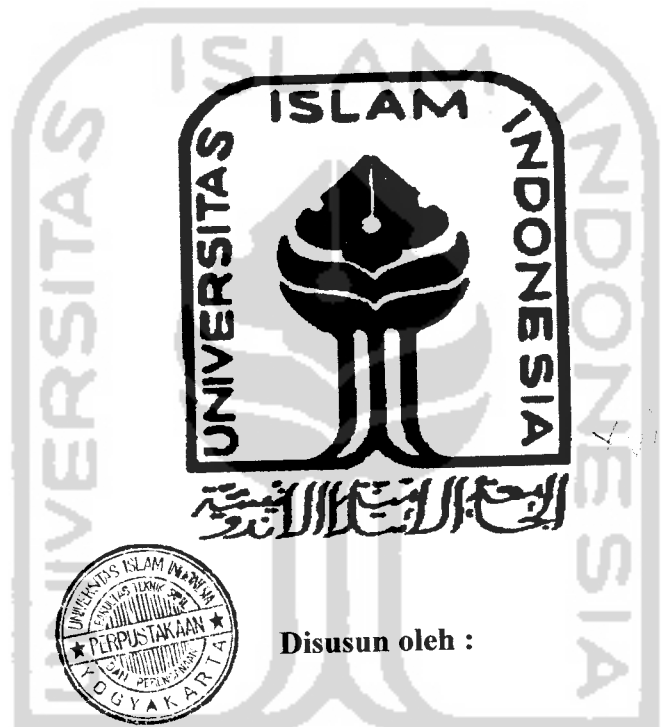


PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	5 - 12 - 2007
NO. JUDUL :	2695
NO. INV. :	5120062695001
NO. INDUK :	002695

TUGAS AKHIR
ANALISIS KAPASITAS DUKUNG FONDASI TIANG BOR PADA
JEMBATAN KEBON AGUNG II

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk memenuhi Persyaratan
 Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Sipil



Disusun oleh :

BARZEZ - ZESMA R 02511018

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2007

MILIK PERPUSTAKAAN
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
 PERENCANAAN UII, YOGYAKARTA

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan Tugas Akhir Ini Kepada :

*Tuhan pencipta alam semesta Allah S.W.T atas rahmat dan karunia yang telah
diberikan*

*Ayahandaku BADRUZ ZAMAN SADEX R dan Ibundaku HARISTINI yang
sangat aku Hormati, Cintai, dan aku Sayangi.*

*Betapa besar pengorbanan, kesabaran, dorongan, semangat serta do'a yang telah
diberikan*

*Semoga pahala yang berlipat dan ridho Allah S.W.T mereka dapatkan karena
ketidakmampuanku membalas semuanya.....*

*Seluruh anggota keluargaku kang Diki, kak Andri, mas Adi, kak Iin, kak Esi, kak
Reni, adikku sinta serta keponakan-keponakanku Jordi, Syifa, Pinki, Farhan,
Shania, Bagas, Gias terima kasih atas semua pengorbanan, dorongan dan semangat
yang telah diberikan*

*Kekasihku Ella yang banyak memberikan semangat, dorongan untuk
maju.....*

*Sahabat-sahabatku teknik sipil VII 2002 semangat kalian
bersamaku.....kalian akan ku ingat selalu*

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

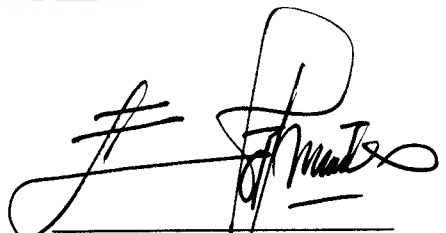
**ANALISIS KAPASITAS DUKUNG FONDASI TIANG BOR
PADA JEMBATAN KEBON AGUNG II**



Telah diperiksa dan disetujui :

DR, Ir, H EDY PURWANTO, CES, DEA.

Dosen Pembimbing


Tanggal : 20-09-2007 .

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga berhasil menyelesaikan tugas akhir dengan tepat waktu. Tugas akhir dengan judul "***Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor Pada Jembatan Kebon Agung II***" disusun sesuai dengan kurikulum yang ada di lingkungan Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, yang merupakan salah satu syarat dalam menempuh jenjang keserjanaan Strata I.

