit kerikil berwarna abu-abu kehitaman dengan nilai N SPT = 35 sampai N SPT = 40.

Kedalaman -38,00 meter sampai -40,00 meter lapisan tanah berupa batu lempung kepasiran sangat kaku berwarna abu-abu dengan nilai N SPT = 43.

Muka air tanah (MAT) pada titik bor BM. IV terdapat pada kedalaman -4,20 meter dari permukaan tanah setempat.

2.2. Pekerjaan Laboratorium

Pekerjaan Laboratorium yang dilaksanakan hanya berupa penggambaran grafik cone resistance, local friction, dan total friction (JHP), serta friction ratio (FR), dengan hasil terlampir.

III. PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH

Banyak formula dan metode perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang, berikut diberikan salah satu metode untuk perhitungan daya dukung tiang pancang sebagai berikut :

3.1. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Berdasarkan Hasil Sondir Mesin Test (SM) --> Formulla Bagemman

Proyek : Jembatan K. Gangsa

L o k a s i : Brebes

Sample Code	Depth (M)	Bearing Capacity Of Deep Foundations Q (ton)		
		DIAMETER	DIAMETER	DIAMETER
		Pile 40 cm	Pile 45 cm	Pile 60 cm
SM.1	-20.00	24.05	27.26	40.61
	-25.00	35.80	40.41	59.75
	-30.00	58.61	67.53	103.62
	-35.50	90.85	104.81	161.22
SM.2	-20.00	24.45	27.67	41.13
	-25.00	47.83	55.38	85.72
	-30.00	65.73	75.11	113.58
	-35.50	100.98	115.52	175.05
SM.3	-20.00	17.96	20.55	31.17
	-25.00	29.08	33.05	49.50
	-30.00	54.01	62.17	95.28
	-35.50	90.47	104.42	160.73
SM.4	-20.00	21.71	24.44	35.98
	-25.00	41.91	48.28	74.07
	-30.00	53.05	60.22	90.00
	-35.50	90.26	103.25	156.43

3.2. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Berdasarkan Hasil N SPT Test (Schmertmann)

Proyek : Jembatan K. Gangsa

L o k a s i : Brebes

Sample Code	Depth (M)	Bearing Capacity Of Deep Foundations Q (ton)		
		DIAMETER	DIAMETER	DIAMETER
		Pile 40 cm	Pile 45 cm	Pile 60 cm
BM.1	-25.00	49.83	57.16	63.00
	-30.00	60.20	68.90	77.87
	-35.00	77.16	88.88	93.64
	-40.00	111.57	128.44	136.28
BM.2	-25.00	46.04	53.02	55.93
	-30.00	70.25	80.91	85.35
	-35.00	87.18	100.08	109.35
	-40.00	117.26	134.83	144.80
BM.3	-25.00	44.14	50.96	52.40
	-30.00	65.44	75.56	77.44
	-35.00	91.13	104.99	110.45
	-40.00	119.82	137.52	150.72
BM.4	-25.00	49.72	57.69	55.93
	-30.00	67.99	78.37	81.96
	-35.00	90.12	103.65	111.00
	-40.00	122.54	140.70	153.42

III. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari data hasil penyelidikan tanah yang dilaksanakan dilapangan dan Laboratorium, maka dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut :

4.1. Kesimpulan

Dari data hasil penyelidikan tanah yang dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- 4.1.1. Secara umum dari data sondir mesin dari kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai $-13,00$ meter dari muka tanah setempat terdapat lapisan tanah lempung sangat lunak sampai lunak yang disisipi oleh lensa pasir. Dari kedalaman $-13,00$ meter sampai $-27,50$ meter terdapat lapisan lempung teguh sampai kaku dan kedalaman $-27,50$ meter sampai $-35,50$ meter terdapat lapisan lempung kaku sampai sangat kaku.
- 4.1.2. Dari data Bor Mesin lapisan tanah secara umum berupa lempung dan tersisipi oleh pasir kelanauan, pada kedalaman $-36,00$ meter sampai $-40,00$ meter terdapat lapisan batu lempung sangat kaku sampai keras.
- 4.1.3. Dari data sondir mesin (SM.2 dan SM.4) tinggi timbunan kritis (H_{cr}) sekitar $4,50$ meter.

4.2. Saran - saran

Dari data hasil penyelidikan tanah dan kesimpulan, maka dapat disarankan sebagai berikut :

- 4.2.1. Untuk pondasi jembatan dengan bentang panjang disarankan memakai pondasi tiang pancang. Kedalaman tiang pancang agar disesuaikan dengan kapasitas daya dukung tiang terhadap beban yang bekerja pada pondasi yang direncanakan. Untuk data dari boring agar daya dukung tiang lebih besar dapat memakai formula JRA (Japan Road Association) atau Mayerhoefer.
- 4.2.2. Bila pondasi tiang akan menerima beban horisontal cukup besar, maka disarankan untuk menambah jumlah baris tiang dengan daya dukung

optimum dibandingkan dengan apabila mengurangi jumlah baris dengan daya dukung maximal (memperdalam tiang pancang).

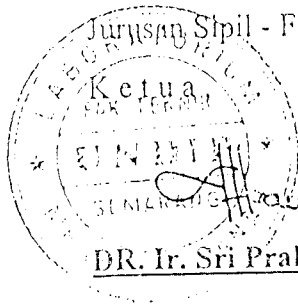
- 4.2.3. Mengingat tanah bagian atas berupa lempung sangat lunak, maka disarankan tinggi timbunan agar tidak melebihi tinggi timbunan kritis (H_{cr}) yang telah diprediksikan. Tinggi timbunan kritis (H_{cr}) pada kesimpulan diatas belum dibagi dengan faktor keamanan ($FK = 1,2$).
- 4.2.4. Agar tidak terjadi penurunan yang berlebihan pada oprit jembatan dan mengingat lapisan tanah bagian atas sangat lunak (dari data sondir), maka disarankan untuk melakukan pree loading terlebih dahulu dengan vertikal fibre drain. Kedalaman lapisan tanah yang di pree loading seyogyanya pada nilai konus $q_c < 10 \text{ kg/cm}^2$.
- 4.2.5. Untuk meyakinkan daya dukung tiang pancang agar dilakukan callendering test dan loading test statis atau dinamis (PDA).

Demikian laporan hasil penyelidikan tanah ini disajikan, semoga dapat membantu dalam perencanaan maupun pelaksanaan pekerjaan yang akan dilaksanakan, dan atas kerja samanya kami ucapkan terima kasih.

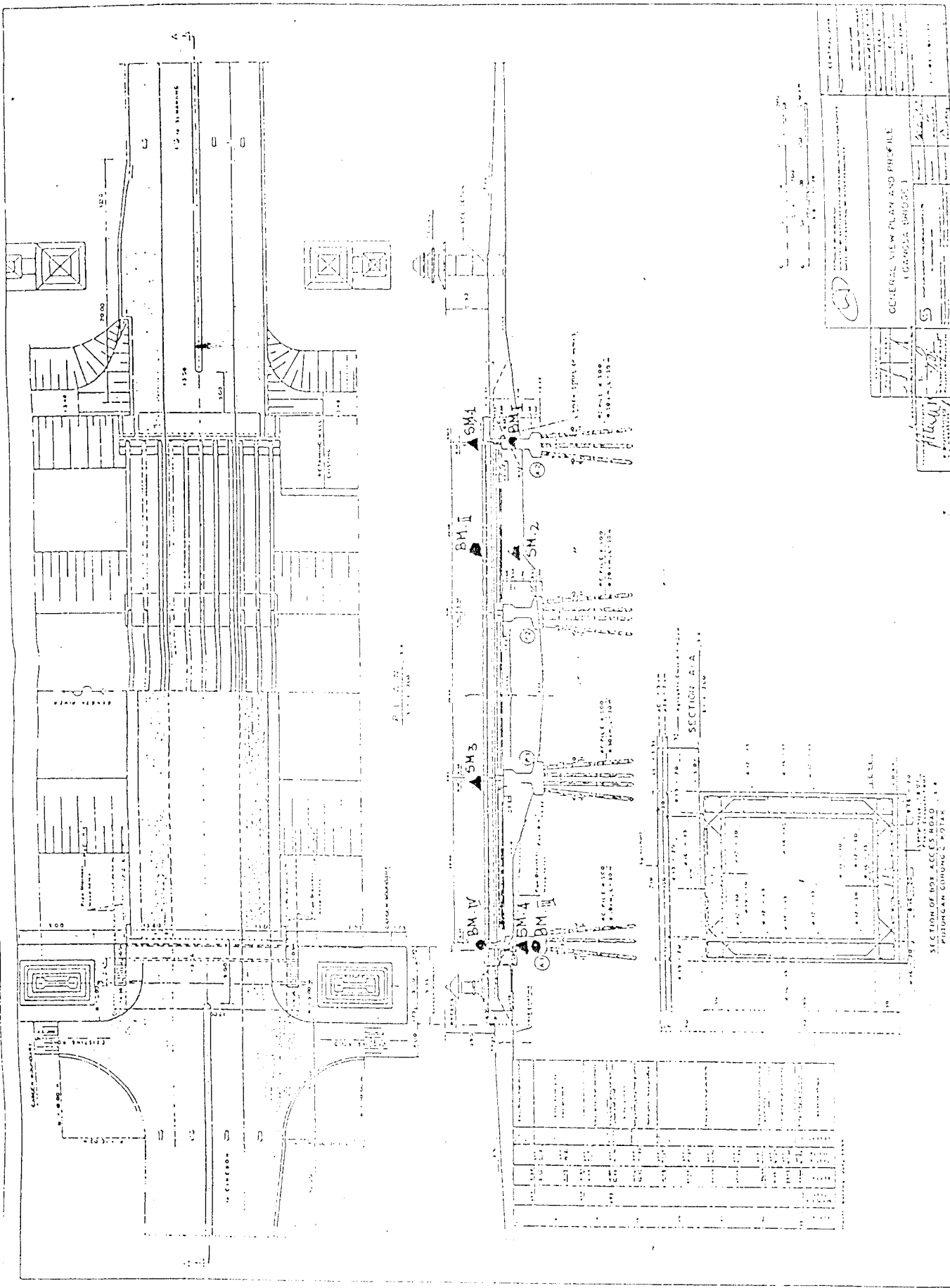
Semarang, 30 November 2001

Laboratorium Mekanika Tanah

Jurusan Sipil - Fakultas Teknik UNDIP



DR. Ir. Sri Prabandiyani, Msc.