Semoga laporan yang penyusun sampaikan dalam tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Selama melaksanakan tugas akhir dan menyusun laporannya, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. H Ruzardi MS. selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H Faisol AM, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Dr, Ir. H Edy Purwanto, CES, DEA, selaku dosen pembimbing tugas akhir,
4. Bapak Ir Ibnu Sudarmadji, MS, selaku dosen penguji,
5. Bapak Ir A. Marzuko, MT, selaku dosen penguji,
6. Ayah, Ibu, kakak, adik dan keluarga atas kasih sayang, doa, kesabaran serta dorongan yang telah diberikan kepada ananda selama ini,
7. Riki tupai yang banyak membantu, Rico, dan teman – teman yang telah banyak memberi bantuan dan kerjasamanya selama penyusunan tugas akhir ini,
8. Bapak Budi yang telah membantu memberikan data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir ini,

9. Semua teman-teman Sipil 2002 UII, salut atas kekompakannya,
10. Ella Febriana yang telah banyak memberikan semangat, pengertian, perhatian dan dorongan.

Pada akhirnya segala daya upaya serta kemampuan telah penyusun curahkan sepenuhnya demi terselesaikannya laporan tugas akhir ini, namun semua ini tidak terlepas dari segala kekurangan yang ada. Oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan saran yang sifatnya membangun demi kebaikan laporan ini. Semoga semua amal sholeh diterima oleh Allah SWT dan laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Yogyakarta, Juni 2007

Penyusun

ABSTRAKSI

Fondasi dapat didefinisikan sebagai bangunan bawah dan tanah yang akan dipengaruhi oleh elemen bangunan bawah dan bebannya. Semua konstruksi yang direncanakan akan didukung oleh tanah, termasuk gedung – gedung, jembatan, bendung dll. Fondasi dari suatu gedung atau pun dari struktur yang lain umumnya mempunyai fungsi utama untuk menahan beban dari berat sendiri bangunan dengan meneruskan beban tersebut ketanah. Fondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam.

Fondasi dalam yang digunakan secara umum adalah fondasi tiang pancang dan fondasi tiang bor. Tiang pancang dipakai secara berkelompok, sedangkan tiang bor dapat digunakan secara tunggal. Fondasi tiang bor digunakan salah satunya adalah untuk mengurangi dampak yang timbul bagi lingkungan sekitarnya. Tujuan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui kapasitas dukung fondasi tiang bor pada pembangunan jembatan kebon agung II. Analisis dilakukan dengan menghitung kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi pada tiang tersebut.

Dari hasil analisis kapasitas dukung tiang tunggal berdasarkan metode Reese and Wright diperoleh kapasitas dukung ujung tiang sebesar 171,02 ton, kapasitas dukung selimut tiang sebesar 331,685 ton dan kapasitas dukung ultimate tiang adalah sebesar 487,625 ton. Penurunan yang terjadi pada fondasi tiang tunggal dengan metode semi empiris adalah sebesar 0,0702 m, dan berdasarkan *Metode empiris* adalah 0,014 m. Kapasitas dukung kelompok tiang sebesar 6534,188 ton. Penurunan fondasi kelompok tiang berdasarkan *Metode Vesic* (Sg) didapat penurunan sebesar 0,222 m, sedangkan berdasarkan hasil uji Nspt didapat penurunan sebesar 0,002737 m.

- Kata – kata kunci : Fondasi Tiang, Kapasitas Dukung, Penurunan, SAP 2000, Kelompok Tiang.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSEMBAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAKSI	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
Bab I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
Bab II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Sejenis	4
Bab III LANDASAN TEORI	9
3.1 Tanah	9
3.2 Fondasi Tiang	10
3.2.1 Fondasi Tiang Bor	12
3.3 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang	15
3.3.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal	17

3.3.1.1	Kapasitas Dukung Tiang Pancang Tunggal	17
3.3.1.2	Kapasitas Dukung Tiang Bor Tunggal	24
3.3.2	Kapasitas Dukung Ultimit Tiang (Q_u)	27
3.3.3	Faktor Aman	27
3.3.4	Kapasitas Dukung Ijin Tiang (Q_a)	29
3.4	Efisiensi Kelompok Tiang	29
3.4.1	Efisiensi Kelompok Tiang Pancang	30
3.4.2	Efisiensi Kelompok Tiang Bor	32
3.5	Kapasitas Dukung Kelompok Tiang	32
3.6	Penurunan Fondasi Tiang (settlement)	33
3.6.1	Penurunan Fondasi Tiang Tunggal	34
3.6.2	Penurunan Fondasi Kelompok Tiang	39
3.7	Distribusi Pembebanan Pada Fondasi Tiang Kelompok	41
3.7.1	Beban Mati	42
3.7.2	Beban Hidup	42
3.8	Pile Cap	43
3.8.1	Geser Pada Pile Cap	45
3.9	SAP 2000	46
Bab IV METODE PENELITIAN		50
4.1	Metode Penelitian	50
4.2	Data Yang Diperlukan	50
4.2.1	Gambar Detail Jembatan Kebon Agung II	51
4.2.2	Hasil Uji Penyelidikan Tanah	51
4.2.3	Dimensi Tiang Bor	51
4.3	Analisis Pembebanan	51
4.4	Analisis Fondasi Tiang Bor	51
4.5	Analisis Kapasitas dukung Fondasi Tiang Bor	52
4.6	Analisis Penurunan Fondasi Tiang Bor	52