GENERAL VIEW PLAN AND PROFILE (GANDA BRIDGE)	
NO. 117	DATE 1958
DRAWN BY: [Signature]	
CHECKED BY: [Signature]	
SCALE: 1:1000	

SECTION OF BOX ACCESS ROAD
PULUNGAN GUNUNG S. POTAR

SECTION A-A
SCALE 1:1000

SECTION B-B
SCALE 1:1000

SECTION C-C
SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

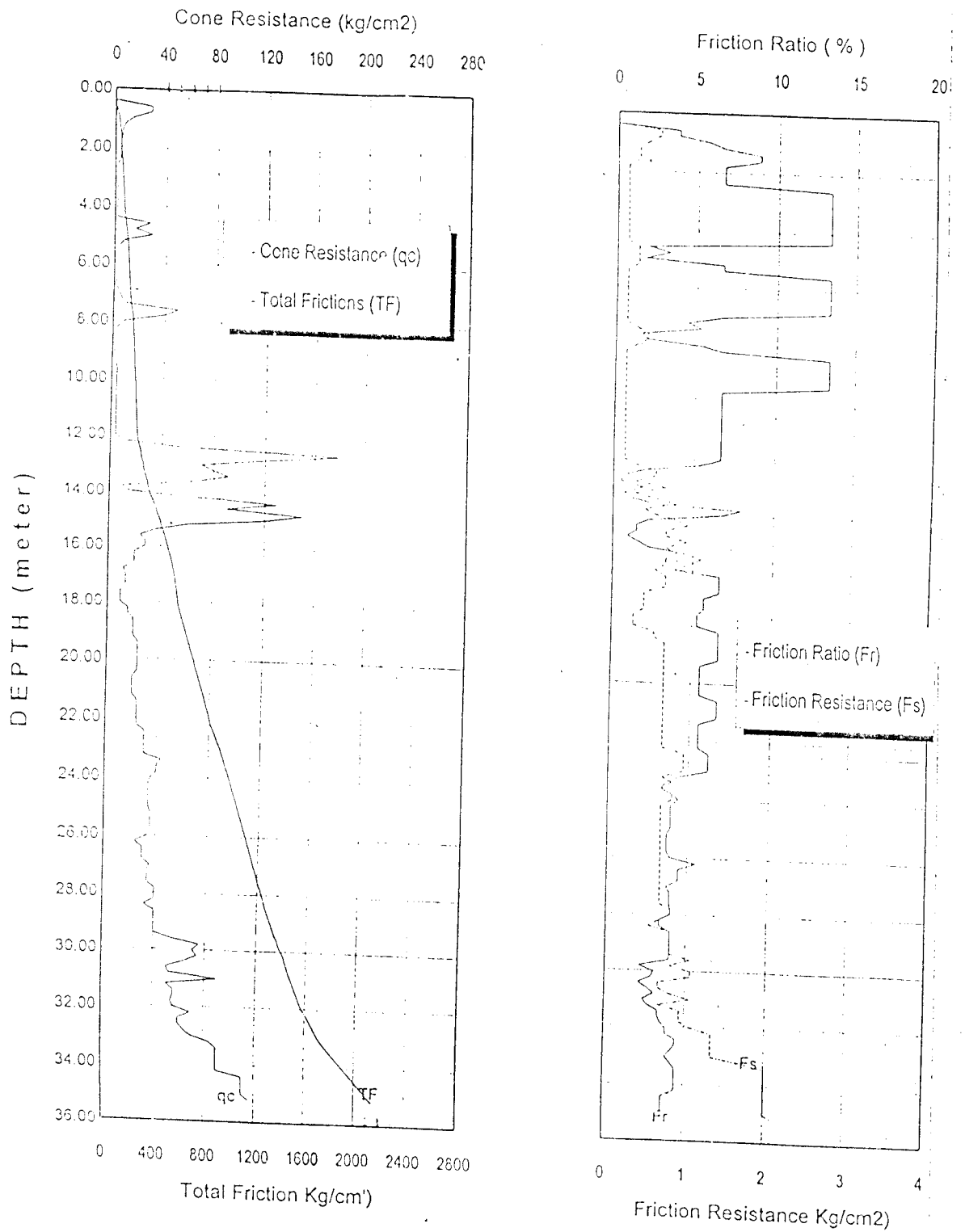
SCALE 1:1000

SCALE 1:1000

SCALE 1:1000



GRAFIK SONDIR



PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegal
SONDIR : SM.1



HASIL SONDIR

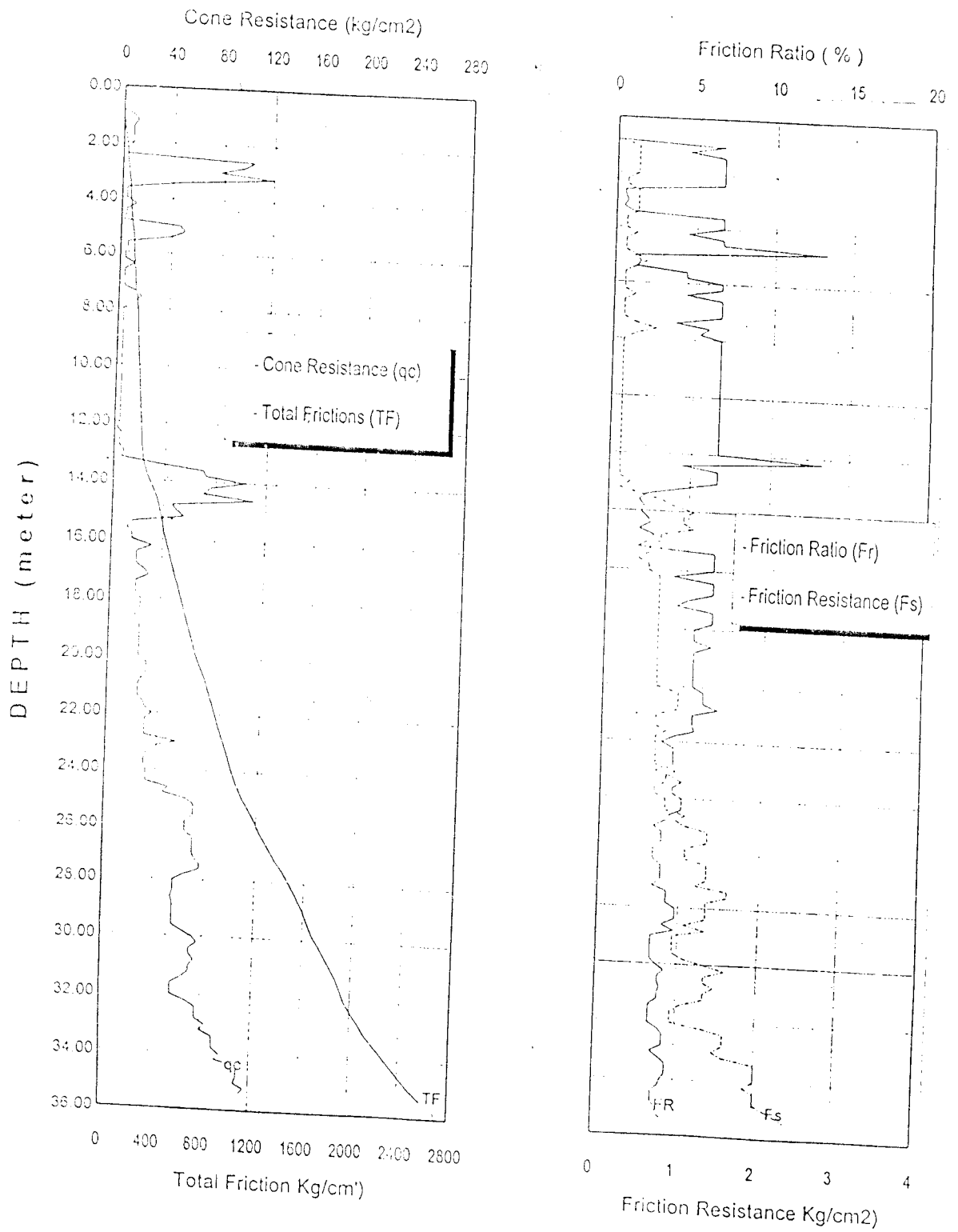
PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegal
TITIK : SM 1

TANGGAL : 21 October 2001
TEAM : IMF-TH-UNSDP

DEPTH (M)	qs perlawanan (kg/cm ²)	qs pembatasan (kg/cm ²)	qs + f (kg/cm ²)	F (kg/cm ²)	T (kg/cm)	Fraction Ratio (FR %)	DEPTH (M)	qs perlawanan (kg/cm ²)	qs pembatasan (kg/cm ²)	qs + f (kg/cm ²)	F (kg/cm ²)	T (kg/cm)	Fraction Ratio (FR %)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	18.00	8.00	12.00	0.53	552.00	0.67
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	16.00	8.00	12.00	0.53	582.07	0.67
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.60	20.00	10.00	15.00	0.67	570.00	0.67
0.60	28.00	14.00	18.00	0.53	10.67	3.81	18.80	20.00	10.00	15.00	0.67	589.33	0.67
0.80	28.00	14.00	18.00	0.53	21.33	3.81	19.00	20.00	10.00	15.00	0.67	602.07	0.67
1.00	14.00	7.00	10.00	0.40	29.33	5.71	19.20	20.00	10.00	15.00	0.67	610.00	0.67
1.20	8.00	4.00	6.00	0.27	34.67	6.67	19.40	24.00	12.00	17.00	0.67	629.33	0.60
1.40	6.00	3.00	5.00	0.27	40.00	8.89	19.60	24.00	12.00	17.00	0.67	642.07	0.56
1.60	6.00	3.00	5.00	0.27	45.33	8.89	19.80	24.00	12.00	17.00	0.67	650.00	0.56
1.80	4.00	2.00	3.00	0.13	48.00	6.67	20.00	24.00	12.00	17.00	0.67	669.33	0.56
2.00	4.00	2.00	3.00	0.13	50.67	6.67	20.20	24.00	12.00	17.00	0.67	682.67	0.56
2.20	4.00	2.00	3.00	0.13	53.33	6.67	20.40	24.00	12.00	17.00	0.67	696.00	0.56
2.40	4.00	2.00	3.00	0.13	56.00	6.67	20.60	20.00	10.00	15.00	0.67	709.33	0.67
2.60	2.00	1.00	2.00	0.13	58.67	13.33	20.80	20.00	10.00	15.00	0.67	722.67	0.67
2.80	2.00	1.00	2.00	0.13	61.33	13.33	21.00	20.00	10.00	15.00	0.67	736.00	0.67
3.00	2.00	1.00	2.00	0.13	64.00	13.33	21.20	20.00	10.00	15.00	0.67	749.33	0.67
3.20	2.00	1.00	2.00	0.13	66.67	13.33	21.40	24.00	12.00	17.00	0.67	752.67	0.56
3.40	2.00	1.00	2.00	0.13	69.33	13.33	21.60	24.00	12.00	17.00	0.67	776.00	0.56
3.60	2.00	1.00	2.00	0.13	72.00	13.33	21.80	24.00	12.00	17.00	0.67	789.33	0.56
3.80	2.00	1.00	2.00	0.13	74.67	13.33	22.00	24.00	12.00	17.00	0.67	802.67	0.56
4.00	2.00	1.00	2.00	0.13	77.33	13.33	22.20	24.00	12.00	17.00	0.67	816.00	0.56
4.20	2.00	1.00	2.00	0.13	80.00	13.33	22.40	30.00	15.00	22.00	0.93	834.67	0.62
4.40	2.00	1.00	2.00	0.13	82.67	13.33	22.60	30.00	15.00	22.00	0.93	853.33	0.62
4.60	28.00	14.00	18.00	0.27	88.00	1.90	22.80	30.00	15.00	22.00	0.93	872.00	0.62
4.80	18.00	8.00	10.00	0.27	93.33	3.33	23.00	30.00	15.00	22.00	0.93	890.67	0.62
5.00	30.00	15.00	17.00	0.27	98.67	1.78	23.20	30.00	15.00	20.00	0.67	904.00	0.44
5.20	8.00	4.00	6.00	0.27	104.00	8.67	23.40	44.00	22.00	28.00	0.80	920.00	0.64
5.40	4.00	2.00	3.00	0.13	108.67	8.67	23.60	40.00	20.00	25.00	0.67	933.33	0.33
5.60	2.00	1.00	2.00	0.13	109.33	13.33	23.80	40.00	20.00	26.00	0.80	949.33	0.40
5.80	2.00	1.00	2.00	0.13	112.00	13.33	24.00	30.00	15.00	24.00	0.80	965.33	0.44
6.00	2.00	1.00	2.00	0.13	114.67	13.33	24.20	34.00	17.00	22.00	0.67	978.67	0.39
6.20	2.00	1.00	2.00	0.13	117.33	13.33	24.40	34.00	17.00	22.00	0.67	992.00	0.39
6.40	2.00	1.00	2.00	0.13	120.00	13.33	24.60	34.00	17.00	22.00	0.67	1005.33	0.39
6.60	2.00	1.00	2.00	0.13	122.67	13.33	24.80	34.00	17.00	22.00	0.67	1018.67	0.39
6.80	2.00	1.00	2.00	0.13	125.33	13.33	25.00	34.00	17.00	22.00	0.67	1032.00	0.39
7.00	4.00	2.00	3.00	0.13	128.00	6.67	25.20	36.00	18.00	23.00	0.67	1045.33	0.37
7.20	6.00	3.00	4.00	0.13	130.67	4.44	25.40	36.00	18.00	23.00	0.67	1058.67	0.37
7.40	10.00	5.00	7.00	0.27	136.00	5.33	25.60	36.00	18.00	23.00	0.67	1072.00	0.37
7.60	50.00	25.00	28.00	0.40	144.00	1.60	25.80	36.00	18.00	23.00	0.67	1085.33	0.37
7.80	40.00	20.00	23.00	0.40	152.00	2.00	26.00	34.00	17.00	22.00	0.67	1098.67	0.39
8.00	10.00	5.00	7.00	0.27	157.33	5.33	26.20	24.00	12.00	17.00	0.67	1112.00	0.56
8.20	4.00	2.00	3.00	0.13	160.00	6.67	26.40	30.00	15.00	20.00	0.67	1125.33	0.44
8.40	2.00	1.00	2.00	0.13	162.67	13.33	26.60	30.00	15.00	20.00	0.67	1138.67	0.44
8.60	2.00	1.00	2.00	0.13	165.33	13.33	26.80	30.00	15.00	20.00	0.67	1152.00	0.44
8.80	2.00	1.00	2.00	0.13	168.00	13.33	27.00	30.00	15.00	20.00	0.67	1165.33	0.37
9.00	2.00	1.00	2.00	0.13	170.67	13.33	27.20	34.00	17.00	22.00	0.67	1178.67	0.39
9.20	2.00	1.00	2.00	0.13	173.33	13.33	27.40	34.00	17.00	22.00	0.67	1192.00	0.39
9.40	2.00	1.00	2.00	0.13	176.00	13.33	27.60	34.00	17.00	22.00	0.67	1205.33	0.39
9.60	4.00	2.00	3.00	0.13	178.67	6.67	27.80	40.00	20.00	26.00	0.80	1221.33	0.40
9.80	4.00	2.00	3.00	0.13	181.33	6.67	28.00	40.00	20.00	26.00	0.80	1237.33	0.40
10.00	4.00	2.00	3.00	0.13	184.00	6.67	28.20	40.00	20.00	26.00	0.80	1250.67	0.33
10.20	4.00	2.00	3.00	0.13	186.67	6.67	28.40	40.00	20.00	26.00	0.80	1264.00	0.33
10.40	4.00	2.00	3.00	0.13	189.33	6.67	28.60	40.00	20.00	26.00	0.80	1277.33	0.40
10.60	4.00	2.00	3.00	0.13	192.00	6.67	28.80	40.00	20.00	26.00	0.80	1293.33	0.40
10.80	4.00	2.00	3.00	0.13	194.67	6.67	29.00	40.00	20.00	26.00	0.80	1309.33	0.40
11.00	4.00	2.00	3.00	0.13	197.33	6.67	29.20	40.00	20.00	26.00	0.80	1325.33	0.40
11.20	4.00	2.00	3.00	0.13	200.00	6.67	29.40	40.00	20.00	26.00	0.80	1341.33	0.40
11.40	4.00	2.00	3.00	0.13	202.67	6.67	29.60	54.00	27.00	35.00	1.07	1302.67	0.39
11.60	4.00	2.00	3.00	0.13	205.33	6.67	29.80	76.00	38.00	44.00	0.80	1378.67	2.11
11.80	4.00	2.00	3.00	0.13	208.00	6.67	30.00	70.00	35.00	43.00	1.07	1400.00	0.30
12.00	4.00	2.00	3.00	0.13	210.67	6.67	30.20	74.00	37.00	45.00	1.07	1421.33	2.88
12.20	10.00	5.00	7.00	0.27	216.00	5.33	30.40	84.00	32.00	37.00	0.67	1434.67	2.08
12.40	56.00	28.00	32.00	0.53	226.67	1.90	30.60	50.00	25.00	30.00	0.67	1448.00	2.67
12.60	130.00	90.00	84.00	0.53	237.33	0.59	30.80	52.00	26.00	32.00	0.80	1464.00	3.08
12.80	120.00	60.00	62.00	0.27	242.67	0.44	31.00	90.00	45.00	53.00	1.07	1485.33	2.37
13.00	70.00	35.00	40.00	0.87	256.00	1.90	31.20	50.00	25.00	30.00	0.67	1498.67	2.67
13.20	80.00	40.00	42.00	0.27	261.33	0.67	31.10	56.00	28.00	35.00	0.93	1517.33	0.33
13.40	92.00	46.00	50.00	0.53	272.00	1.10	31.60	50.00	28.00	35.00	0.93	1536.00	0.33
13.60	84.00	32.00	38.00	0.80	288.00	2.50	31.80	54.00	27.00	34.00	0.93	1554.67	0.36
13.80	18.00	8.00	12.00	0.53	308.67	6.67	32.20	70.00	35.00	45.00	1.07	1576.00	0.38
14.00	72.00	36.00	42.00	0.80	322.67	2.22	32.40	80.00	40.00	40.00	1.33	1602.07	0.38
14.20	130.00	65.00	72.00	0.93	341.33	1.44	32.60	60.00	30.00	40.00	1.33	1629.33	0.44
14.40	90.00	45.00	50.00	0.67	354.67	1.46	32.80	64.00	32.00	42.00	1.33	1656.00	0.44
14.60	150.00	75.00	80.00	0.67	368.00	0.89	33.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1682.67	0.41
14.80	120.00	60.00	67.00	0.93	386.67	1.58	33.20	84.00	42.00	55.00	1.73	1709.33	0.38
15.00	80.00	30.00	35.00	0.67	400.00	2.22	33.40	90.00	45.00	60.00	2.00	1744.00	0.43
15.20	38.00	18.00	24.00	0.80	416.00	4.44	33.60	90.00	45.00	60.00	2.00	1784.00	0.44
15.40	24.00	12.00	17.00	0.67	429.33	5.56	33.80	90.00	45.00	60.00	2.00	1824.00	0.44
15.60	28.00	14.00	19.00	0.67	442.67	4.78	34.00	90.00	45.00	60.00	2.00	1864.00	0.44
15.80	28.00	14.00	18.00	0.53	453.33	3.11	34.20	90.00	45.00	60.00	2.00	1904.00	0.44
16.00	20.00	10.00	15.00	0.67	466.67	6.67	34.40	110.00	55.00	70.00	2.00	1944.00	0.44
16.20	20.00	10.00	15.00	0.67	480.00	6.67	34.60	110.00	55.00	70.00	2.00	1984.00	0.36
16.40	12.00	6.00	9.00	0.40	501.33	6.67	34.80	110.00	55.00	70.00	2.00	2064.00	0.36
16.60	14.00	7.00	10.00	0.40	509.33	5.71	35.20	116.00	58.00	74.00	2.13	2104.00	0.36