Bab V ANALISIS KAPASITAS DUKUNG FONDASI TIANG BOR	53
5.1 Pembebanan	53
5.1.1 Beban Struktur Atas	53
5.1.2 Beban Struktur Bawah	56
5.1.3 Beban Angin (A)	59
5.1.4 Beban Gempa (G)	59
5.1.5 Beban Rem dan Traksi (RM)	59
5.1.6 Beban Gaya Gesekan Pada Tumpuan (F)	59
5.1.7 Beban Aliran Air dan Hanyutan (AH)	60
5.1.8 Hasil Output <i>SAP 2000</i>	60
5.2 Analisis Kekuatan Tiang Bor	60
5.3 Data Tanah	61
5.4 Data Fondasi Tiang Bor	61
5.5 Gaya Aksial Yang Diterima Satu Tiang Bor	64
5.6 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Tunggal	66
5.6.1 Kapasitas Dukung Ujung Tiang	66
5.6.2 Kapasitas Dukung Selimut Tiang	66
5.6.3 Kapasitas Dukung Ultimate Tiang	68
5.6.4 Kapasitas Dukung Ijin Tiang	68
5.7 Analisis Kapasitas Dukung Kelompok Tiang	68
5.8 Analisis Penurunan Fondasi Tiang Tunggal	69
5.9 Analisis Penurunan Fondasi Kelompok Tiang	70
BAB VI PEMBAHASAN	73
6.1 Pembahasan	73
6.2 Kapasitas Dukung Fondasi	74
6.3 Penurunan Fondasi	75

BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	77
7.1 Kesimpulan	77
7.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	81



DAFTAR GAMBAR

1. **Gambar 3.1** Tahapan pekerjaan fondasi tiang bor
2. **Gambar 3.2** Kapasitas dukung tiang bor
3. **Gambar 3.3** Faktor kapasitas dukung (Meyerhoff, 1976)
4. **Gambar 3.4** Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah pasir
5. **Gambar 3.5** Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah lempung
6. **Gambar 3.6** Nilai C_u terhadap nilai α
7. **Gambar 3.7** Tahanan ujung ultimit pada tanah non kohesif
8. **Gambar 3.8** Tahanan selimut pada tanah kohesif (Wright 1977)
9. **Gambar 3.9** Faktor adhesi (Kulhawy 1991)
10. **Gambar 3.10** Kapasitas dukung ultimit tiang
11. **Gambar 3.11** Jumlah m dan n kelompok tiang
12. **Gambar 3.12** Kelompok tiang
13. **Gambar 3.13** Penurunan tiang dengan metode penyebaran 2:1
14. **Gambar 3.14** Beban vertikal dan momen
15. **Gambar 3.15** Beban hidup terpusat T untuk lantai kendaraan
16. **Gambar 3.16** Beban jalur D
17. **Gambar 3.17** Pile cap
18. **Gambar 3.18** *Joint Restraints SAP 2000 V 7.42*
19. **Gambar 3.19** *Frame Distributed Loads SAP 2000 V 7.42*
20. **Gambar 3.20** *Response Combination Data SAP 2000 V 7.42*
21. **Gambar 4.1** Bagan alir penulisan tugas akhir
22. **Gambar 5.1** Memanjang Jembatan
23. **Gambar 5.2** Tampang melintang struktur atas
24. **Gambar 5.3** Detail girder
25. **Gambar 5.4** Pier head
26. **Gambar 5.5** Pile cap

27. **Gambar 5.6** Pilar jembatan
28. **Gambar 5.7** tampak depan pilar
29. **Gambar 5.8** Potongan fondasi tiang bor dan jenis tanah tiap lapisan
30. **Gambar 5.9** Joint Reactiont (SAP 2000)
31. **Gambar 5.10** Formasi tiang bor



DAFTAR TABEL

1. **Tabel 3.1** Faktor aman yang disarankan (Reese and O'Neil 1989)
2. **Tabel 3.2** Nilai koefisien C_p (Sumber *Vesic*, 1977)
3. **Tabel 3.3.** Angka *poisson* (*Bowles*, 1968)
4. **Tabel 3.4** Modulus elastis (*Bowles*, 1977)
5. **Tabel 5.1** Beban mati struktur atas
6. **Tabel 5.2** Berat pier head
7. **Tabel 5.3** Berat pile cap
8. **Tabel 5.4** Gaya aksial satu tiang bor
9. **Tabel 5.5** Resume hasil analisis
10. **Tabel 6.1** Beban yang diterima satu tiang bor
11. **Tabel 6.2** Gaya aksial tiap kombinasi