GRAFIK SONDIR



PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegal
SONDIR : SM.2



HASIL SONDIR

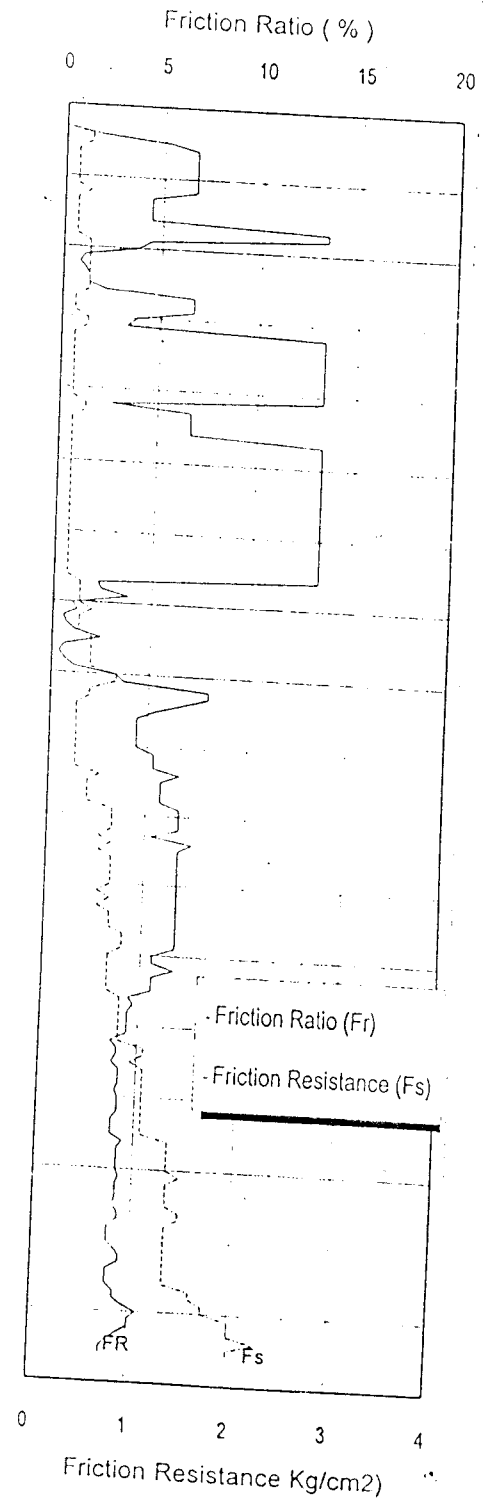
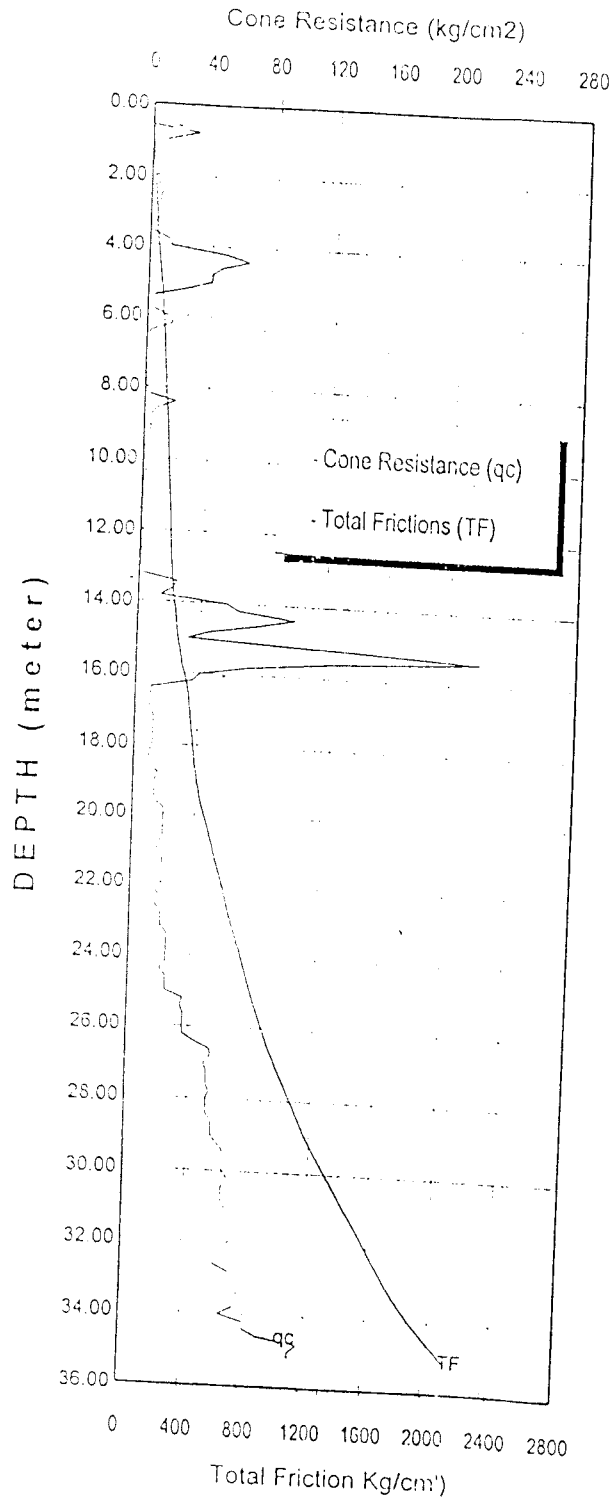
PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegal
TITIK : SM 2

TANGGAL : 22 Oktober 2001
TEAM : LMT - FT - UNDI

DEPTH (M)	qc perimbangan			qc pembacaan			F	TF	Friction Ratio		DEPTH (M)	qc perimbangan			qc pembacaan			F	TF	Friction Ratio	
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²			FR (%)	(M)		kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²			kg/cm ²	FR (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	24.00	12.00	17.00	0.07	588.00	5.56				
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	24.00	12.00	17.00	0.07	581.33	5.56				
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.60	24.00	12.00	17.00	0.07	594.67	6.07				
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	24.00	12.00	17.00	0.07	605.00	5.56				
0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.00	24.00	12.00	17.00	0.07	621.33	5.56				
1.00	8.00	4.00	6.00	0.27	5.23	6.67	6.67	19.20	4.44	19.40	24.00	12.00	17.00	0.07	634.67	5.56					
1.20	12.00	6.00	8.00	0.27	10.87	6.67	6.67	19.40	4.44	19.40	24.00	12.00	17.00	0.07	648.00	5.56					
1.40	8.00	4.00	6.00	0.27	16.00	6.67	6.67	19.60	4.44	19.60	24.00	12.00	17.00	0.07	661.33	5.56					
1.60	8.00	4.00	6.00	0.27	21.33	6.67	6.67	19.80	4.44	19.80	24.00	12.00	17.00	0.07	674.67	5.56					
1.80	8.00	4.00	6.00	0.27	26.67	6.67	6.67	20.00	4.44	20.00	24.00	12.00	17.00	0.07	688.00	5.56					
2.00	8.00	4.00	6.00	0.27	32.00	6.67	6.67	20.20	4.44	20.20	30.00	15.00	22.00	0.93	706.67	6.22					
2.20	4.00	2.00	3.00	0.13	34.67	6.67	6.67	20.40	4.44	20.40	30.00	15.00	22.00	0.93	725.33	6.22					
2.40	4.00	2.00	3.00	0.13	37.33	6.67	6.67	20.60	4.44	20.60	30.00	15.00	22.00	0.93	744.00	6.22					
2.60	104.00	52.00	54.00	0.27	42.67	6.67	6.67	21.00	4.44	21.00	24.00	12.00	17.00	0.07	762.67	7.18					
2.80	98.00	48.00	50.00	0.27	48.00	6.67	6.67	21.20	4.44	21.20	24.00	12.00	17.00	0.07	778.00	5.56					
3.00	78.00	38.00	40.00	0.27	53.33	6.67	6.67	21.40	4.44	21.40	24.00	12.00	17.00	0.07	789.33	5.56					
3.20	120.00	60.00	62.00	0.27	58.67	6.67	6.67	21.60	4.44	21.60	24.00	12.00	17.00	0.07	802.67	5.56					
3.40	48.00	24.00	26.00	0.27	64.00	6.67	6.67	21.80	4.44	21.80	24.00	12.00	17.00	0.07	818.67	5.71					
3.60	4.00	2.00	3.00	0.13	68.67	6.67	6.67	22.00	4.44	22.00	30.00	15.00	20.00	0.67	832.00	4.44					
3.80	4.00	2.00	3.00	0.13	72.00	6.67	6.67	22.20	4.44	22.20	30.00	15.00	23.00	0.67	845.33	3.70					
4.00	4.00	2.00	3.00	0.13	77.33	6.67	6.67	22.40	4.44	22.40	30.00	15.00	20.00	0.67	858.67	4.44					
4.20	12.00	6.00	8.00	0.27	80.00	6.67	6.67	22.60	4.44	22.60	30.00	15.00	20.00	0.67	872.00	4.44					
4.40	4.00	2.00	3.00	0.13	82.67	6.67	6.67	22.80	4.44	22.80	30.00	15.00	20.00	0.67	885.33	4.44					
4.60	2.00	1.00	2.00	0.13	85.33	6.67	6.67	23.00	4.44	23.00	30.00	15.00	20.00	0.67	898.67	4.44					
5.00	45.00	23.00	25.00	0.27	90.67	6.67	6.67	23.20	4.44	23.20	36.00	18.00	24.00	0.80	917.33	4.44					
5.20	50.00	25.00	28.00	0.49	98.67	6.67	6.67	23.40	4.44	23.40	32.00	16.00	22.00	0.80	949.33	5.00					
5.40	40.00	20.00	22.00	0.27	104.00	6.67	6.67	23.60	4.44	23.60	30.00	15.00	20.00	0.67	962.67	4.44					
5.60	8.00	4.00	6.00	0.27	108.67	6.67	6.67	23.80	4.44	23.80	30.00	15.00	20.00	0.67	976.00	4.44					
5.80	6.00	3.00	4.00	0.13	109.33	6.67	6.67	24.00	4.44	24.00	32.00	16.00	22.00	0.80	992.00	5.00					
6.00	4.00	2.00	3.00	0.13	112.00	6.67	6.67	24.20	4.44	24.20	32.00	16.00	22.00	0.80	1008.00	5.00					
6.20	4.00	2.00	3.00	0.13	114.67	6.67	6.67	24.40	4.44	24.40	32.00	16.00	22.00	0.80	1024.00	5.00					
6.40	12.00	6.00	8.00	0.27	120.00	6.67	6.67	24.60	4.44	24.60	30.00	15.00	20.00	0.67	1045.33	4.27					
6.60	4.00	2.00	3.00	0.13	122.67	6.67	6.67	24.80	4.44	24.80	48.00	24.00	33.00	1.07	1064.00	4.08					
6.80	4.00	2.00	3.00	0.13	125.33	6.67	6.67	25.00	4.44	25.00	64.00	32.00	40.00	1.07	1085.33	3.33					
7.00	4.00	2.00	3.00	0.13	128.00	6.67	6.67	25.20	4.44	25.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1112.00	3.81					
7.20	4.00	2.00	3.00	0.13	130.67	6.67	6.67	25.40	4.44	25.40	70.00	35.00	45.00	1.33	1138.67	3.81					
7.40	14.00	7.00	9.00	0.27	136.00	6.67	6.67	25.60	4.44	25.60	70.00	35.00	45.00	1.33	1165.33	3.81					
7.60	18.00	9.00	13.00	0.53	148.67	6.67	6.67	25.80	4.44	25.80	64.00	32.00	40.00	1.07	1188.67	3.33					
7.80	10.00	5.00	7.00	0.27	152.00	6.67	6.67	26.00	4.44	26.00	64.00	32.00	40.00	1.07	1229.33	3.33					
8.00	4.00	2.00	3.00	0.13	154.67	6.67	6.67	26.20	4.44	26.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1256.00	3.81					
8.20	4.00	2.00	3.00	0.13	157.33	6.67	6.67	26.40	4.44	26.40	70.00	35.00	45.00	1.33	1282.67	3.81					
8.40	4.00	2.00	3.00	0.13	160.00	6.67	6.67	26.60	4.44	26.60	70.00	35.00	45.00	1.33	1282.67	3.81					
8.60	4.00	2.00	3.00	0.13	162.67	6.67	6.67	26.80	4.44	26.80	70.00	35.00	45.00	1.33	1309.33	3.81					
8.80	4.00	2.00	3.00	0.13	165.33	6.67	6.67	27.00	4.44	27.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1336.00	3.81					
9.00	4.00	2.00	3.00	0.13	168.00	6.67	6.67	27.20	4.44	27.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1360.00	3.33					
9.20	4.00	2.00	3.00	0.13	170.67	6.67	6.67	27.40	4.44	27.40	70.00	35.00	45.00	1.33	1392.00	4.21					
9.40	4.00	2.00	3.00	0.13	173.33	6.67	6.67	27.60	4.44	27.60	70.00	35.00	45.00	1.33	1424.00	4.21					
9.60	4.00	2.00	3.00	0.13	176.00	6.67	6.67	27.80	4.44	27.80	84.00	42.00	50.00	1.60	1450.67	4.17					
9.80	4.00	2.00	3.00	0.13	178.67	6.67	6.67	28.00	4.44	28.00	84.00	42.00	50.00	1.60	1477.33	4.76					
10.00	4.00	2.00	3.00	0.13	181.33	6.67	6.67	28.20	4.44	28.20	84.00	42.00	50.00	1.60	1504.00	4.76					
10.20	4.00	2.00	3.00	0.13	184.00	6.67	6.67	28.40	4.44	28.40	84.00	42.00	50.00	1.60	1530.67	4.76					
10.40	4.00	2.00	3.00	0.13	186.67	6.67	6.67	28.60	4.44	28.60	84.00	42.00	50.00	1.60	1552.00	3.95					
10.60	4.00	2.00	3.00	0.13	189.33	6.67	6.67	28.80	4.44	28.80	84.00	42.00	50.00	1.60	1578.67	4.76					
10.80	4.00	2.00	3.00	0.13	192.00	6.67	6.67	29.00	4.44	29.00	84.00	42.00	50.00	1.60	1597.33	3.33					
11.00	4.00	2.00	3.00	0.13	194.67	6.67	6.67	29.20	4.44	29.20	84.00	42.00	50.00	1.60	1618.00	3.33					
11.20	4.00	2.00	3.00	0.13	197.33	6.67	6.67	29.40	4.44	29.40	84.00	42.00	50.00	1.60	1634.67	3.33					
11.40	4.00	2.00	3.00	0.13	200.00	6.67	6.67	29.60	4.44	29.60	84.00	42.00	50.00	1.60	1653.33	3.33					
11.60	4.00	2.00	3.00	0.13	202.67	6.67	6.67	29.80	4.44	29.80	84.00	42.00	50.00	1.60	1674.67	3.33					
11.80	4.00	2.00	3.00	0.13	205.33	6.67	6.67	30.00	4.44	30.00	84.00	42.00	50.00	1.60	1697.33	3.33					
12.00	4.00	2.00	3.00	0.13	208.00	6.67	6.67	30.20	4.44	30.20	72.00	36.00	46.00	1.33	1710.33	3.70					
12.20	2.00	1.00	2.00	0.13	210.67	6.67	6.67	30.40	4.44	30.40	70.00	35.00	45.00	1.33	1733.33	4.21					
12.40	6.00	3.00	4.00	0.13	213.33	6.67	6.67	30.60	4.44	30.60	70.00	35.00	45.00	1.33	1780.00	3.81					
12.60	4.00	2.00	3.00	0.13	216.00	6.67	6.67	30.80	4.44	30.80	74.00	37.00	48.00	1.47	1816.00	3.98					
12.80	4.00	2.00	3.00	0.13	218.67	6.67	6.67	31.00	4.44	31.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1842.67	3.81					
13.00	8.00	4.00	6.00	0.27	224.00	6.67	6.67	31.20	4.44	31.20	70.00	35.00	45.00	1.33							



GRAFIK SONDIR



PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegai
SONDIR : SM.3



HASIL SONDIR

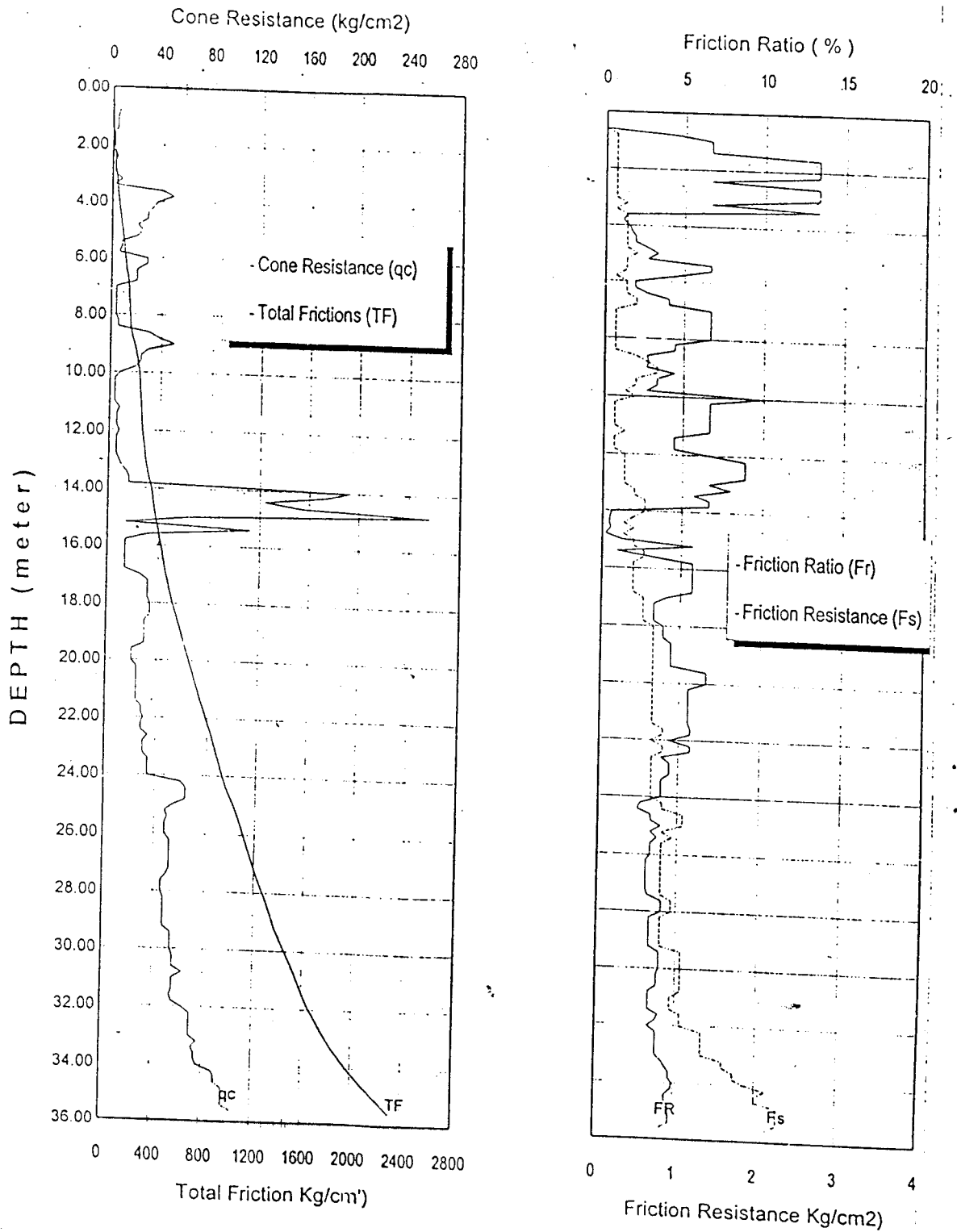
PROYEK : Jembatan Gantung
LOKASI : Kabupaten Tegal
TITIK : SM.3