DAFTAR NOTASI

- Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)
 A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2)
 q_p = Kapasitas dukung batas / unit tahanan ujung (ton/m^2)
 ϕ = Sudut gesek dalam tanah ($^\circ$)
 N_q^* = Faktor kapasitas dukung
 C_u = Kohesi tanah *undrained*. (t/m^2)
 N_c^* = Faktor kapasitas dukung tanah pada ujung tiang (Gambar 3.3)
 Q_s = Daya dukung ultimit selimut tiang (ton)
 A_s = Luas selimut tiang (m^2)
 p = Keliling penampang tiang (m)
 ΔL = Panjang tiang bor yang ditinjau (m)
 f = Gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m^2)
 K = Koefisien tekanan tanah
 σ'_v = Tegangan vertikal efektif tanah, dianggap konstan setelah kedalaman 15d (Meyerhoff) dan 10D Schmertmann (t/m^2)
 δ = Sudut gesek permukaan
 K_0 = Koefisien tekanan tanah saat diam = $1 - \sin \phi$
 α = Faktor adhesi
 f_{ave} = Gesekan selimut rata – rata
 β = $K \cdot \tan \phi_r$
 ϕ_r = Sudut geser tanah kondisi terdrainasi ($^\circ$)
 K = $1 - \sin \phi_r$ (untuk terkonsolidasi normal)
 K = $(1 - \sin \phi_r) \sqrt{OCR}$ (untuk tanah *overconsolidated*)
 OCR = *Over Consolidation Ratio*
 λ = Konstanta (0,10 – 0,50)
 σ'_{ave} = Tegangan vertical efektif rata – rata (t/m^2)
 $C_{u\ ave}$ = Kohesi tanah *undrained* rata – rata (t/m^2)
 C_{ui} = Kohesi tanah *undrained* lapis ke i (t/m^2)

- L_i = Panjang segment tiang lapis Ke i (m)
 L = Panjang tiang (m)
 A_i = Luas diagram tegangan vertical efektif (m^2)
 $P1$ = Nilai tekanan konus pada titik yang terletak $8 D$ diatas ujung tiang
 $P2$ = Nilai tekanan konus pada daerah yang terletak $0,70 D - 4 D$ dibawah ujung tiang
 A tiang = luas penampang tiang (m^2)
 Z = Kedalaman atau panjang segmen yang ditinjau (m)
 F_s = koefisien gesekan tiang
 f = Gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m^2)
 f (kN/m^2) = $N \rightarrow$ For driven low displacement piles
 f (kN/m^2) = $2N \rightarrow$ For driven high displacement piles
 kritis geser dua arah
 Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang (ton)
 Q_u = Kapasitas dukung ultimate tiang (ton)
 $SF_1 = 2$ (untuk tiang bor tanpa pembesaran ujung)
 E_g = Efisiensi kelompok tiang
 θ = $\text{arc tg } D/S$ (°)
 m = Jumlah baris tiang
 n = Jumlah tiang dalam satu baris
 S = Jarak as – as tiang (m)
 Q_{ult} = Kapasitas dukung ultimit tiang kelompok (ton)
 n = Jumlah tiang
 Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal (ton)
 ΔL = Panjang segmen (m)
 S = Penurunan total (m)
 S_g = Penurunan fondasi kelompok tiang (m)
 B_g = Lebar kelompok tiang (m)
 D = Diameter tiang tunggal (m)
 S_s = Penurunan akibat deformasi aksial tiang (m)

- S_p = Penurunan dari ujung tiang (m)
 S_{ps} = Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (m)
 α = Koefisien yang tergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang (Vesic, 1977) $\alpha = 0,33 - 0,50$
 C_p = Koefisien empiris (Tabel 3.2)
 $\frac{Q_{ws}}{p.L}$ = Gesekan rata – rata yang bekerja sepanjang tiang
 p = Keliling tiang (m)
 E_s = Modulus elastisitas tanah (Tabel 3.4)
 ν_s = *Poisson ratio* tanah
 Δp = Tegangan yang ditimbulkan ditengah – tengah lapis (t/m^2)
 L_g = Panjang rencana tiang kelompok (m)
 B_g = Lebar rencana tiang kelompok (m)
 Z_i = Jarak dari $Z = 0$ sampai tengah – tengah lapis i (m)
 M_x, M_y = Momen masing – masing di sumbu X dan Y (Tm)
 x, y = Jarak dari sumbu x dan y ke tiang (m)
 $\sum x^2, \sum y^2$ = Jumlah kuadrat jarak tiang kepusat berat kelompok tiang (m)
 V = Jumlah beban vertikal (Ton)
 n = Jumlah tiang kelompok
 P = Reaksi tiang atau beban axial tiang (Ton)
 β_c = Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari terpusat yang bekerja atau bidang reaksi
 α_s = Faktor untuk jenis kolom
 b_0 = Panjang keliling penampang kritis geser dua arah (m)

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar struktur dan denah fondasi jembatan Kebon Agung II
- Lampiran 2. Data penyelidikan tanah
- Lampiran 3. Output SAP 2000
- Lampiran 4. Arsip



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur bangunan pada umumnya dibedakan menjadi dua bagian, yaitu struktur atas dan struktur bawah yang disebut fondasi. Fondasi inilah yang meneruskan seluruh beban ke lapisan tanah pendukung. Seperti yang kita ketahui bahwa keberadaan fondasi ini sangat menentukan kokohnya struktur bangunan yang berdiri di atasnya. Bangunan dikatakan stabil bila tanah pendukung mampu menerima beban yang diteruskan dari fondasi tersebut.

Dalam menerima beban dari atas, tanah mempunyai kriteria tersendiri, yaitu tanah baik bila tanah tersebut mempunyai kapasitas dukung tinggi dan penurunan yang terjadi relatif kecil, sedangkan tanah jelek yaitu tanah dengan kapasitas dukung rendah serta penurunan besar, sehingga timbul usaha – usaha untuk memperbaiki kemampuan kapasitas dukung tanah serta menentukan jenis pondasi yang cocok untuk tanah tersebut.

Ada beberapa jenis fondasi yang kita ketahui, salah satunya adalah fondasi tiang. fondasi tiang adalah suatu elemen yang terbuat dari baja, beton atau kayu yang berfungsi meneruskan beban struktur di atasnya ke dalam tanah dengan mekanisme interaksi tahanan ujung dan atau tahanan gesek permukaan. Fondasi tiang dipergunakan untuk fondasi suatu bangunan apabila tanah dibawah bangunan tidak mempunyai kapasitas dukung yang kuat untuk menahan berat bangunan dan bebannya, serta tanah baik berada pada kedalaman yang cukup dalam. Fondasi tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat keatas, terutama pada bangunan – bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya – gaya penggulingan akibat beban angin.

Dengan latar belakang permasalahan diatas, maka penyusun mencoba untuk mempelajari, menganalisis kapasitas dukung dan penurunan fondasi tiang bor pada jembatan Kebon Agung II. Jembatan Kebon Agung II membentang diatas sungai menghubungkan kabupaten Sleman dengan kabupaten Kulonprogo

dengan panjang total 200 m dan panjang perbentang 40 m, terdiri atas 4 buah pilar, lebar jembatan 9,6 m, lebar jalan 7 m, lebar trotoar 2 x 1 m, struktur atas memakai sistem beton bertulang dan balok prategang dengan jumlah balok prategang sebanyak 5 buah perlebar jembatan dan sistem perkerasan memakai lapisan aspal, sedangkan struktur bawah memakai sistem beton bertulang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah seberapa besar kapasitas dukung fondasi tiang bor dan berapa besarnya penurunan yang akan terjadi.

1.3 Tujuan

Menentukan kapasitas dukung fondasi tiang bor dan besarnya penurunan berdasarkan beban – beban yang bekerja dan data penyelidikan tanah yang ada pada proyek pembangunan jembatan Kebon Agung II.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan agar penulisan dapat terarah dan terfokus pada tujuan yang dicapai. Hal – hal penting yang perlu dibatasi adalah sebagai berikut ini.

1. Data yang dipakai adalah data yang berkaitan dengan Proyek Pembangunan Jembatan Kebon Agung II.
2. Analisis kapasitas dukung dan penurunan dihitung dengan menggunakan metode statis serta program SAP 2000 untuk menghitung momen dan mendapatkan gaya aksial.
3. Tiang bor yang digunakan dari beton bertulang K350 dengan diameter 0,80 m dan panjang efektif tiang bor 12,00 m.
4. Formasi tiang yang digunakan adalah 5 buah x 8 buah (40 buah).
5. Data Geoteknik yang digunakan adalah data penyelidikan tanah BM 1 dilokasi Proyek Pembangunan Jembatan Kebon Agung II serta data lalu lintas.