TANGGAL : 21 Oktober 2001
TEAM : LMT-FT-UNDIP

DEPTH (M)	qc perhitungan (kg/cm ²)	qc pembacaan (kg/cm ²)	qc + f (kg/cm ²)	F (kg/cm ²)	TF (kg/cm)	Friction Ratio (%)	DEPTH (M)	qc perhitungan (kg/cm ²)	qc pembacaan (kg/cm ²)	qc + f (kg/cm ²)	F (kg/cm ²)	TF (kg/cm)	Friction Ratio (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	10.00	5.00	7.00	0.27	378.67	5.33
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	10.00	5.00	7.00	0.27	384.00	5.33
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.60	10.00	5.00	7.00	0.27	389.33	5.33
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	10.00	5.00	7.00	0.27	394.67	5.33
0.80	30.00	15.00	17.00	0.27	5.33	1.78	19.00	14.00	8.00	12.00	0.53	400.00	6.67
1.00	10.00	5.00	7.00	0.27	10.67	5.33	19.20	14.00	7.00	10.00	0.40	408.00	5.71
1.20	4.00	2.00	3.00	0.13	13.33	6.67	19.40	14.00	7.00	10.00	0.40	416.00	5.71
1.40	4.00	2.00	3.00	0.13	16.00	6.67	19.60	14.00	7.00	10.00	0.40	424.00	5.71
1.60	4.00	2.00	3.00	0.13	18.67	6.67	19.80	20.00	10.00	15.00	0.67	432.00	5.71
1.80	4.00	2.00	3.00	0.13	21.33	6.67	20.00	20.00	10.00	15.00	0.67	445.33	6.67
2.00	4.00	2.00	3.00	0.13	24.00	6.67	20.20	20.00	10.00	15.00	0.67	458.67	6.67
2.20	4.00	2.00	3.00	0.13	26.67	6.67	20.40	20.00	10.00	15.00	0.67	472.00	6.67
2.40	8.00	4.00	6.00	0.27	32.00	6.67	20.60	20.00	10.00	15.00	0.67	485.33	6.67
2.60	6.00	3.00	4.00	0.13	34.67	4.44	20.80	20.00	10.00	14.00	0.53	496.00	5.33
2.80	6.00	3.00	4.00	0.13	37.33	4.44	21.00	18.00	9.00	14.00	0.67	509.33	7.41
3.00	6.00	3.00	4.00	0.13	40.00	4.44	21.20	16.00	8.00	12.00	0.53	520.00	6.67
3.20	6.00	3.00	4.00	0.13	42.67	4.44	21.40	15.00	8.00	12.00	0.53	533.33	6.67
3.40	2.00	1.00	2.00	0.13	45.33	13.33	21.60	20.00	10.00	15.00	0.67	546.67	6.67
3.60	2.00	1.00	2.00	0.13	48.00	13.33	21.80	20.00	10.00	15.00	0.67	560.00	6.67
3.80	12.00	6.00	8.00	0.27	53.33	4.44	22.00	20.00	10.00	15.00	0.67	573.33	6.67
4.00	14.00	7.00	9.00	0.27	58.67	3.81	22.20	16.00	8.00	12.00	0.53	588.67	6.67
4.20	48.00	24.00	28.00	0.27	64.00	1.11	22.40	16.00	8.00	12.00	0.53	597.33	6.67
4.40	64.00	32.00	34.00	0.27	69.33	0.85	22.60	20.00	10.00	15.00	0.67	610.67	6.67
4.60	48.00	23.00	25.00	0.27	74.67	1.16	22.80	16.00	8.00	12.00	0.53	621.33	6.67
4.80	40.00	20.00	22.00	0.27	80.00	1.33	23.00	20.00	10.00	15.00	0.67	634.67	6.67
5.00	40.00	20.00	22.00	0.27	85.33	1.33	23.20	20.00	10.00	15.00	0.67	648.00	6.67
5.20	24.00	12.00	14.00	0.27	90.67	2.22	23.40	24.00	12.00	18.00	0.80	661.33	6.67
5.40	4.00	2.00	3.00	0.13	93.33	6.67	23.60	24.00	12.00	18.00	0.80	677.33	6.67
5.60	4.00	2.00	3.00	0.13	96.00	6.67	23.80	24.00	12.00	18.00	0.80	693.33	6.67
5.80	4.00	2.00	3.00	0.13	98.67	6.67	24.00	24.00	12.00	18.00	0.80	709.33	6.67
6.00	14.00	7.00	9.00	0.27	104.00	3.81	24.20	24.00	12.00	17.00	0.67	722.67	5.58
6.20	16.00	8.00	10.00	0.27	109.33	3.33	24.40	20.00	10.00	17.00	0.67	736.00	5.58
6.40	2.00	1.00	2.00	0.13	112.00	13.33	24.60	24.00	12.00	17.00	0.67	749.33	6.67
6.60	2.00	1.00	2.00	0.13	114.67	13.33	24.80	24.00	12.00	17.00	0.67	762.67	5.58
6.80	2.00	1.00	2.00	0.13	117.33	13.33	25.00	24.00	12.00	17.00	0.67	776.00	5.58
7.00	2.00	1.00	2.00	0.13	120.00	13.33	25.20	24.00	12.00	17.00	0.67	789.33	5.58
7.20	2.00	1.00	2.00	0.13	122.67	13.33	25.40	34.00	17.00	23.00	0.80	805.33	4.44
7.40	2.00	1.00	2.00	0.13	125.33	13.33	25.60	36.00	18.00	24.00	0.80	821.33	4.71
7.60	2.00	1.00	2.00	0.13	128.00	13.33	25.80	36.00	18.00	24.00	0.80	837.33	4.44
7.80	2.00	1.00	2.00	0.13	130.67	13.33	26.00	36.00	18.00	24.00	0.80	853.33	4.44
8.00	2.00	1.00	2.00	0.13	133.33	13.33	26.20	36.00	18.00	24.00	0.80	869.33	4.44
8.20	2.00	1.00	2.00	0.13	136.00	13.33	26.40	44.00	22.00	28.00	0.80	885.33	4.44
8.40	20.00	10.00	12.00	0.27	141.33	2.67	26.60	54.00	27.00	35.00	1.07	901.33	3.84
8.60	8.00	4.00	6.00	0.27	146.67	6.67	26.80	54.00	27.00	35.00	1.07	922.67	3.95
8.80	4.00	2.00	3.00	0.13	149.33	8.67	27.00	54.00	27.00	35.00	1.07	944.00	3.95
9.00	4.00	2.00	3.00	0.13	152.00	8.67	27.20	52.00	26.00	32.00	0.93	962.67	3.73
9.20	4.00	2.00	3.00	0.13	154.67	8.67	27.40	52.00	26.00	34.00	1.07	984.00	4.10
9.40	2.00	1.00	2.00	0.13	157.33	13.33	27.60	52.00	26.00	34.00	1.07	1005.33	4.10
9.60	2.00	1.00	2.00	0.13	160.00	13.33	27.80	54.00	27.00	35.00	1.07	1026.67	4.10
9.80	2.00	1.00	2.00	0.13	162.67	13.33	28.00	52.00	26.00	34.00	1.07	1048.00	3.95
10.00	2.00	1.00	2.00	0.13	165.33	13.33	28.20	52.00	26.00	34.00	1.07	1069.33	4.10
10.20	2.00	1.00	2.00	0.13	168.00	13.33	28.40	52.00	26.00	34.00	1.07	1090.67	4.10
10.40	2.00	1.00	2.00	0.13	170.67	13.33	28.60	56.00	28.00	35.00	1.07	1112.00	4.10
10.60	2.00	1.00	2.00	0.13	173.33	13.33	28.80	56.00	28.00	35.00	1.07	1133.33	3.81
10.80	2.00	1.00	2.00	0.13	175.00	13.33	29.00	56.00	28.00	36.00	1.07	1154.67	3.81
11.00	2.00	1.00	2.00	0.13	178.67	13.33	29.20	60.00	30.00	40.00	1.33	1176.00	3.81
11.20	2.00	1.00	2.00	0.13	181.33	13.33	29.40	64.00	32.00	42.00	1.33	1202.67	4.44
11.40	2.00	1.00	2.00	0.13	184.00	13.33	29.60	64.00	32.00	42.00	1.33	1229.33	4.17
11.60	2.00	1.00	2.00	0.13	185.67	13.33	29.80	64.00	32.00	42.00	1.33	1258.00	4.17
11.80	2.00	1.00	2.00	0.13	189.33	13.33	30.00	64.00	32.00	42.00	1.33	1282.67	4.17
12.00	2.00	1.00	2.00	0.13	192.00	13.33	30.20	64.00	32.00	42.00	1.33	1309.33	4.17
12.20	2.00	1.00	2.00	0.13	194.67	13.33	30.40	68.00	34.00	45.00	1.47	1338.67	4.31
12.40	2.00	1.00	2.00	0.13	197.33	13.33	30.60	64.00	32.00	42.00	1.33	1365.33	4.17
12.60	2.00	1.00	2.00	0.13	200.00	13.33	30.80	64.00	32.00	42.00	1.33	1392.00	4.17
12.80	2.00	1.00	2.00	0.13	202.67	13.33	31.00	68.00	34.00	45.00	1.33	1418.67	4.17
13.00	2.00	1.00	2.00	0.13	205.33	13.33	31.20	68.00	34.00	45.00	1.33	1445.33	4.04
13.20	2.00	1.00	2.00	0.13	208.00	13.33	31.40	68.00	34.00	45.00	1.47	1474.67	4.31
13.40	24.00	12.00	14.00	0.27	213.33	2.22	31.60	70.00	35.00	45.00	1.47	1504.00	4.31
13.60	22.00	11.00	13.00	0.27	218.67	2.42	31.80	70.00	35.00	45.00	1.33	1530.67	3.81
13.80	14.00	7.00	9.00	0.27	224.00	3.81	32.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1557.33	3.81
14.00	58.00	28.00	30.00	0.27	229.33	0.55	32.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1584.00	3.81
14.20	64.00	32.00	35.00	0.40	237.33	1.25	32.40	60.00	30.00	42.00	1.33	1610.67	4.17
14.40	100.00	50.00	52.00	0.27	242.67	0.51	32.60	60.00	30.00	40.00	1.33	1637.33	4.44
14.60	78.00	38.00	40.00	0.27	246.00	0.70	32.80	60.00	30.00	40.00	1.33	1664.00	4.44
14.80	46.00	23.00	25.00	0.27	253.33	1.16	33.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1690.67	3.81
15.00	32.00	16.00	18.00	0.40	261.33	2.50	33.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1717.33	3.81
15.20	124.00	62.00	65.00	0.40	269.33	0.85	33.40	78.00	38.00	50.00	1.60	1744.00	3.81
15.40	220.00	110.00	113.00	0.40	277.33	0.36	33.60	78.00	38.00	50.00	1.60	1776.00	4.21
15.60	124.00	62.00	65.00	0.40	285.33	0.65	33.80	74.00	37.00	50.00	1.71	1808.00	4.21
15.80	70.00	35.00	38.00	0.40	293.33	1.14	34.00	64.00	32.00	45.00	1.71	1842.67	4.68
16.00	40.00	20.00	25.00	0.67	306.67	3.33	34.20	60.00	30.00	45.00	1.71	1877.33	5.42
16.20	36.00	18.00	23.00	0.67	320.00	3.70	34.40	60.00	30.00	45.00	2.00	1917.33	5.00
16.40	10.00	5.00	8.00	0.40	328.00	8.00	34.60	60.00	30.00	45.00	2.00	1957.33	5.00
16.60	10.00	5.00	8.00	0.40	336.00	8.00	34.80	115.00	58.00	75.00	2.00	1997.33	4.44
16.80	8.00	4.00	6.00										