6. Data lalu lintas yang dipakai berdasarkan hasil survei dari simpang Jogobayan, simpang Kembang, simpang Sendangarum, simpang Balangan.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian tugas akhir ini, penyusun berharap dapat memberikan pemahaman mengenai kapasitas dukung fondasi tiang bor dan penurunan fondasi tiang bor khususnya bagi penyusun sendiri, dan pihak luar serta bagi perkembangan ilmu pengetahuan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sejenis

Penelitian – penelitin sejenis yang pernah dilakukan antara lain :

Deny Fahyudi dan Arindra Setiawan (2003)

- Judul : *Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor Pada Pembangunan Gedung PT Sanbe Farma*
- Rumusan masalah : Kapasitas dukung tiang berdasarkan ukuran tiang dan kedalaman tiang.
- Tujuan Penelitian : Menganalisis kemampuan tiang bor dalam menerima beban vertikal.
- Kesimpulan : 1. Semakin besar diameter tiang yang digunakan, semakin besar pula kapasitas dukung dan beban yang dapat didukung.
2. Penurunan fondasi juga dipengaruhi oleh jenis tanah dan beban yang bekerja pada fondasi.

Arya Wirawan dan Widan Fachrurrozi (1999)

- Judul : *Studi Kasus Analisis Daya Dukung Fondasi Mini Pile Dengan Metode "Coyle Reese" Pada Proyek USM Semarang*
- Rumusan masalah : bagaimana daya dukung fondasi mini pile dengan metode *coyle and reese*
- Tujuan penelitian : Untuk menganalisis daya dukung fondasi tunggal mini pile dengan metode *coyle and reese* dan daya dukung kelompok tiang serta penurunannya.
- Kesimpulan : 1. Fondasi mini pile mempunyai karakteristik yang sama dengan standard pile, sehingga dalam prinsip kerja

maupun analisis perhitungan identik dengan tiang pancang standard pile tersebut.

2. Pada perhitungan daya dukung fondasi mini pile dengan metode *coyle reese*, penentuan asumsi perpindahan awal ujung tiang (Y_p) sangat berpengaruh untuk mendapatkan nilai daya dukung yang optimal.
3. Penambahan dimensi dan panjang mini pile bentuk persegi empat maupun segitiga pada kelompok tiang tidak selalu menghasilkan daya dukung yang semakin besar, hal ini tergantung dari efisiensi dan jumlah tiang yang digunakan untuk setiap dimensi tiang yang direncanakan.
4. Penurunan kelompok tiang pada tanah pasir yang dihitung berdasarkan metode *vesic* (1977), dipengaruhi oleh penurunan tiang tunggal (S), diameter (D), dan lebar kelompok tiang (B_g).

Azis Saleh dan Bagus Masfianto (1998)

Judul : *Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Dengan Pembesaran Ujung Bawah Dan Selimut Pasir Pada Tanah Lempung.*

Rumusan masalah : Bagaimana daya dukung fondasi tiang dengan pembesaran ujung bawah dan selimut pasir pada tanah lempung.

Tujuan Penelitian : Menganalisis daya dukung serta mekanisme yang terjadi pada fondasi pembesaran ujung bawah dengan selimut pasir pada kedalaman tertentu berdasarkan beban – beban yang bekerja dan data penyelidikan tanah yang ada.

Kesimpulan : 1. Semakin besar dimensi tiang maka semakin besar pula kemampuan tiang dalam memikul beban terhadap kapasitas dukung ujung.

2. Jarak antara tiang juga memberikan kontribusi yang besar dalam menahan beban vertikal.
3. Fondasi tiang digunakan untuk menstransmisikan beban – beban permukaan ketinggian – tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah.

Cholis Rafi'i dan Rio Bahtianan Sakti (1999)

- Judul** : *Studi Literatur Analisis Perhitungan Kapasitas Tarik Tiang Bor Tunggal Dengan Pembesaran Ujung Dan Tiang Pancang Kelompok.*
- Rumusan masalah** : Pemilihan fondasi yang tepat berdasarkan kapasitas tarik yang maksimal dengan kapasitas dukung yang maksimal pula.
- Tujuan Penelitian** : Mengetahui pengaruh bentuk tampang tiang pancang, jumlah tiang pancang, dimensi tiang pancang terhadap kapasitas tariknya untuk beban desak yang sama (akibat berat sendiri bangunan). Mengetahui pengaruh dimensi badan dan dimensi ujung tiang bor terhadap kapasitas tariknya.
- Kesimpulan** : 1. Kapasitas tarik tiang bor dengan pembesaran ujung, secara umum tergantung dari tahanan kulit (Q_s), berat tiang (W_f), dan kontribusi pembesaran ujungnya (P_{ub}).
2. Tahanan kulit (Q_s) pada pembebanan tarik tidak sama besarnya dengan pembebanan desak karena terdapat perbedaan pada luas efektif lekatan dan pada tanah lempung penggunaan koefisien adhesi (α) dibedakan diantara keduanya.
 3. Kontribusi ujung tiang pada tanah pasir akan lebih besar dari pada kontribusi pembesaran ujung pada tanah lempung.