GRAFIK SONDIR



PROYEK : Jembatan Gangsa ✓
LOKASI : Kabupaten Tegal ✓
SONDIR : SM.4



HASIL SONDIR

PROYEK : Jembatan Gangsa
LOKASI : Kabupaten Tegal
TITIK : SM.4

TANGGAL : 24 Oktober 2001
TEAM : LMT - FT - UNDIP

DEPTH (M)	qc perhitungan						Friction Ratio (%)	DEPTH (M)	qc pembacaan					
	kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	F	TF	FR (%)			kg/cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	F	TF	FR (%)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.20	34.00	17.00	22.00	0.67	530.67	3.92	
0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.40	34.00	17.00	22.00	0.67	544.00	3.92	
0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.60	30.00	15.00	20.00	0.67	557.33	4.44	
0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.80	30.00	15.00	20.00	0.67	570.67	4.44	
0.80	6.00	3.00	4.00	0.13	2.67	4.44	19.00	30.00	15.00	20.00	0.67	584.00	4.44	
1.00	4.00	2.00	3.00	0.13	5.33	6.67	19.20	30.00	15.00	20.00	0.67	597.33	4.44	
1.20	4.00	2.00	3.00	0.13	8.00	6.67	19.40	30.00	15.00	20.00	0.67	610.67	4.44	
1.40	4.00	2.00	3.00	0.13	10.67	6.67	19.60	20.00	10.00	15.00	0.67	624.00	6.67	
1.60	2.00	1.00	2.00	0.13	13.33	13.33	19.80	20.00	10.00	15.00	0.67	637.33	6.67	
1.80	2.00	1.00	2.00	0.13	16.00	13.33	20.00	20.00	10.00	15.00	0.67	650.67	6.67	
2.00	2.00	1.00	2.00	0.13	18.67	13.33	20.20	24.00	12.00	17.00	0.67	664.00	5.56	
2.20	2.00	1.00	2.00	0.13	21.33	13.33	20.40	24.00	12.00	17.00	0.67	677.33	5.56	
2.40	4.00	2.00	3.00	0.13	24.00	6.67	20.60	24.00	12.00	17.00	0.67	690.67	5.56	
2.60	2.00	1.00	2.00	0.13	26.67	13.33	20.80	24.00	12.00	17.00	0.67	704.00	5.56	
2.80	2.00	1.00	2.00	0.13	29.33	13.33	21.00	24.00	12.00	17.00	0.67	717.33	5.56	
3.00	2.00	1.00	2.00	0.13	32.00	13.33	21.20	24.00	12.00	17.00	0.67	730.67	5.56	
3.20	8.00	4.00	6.00	0.27	37.33	6.67	21.40	24.00	12.00	17.00	0.67	744.00	5.56	
3.40	2.00	1.00	2.00	0.13	40.00	13.33	21.60	28.00	14.00	20.00	0.80	760.00	5.71	
3.60	40.00	20.00	22.00	0.27	45.33	1.33	21.80	28.00	14.00	20.00	0.80	776.00	5.71	
3.80	48.00	24.00	26.00	0.27	50.67	1.11	22.00	30.00	15.00	20.00	0.67	789.33	4.44	
4.00	36.00	18.00	20.00	0.27	56.00	1.48	22.20	28.00	14.00	20.00	0.80	805.33	5.71	
4.20	32.00	16.00	18.00	0.27	61.33	1.67	22.40	28.00	14.00	20.00	0.80	821.33	5.71	
4.40	28.00	14.00	16.00	0.27	66.67	1.90	22.60	34.00	17.00	22.00	0.67	834.67	3.92	
4.60	26.00	14.00	16.00	0.27	72.00	1.90	22.80	30.00	15.00	20.00	0.67	848.00	4.44	
4.80	20.00	10.00	12.00	0.27	77.33	2.67	23.00	30.00	15.00	20.00	0.67	861.33	4.44	
5.00	24.00	12.00	15.00	0.40	85.33	3.33	23.20	30.00	15.00	20.00	0.67	874.67	4.44	
5.20	20.00	10.00	12.00	0.27	90.67	2.67	23.40	34.00	17.00	22.00	0.67	888.00	3.92	
5.40	8.00	4.00	6.00	0.27	96.00	6.67	23.60	34.00	17.00	22.00	0.67	901.33	3.92	
5.60	8.00	4.00	6.00	0.27	101.33	6.67	23.80	34.00	17.00	22.00	0.67	914.67	3.92	
5.80	6.00	3.00	4.00	0.13	104.00	4.44	24.00	34.00	17.00	22.00	0.67	928.00	3.92	
6.00	28.00	14.00	18.00	0.27	109.33	1.90	24.20	60.00	30.00	38.00	0.80	944.00	2.67	
6.20	28.00	14.00	18.00	0.27	114.67	1.90	24.40	64.00	32.00	38.00	0.80	960.00	2.67	
6.40	20.00	10.00	12.00	0.27	120.00	2.67	24.60	64.00	32.00	40.00	1.07	981.33	3.33	
6.60	20.00	10.00	13.00	0.40	128.00	4.00	24.80	64.00	32.00	40.00	1.07	1002.67	3.33	
6.80	20.00	10.00	13.00	0.40	136.00	4.00	25.00	54.00	27.00	35.00	1.07	1024.00	3.95	
7.00	4.00	2.00	3.00	0.13	138.67	6.67	25.20	48.00	24.00	30.00	0.80	1040.00	3.33	
7.20	4.00	2.00	3.00	0.13	141.33	6.67	25.40	50.00	25.00	32.00	0.93	1058.67	3.73	
7.40	4.00	2.00	3.00	0.13	144.00	6.67	25.60	48.00	24.00	30.00	0.80	1074.67	3.33	
7.60	4.00	2.00	3.00	0.13	146.67	6.67	25.80	48.00	24.00	30.00	0.80	1090.67	3.33	
7.80	4.00	2.00	3.00	0.13	149.33	6.67	26.00	48.00	24.00	30.00	0.80	1106.67	3.33	
8.00	4.00	2.00	3.00	0.13	152.00	6.67	26.20	52.00	26.00	32.00	0.80	1122.67	3.08	
8.20	6.00	3.00	4.00	0.13	154.67	4.44	26.40	52.00	26.00	32.00	0.80	1138.67	3.08	
8.40	8.00	3.00	4.00	0.13	157.33	4.44	26.60	52.00	26.00	32.00	0.80	1154.67	3.08	
8.60	30.00	15.00	18.00	0.40	165.33	2.67	26.80	52.00	26.00	32.00	0.80	1170.67	3.08	
8.80	39.00	19.00	23.00	0.53	176.00	2.81	27.00	52.00	26.00	32.00	0.80	1186.67	3.08	
9.00	50.00	25.00	30.00	0.67	189.33	2.67	27.20	52.00	26.00	32.00	0.80	1202.67	3.08	
9.20	30.00	15.00	20.00	0.67	202.67	4.44	27.40	50.00	25.00	31.00	0.80	1218.67	3.20	
9.40	24.00	12.00	15.00	0.40	210.67	3.33	27.60	46.00	23.00	30.00	0.93	1237.33	4.06	
9.60	24.00	12.00	15.00	0.40	218.67	3.33	27.80	46.00	23.00	30.00	0.93	1250.00	4.06	
9.80	20.00	10.00	12.00	0.27	224.00	2.67	28.00	40.00	23.00	30.00	0.93	1274.67	4.06	
10.00	8.00	4.00	7.00	0.40	232.00	10.00	28.20	48.00	24.00	30.00	0.80	1290.67	3.33	
10.20	4.00	2.00	3.00	0.13	234.67	6.67	28.40	48.00	24.00	30.00	0.80	1306.67	3.33	
10.40	4.00	2.00	3.00	0.13	237.33	6.67	28.60	48.00	24.00	30.00	0.80	1322.67	3.33	
10.60	4.00	2.00	3.00	0.13	240.00	6.67	28.80	48.00	24.00	30.00	0.80	1338.67	3.33	
10.80	4.00	2.00	3.00	0.13	242.67	6.67	29.00	48.00	24.00	30.00	0.80	1354.67	3.33	
11.00	4.00	2.00	3.00	0.13	245.33	6.67	29.20	48.00	24.00	30.00	0.80	1370.67	3.33	
11.20	8.00	4.00	6.00	0.27	250.67	6.67	29.40	54.00	27.00	35.00	1.07	1392.00	3.95	
11.40	6.00	3.00	4.00	0.13	253.33	4.44	29.60	54.00	27.00	35.00	1.07	1413.33	3.95	
11.60	6.00	3.00	4.00	0.13	256.00	4.44	29.80	54.00	27.00	35.00	1.07	1434.67	3.95	
11.80	6.00	3.00	4.00	0.13	258.67	4.44	30.00	54.00	27.00	35.00	1.07	1456.00	3.95	
12.00	8.00	4.00	6.00	0.27	264.00	6.67	30.20	56.00	28.00	36.00	1.07	1477.33	3.81	
12.20	6.00	3.00	5.00	0.27	269.33	8.89	30.40	56.00	28.00	36.00	1.07	1498.67	3.81	
12.40	6.00	3.00	5.00	0.27	274.67	8.89	30.60	56.00	28.00	36.00	1.07	1520.00	3.81	
12.60	6.00	3.00	5.00	0.27	280.00	8.89	30.80	64.00	32.00	40.00	1.07	1541.33	3.33	
12.80	6.00	3.00	5.00	0.27	285.33	8.89	31.00	56.00	28.00	35.00	0.93	1560.00	3.33	
13.00	8.00	4.00	6.00	0.27	290.67	6.67	31.20	56.00	28.00	35.00	0.93	1578.67	3.33	
13.20	10.00	5.00	8.00	0.40	298.67	6.00	31.40	56.00	28.00	35.00	0.93	1597.33	3.33	
13.40	14.00	7.00	10.00	0.40	306.67	5.71	31.60	54.00	27.00	35.00	1.07	1618.67	3.95	
13.60	16.00	8.00	12.00	0.53	317.33	6.67	31.80	56.00	28.00	36.00	1.07	1640.00	3.81	
13.80	16.00	8.00	12.00	0.53	328.00	6.67	32.00	64.00	32.00	40.00	1.07	1661.33	3.33	
14.00	192.00	96.00	100.00	0.53	338.67	0.56	32.20	70.00	35.00	45.00	1.33	1688.00	3.81	
14.20	174.00	87.00	90.00	0.40	346.67	0.46	32.40	70.00	35.00	45.00	1.33	1714.67	3.81	
14.40	124.00	62.00	64.00	0.27	352.00	0.43	32.60	70.00	35.00	45.00	1.33	1741.33	3.81	
14.60	154.00	77.00	80.00	0.40	360.00	0.52	32.80	70.00	35.00	45.00	1.33	1768.00	3.81	
14.80	256.00	128.00	130.00	0.27	365.33	0.21	33.00	70.00	35.00	45.00	1.33	1794.67	3.81	
15.00	64.00	32.00	35.00	0.40	373.33	1.25	33.20	76.00	38.00	50.00	1.60	1826.67	4.21	
15.20	14.00	7.00	10.00	0.40	381.33	5.71	33.40	72.00	36.00	48.00	1.60	1858.67	4.44	
15.40	112.00	56.00	60.00	0.53	392.00	0.95	33.60	74.00	37.00	50.00	1.73	1893.33	4.68	
15.60	32.00	16.00	20.00	0.53	402.67	3.33	33.80	74.00	37.00	50.00	1.73	1928.00	4.68	
15.80	14.00	7.00	10.00	0.40	410.67	5.71	34.00	76.00	38.00	52.00	1.87	1965.33	4.91	
16.00	14.00	7.00	10.00	0.40	418.67	5.71	34.20	88.00	44.00	60.00	2.13	2008.00	4.85	
16.20	14.00	7.00	10.00	0.40	426.67	5.71	34.40	90.00	45.00	60.00	2.00	2048.00	4.44	
16.40	14.00	7.00	10.00	0.40	434.67	5.71	34.60	90.00	45.00	60.00	2.00	2088.00	4.44	
16.60	14.00	7.00	10.00	0.40	442.67	5.71	34.80	96.00	48.00	65.00	2.27	2133.33	4.72	
16.80														



PENGUJIAN KONSOLIDASI DAN PENURUNAN TANAH

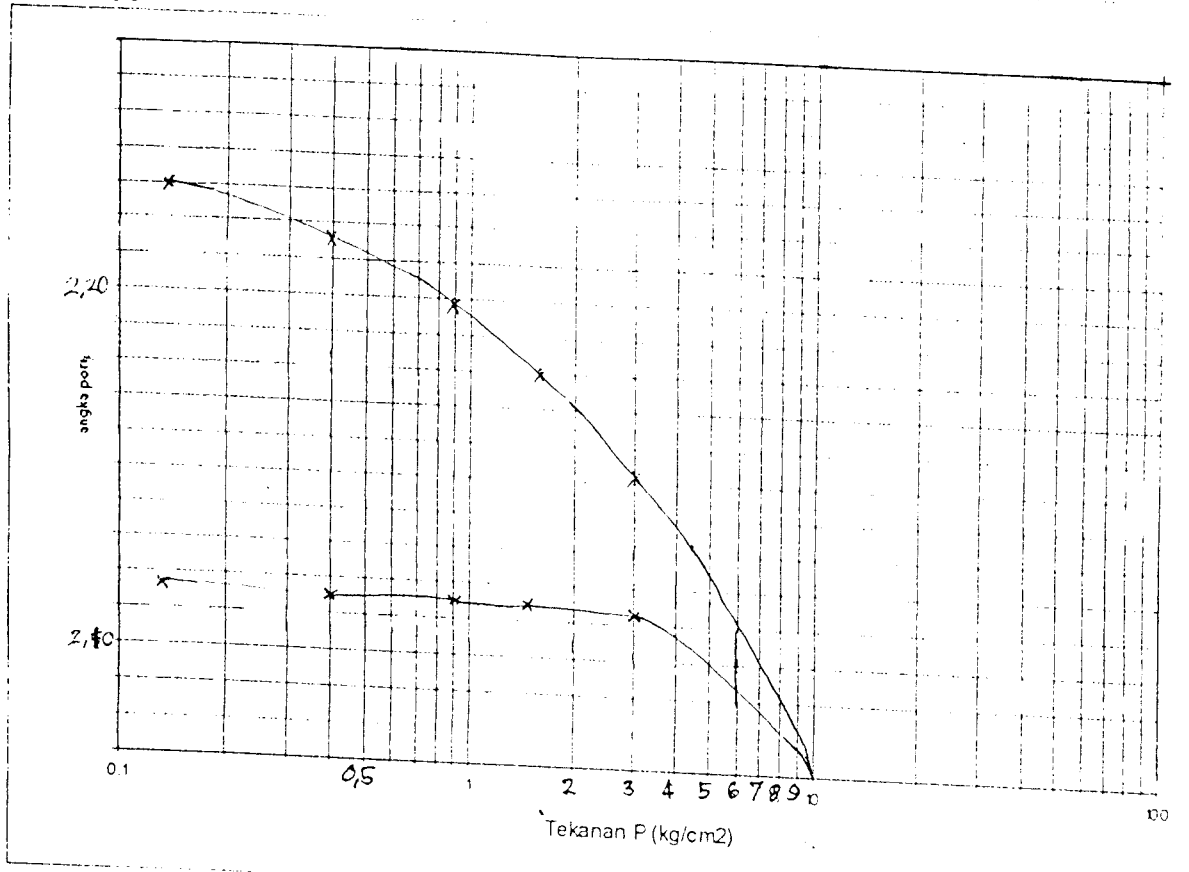
Lokasi : BMI

Kedalaman :

No. Titik :

Tanggal :

Grafik Cc





PENGUJIAN KONSOLIDASI DAN PENURUNAN TANAH

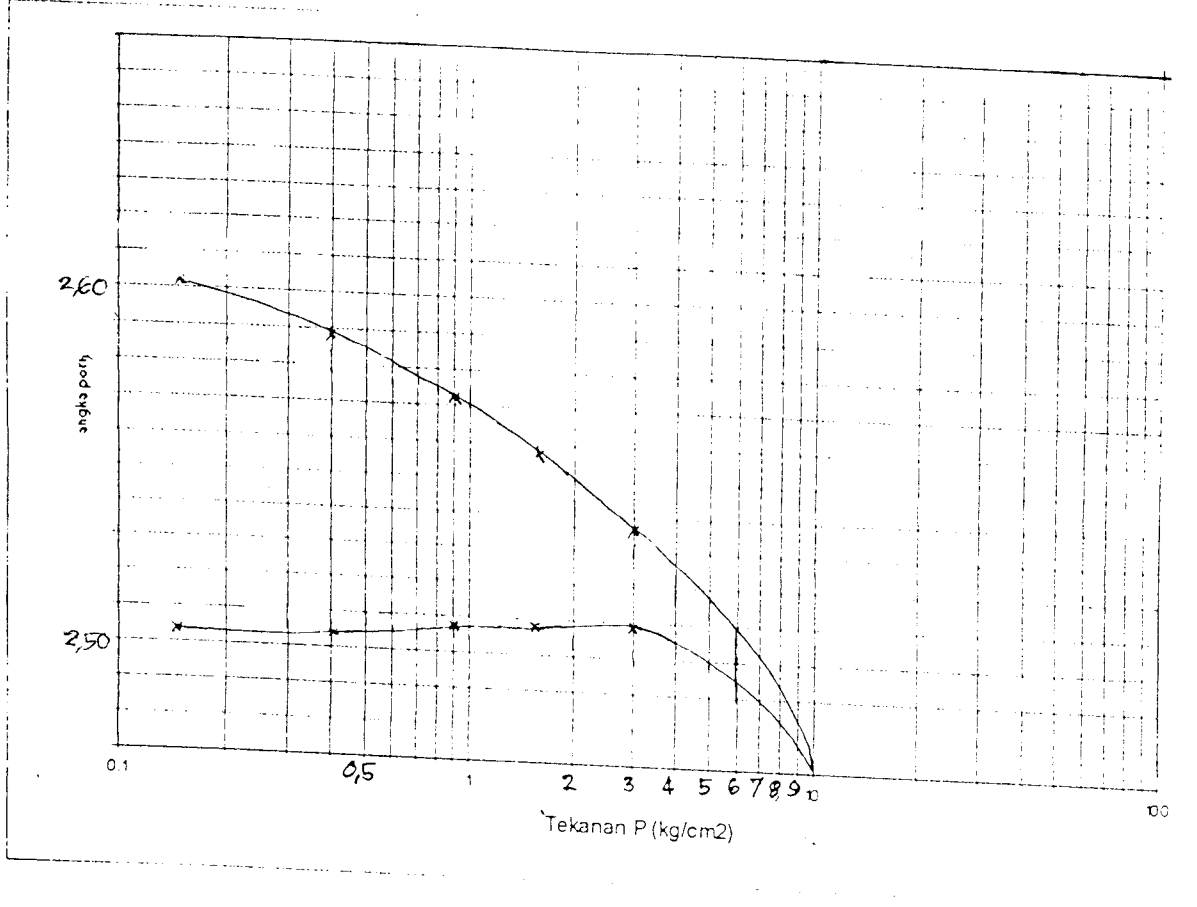
Lokasi : BM II

Kedalaman :

No. Titik :

Tanggal : ..

Grafik Cc





PENGUJIAN KONSOLIDASI DAN PENURUNAN TANAH

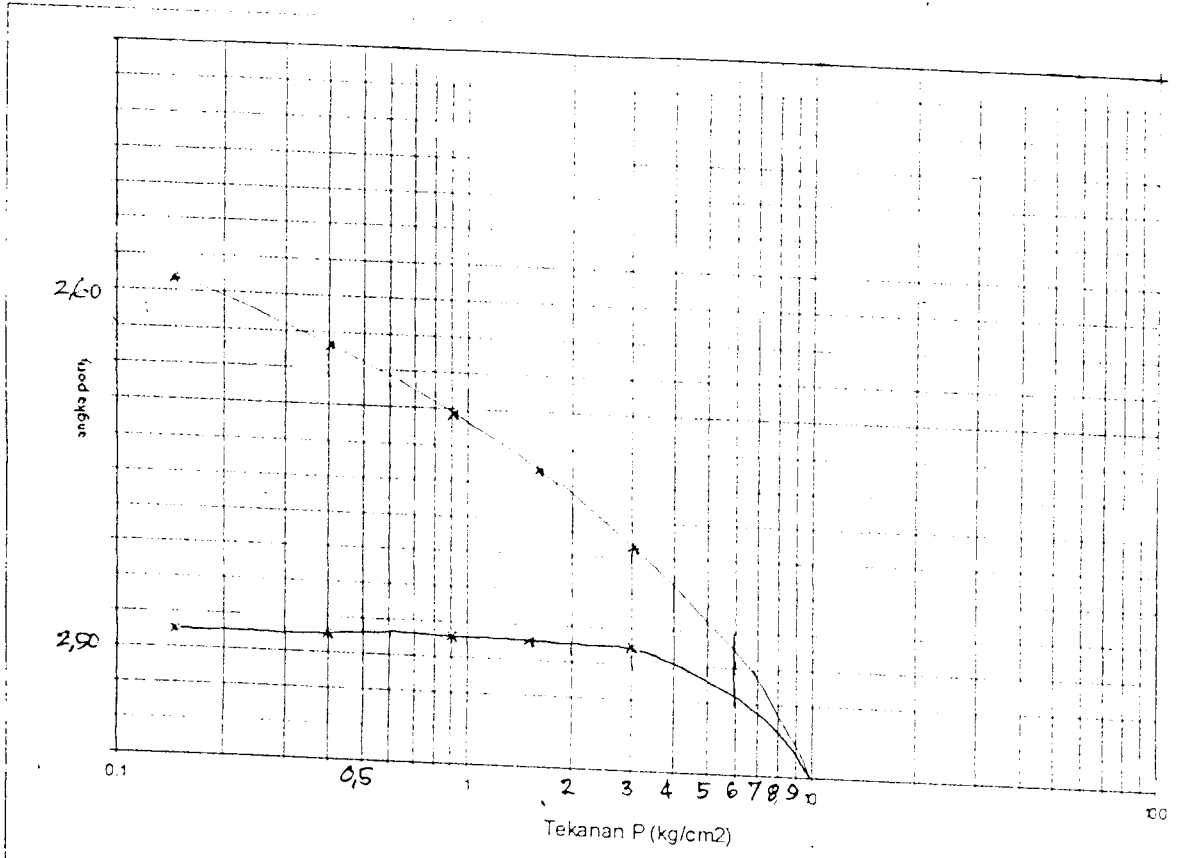
Lokasi : SM III

Kedalaman :

No. Titik :

Tanggal :

Grafik Cc





PENGUJIAN KONSOLIDASI DAN PENURUNAN TANAH

Lokasi : BM IV
Kedalaman :

No. Titik :
Tanggal :

Grafik Cc