4. Pada pemakaian tiang pancang kelompok, kapasitas tarik terbesar adalah tiang berbentuk segiempat dibandingkan bentuk lain dengan ukuran yang sama. Hal tersebut dikarenakan keliling penampangnya lebih besar dibandingkan bentuk yang lainnya.
5. Pada tanah pasir kontribusi ujungnya lebih besar dibandingkan dengan berat tiang, sehingga dapat disimpulkan kapasitas tariknya ditentukan oleh kontribusi pembesaran ujungnya (Pub).
6. Faktor yang sangat berpengaruh dalam peningkatan kapasitas tarik tiang pancang kelompok adalah jumlah tiang, luas, dan keliling penampang tiang individu. Seperti yang telah dijelaskan pada pembahasan bahwa ketiganya saling berkaitan erat dalam kontribusinya terhadap peningkatan kapasitas tarik kelompok tiang pancang.

Eko Priarianto dan Sembodo Wahyu Widodo (2002)

Judul : *Analisis Pengaruh Diameter, Panjang dan Formasi Tiang Terhadap Kapasitas Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang.*

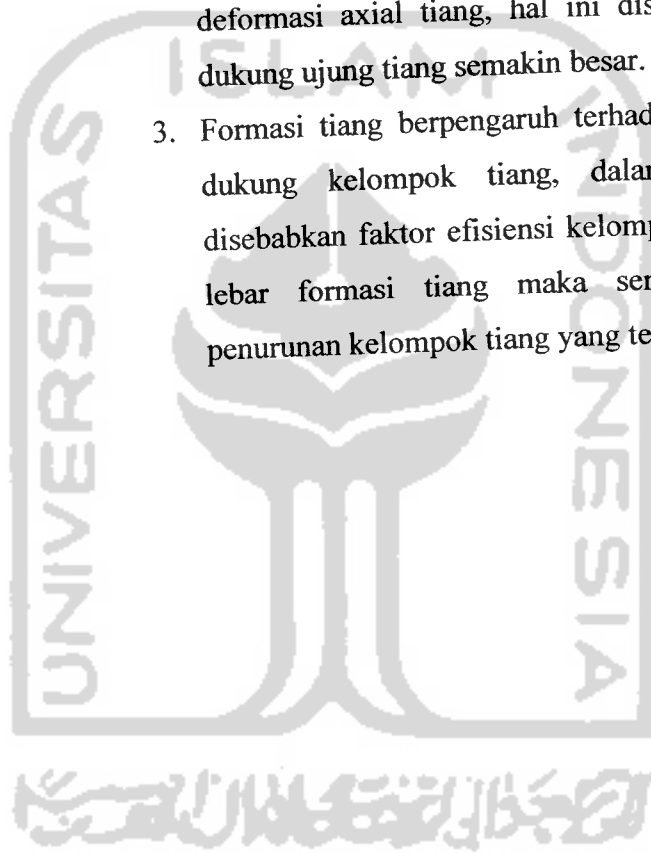
Rumusan masalah : Bagaimana pengaruh diameter, panjang dan formasi tiang terhadap kapasitas dukung dan penurunan fondasi tiang pancang.

Tujuan Penelitian : Untuk mengetahui pengaruh diameter, panjang dan formasi tiang terhadap kapasitas dukung dan penurunan fondasi tiang pancang.

Kesimpulan : 1. Semakin besar diameter tiang maka akan semakin besar pula kapasitas dukungnya, hal ini disebabkan oleh perbedaan luas penampang yang berpengaruh terhadap kapasitas dukung ujung. Semakin besar

diameter tiang menyebabkan semakin kecil penurunan ujung tiang, hal ini disebabkan oleh kapasitas dukung ujung tiang yang semakin besar.

2. Semakin dalam kedalaman tanah (tiang semakin panjang), maka semakin besar pula kapasitas dukungnya. Semakin panjang tiang juga menyebabkan semakin besar penurunan akibat deformasi axial tiang, hal ini disebabkan kapasitas dukung ujung tiang semakin besar.
3. Formasi tiang berpengaruh terhadap besar kapasitas dukung kelompok tiang, dalam hal ini lebih disebabkan faktor efisiensi kelompok tiang. Semakin lebar formasi tiang maka semakin besar pula penurunan kelompok tiang yang terjadi.



BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Tanah

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan – endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Proses terjadinya tanah dari pelapukan batuan dapat terjadi secara fisik dan kimiawi. Pelapukan secara fisik yang mengubah batuan menjadi partikel – partikel yang lebih kecil, dapat terjadi akibat adanya pengaruh erosi, angin, air, es atau hancurnya partikel tanah akibat perubahan suhu atau cuaca. Partikel – partikel ini dapat berbentuk bulat, bergerigi, maupun bentuk diantaranya. Sedangkan pelapukan akibat proses kimiawi dapat terjadi oleh pengaruh oksigen, karbondioksida, dan air. Pelapukan tanah akibat reaksi kimia menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm yang disebut mineral lempung.

Apabila karakteristik fisik yang selalu terdapat pada masa butir – butir tanah bersatu sesamanya sehingga sesuatu gaya akan diperlukan untuk memisahkannya dalam keadaan kering maka tanah ini disebut dengan tanah kohesif. Sedangkan bila butir – butir tanah terpisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan di dalam air maka tanah tersebut disebut tanah non kohesif.

Untuk menentukan dan mengklasifikasi tanah diperlukan suatu pengamatan di lapangan. Tetapi jika mengandalkan pengamatan di lapangan, maka kesalahan – kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan pengamatan perorangan akan menjadi sangat besar. Untuk memperoleh hasil klasifikasi yang objektif, biasanya tanah itu secara sepintas dibagi dalam tanah berbutir kasar dan berbutir halus berdasarkan suatu hasil analisa mekanis. Selanjutnya tahap klasifikasi tanah berbutir halus diadakan berdasarkan percobaan konsistensi. (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990).

Karena tanah mempunyai pori yang besar, maka pembebanan biasa akan mengakibatkan deformasi tanah yang sangat besar. Hal ini tentu akan mengakibatkan penurunan fondasi yang akan merusak konstruksi. Berbeda dengan bahan – bahan konstruksi yang lain, karakteristik tanah didominasi oleh karakteristik mekanisnya seperti permeabilitas atau kekuatan geser yang berubah – ubah sesuai dengan pembebanan. Akibat dari beban yang bekerja pada tanah, susunan butir – butir tanah berubah atau kerangka struktur butir – butir tanah berubah sehingga angka perbandingan pori (*void ratio*) menjadi kecil yang mengakibatkan deformasi pemampatan. Deformasi pemampatan tanah yang terjadi memperlihatkan gejala yang elastis, sehingga bila beban itu diiadakan maka tanah akan kembali pada bentuk semula. (Dr. Ir. Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa, 1990).

3.2 Fondasi Tiang

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh struktur bawah atau fondasi. Fondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban bangunan kedalam tanah. Fondasi sendiri dibagi dalam dua golongan yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam. Fondasi tiang digunakan apabila kondisi tanah dibawah bangunan tidak mempunyai kapasitas dukung yang cukup untuk memikul beban dan letak tanah keras amat dalam. Kapasitas fondasi tiang terdiri dari gesekan tiang dengan tanah dan tahanan ujung. Kedua komponen tersebut dapat bekerja sama maupun terpisah. Pada fondasi tiang umumnya salah satu dari komponen dapat bekerja lebih dominan.

Tipe tiang dapat dibedakan terhadap cara tiang meneruskan beban yang diterimanya ketanah dasar fondasi. Hal ini juga tergantung pada jenis tanah dasar fondasi yang akan menerima beban yang bekerja, sedangkan susunan tiang dalam kelompok tiang juga berpengaruh dalam kapasitas dukung tiang.

Pemilihan jenis fondasi dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut ini.

1. Gaya yang bekerja dari konstruksi bangunan (dalam hal ini adalah jembatan).

2. Kapasitas dukung tanah dan kedalaman yang akan dicapai.
3. Stabilitas tanah yang akan mendukung fondasi.
4. Tingkat kesulitan pada saat pelaksanaan.
5. Pengaruh perilaku aliran sungai, besarnya gerusan dan sedimentasi.

Jenis fondasi dibedakan menjadi sebagai berikut ini.

1. Fondasi dangkal

Fondasi ini dapat dipergunakan secara langsung diatas lapisan tanah keras, jenis fondasi ini adalah monoloit dapat berupa pasangan batu kali maupun beton bertulang. Persyaratan teknik pemakaian fondasi jenis ini adalah sebagai berikut ini.

- Tekanan konstruksi ketanah $<$ kapasitas dukung.
- Aman terhadap geser, guling, dan penurunan yang berlebihan.
- Aman terhadap gerusan air dan longsoran tanah.
- Kedalaman dasar fondasi $>$ 3 m dari dasar sungai terdalam atau muka tanah setempat.
- Tidak disarankan untuk fondasi pilar.

2. Fondasi dalam (tiang)

Merupakan jenis fondasi untuk mencapai lapisan kapasitas dukung tanah rencana dengan ketebalan tanah lunak $>$ 8 m dari dasar sungai terdalam atau dari permukaan tanah setempat dan dalam hal jika jenis fondasi sumuran diperkirakan sulit dalam pelaksanaannya. Persyaratan teknik pemakaian fondasi jenis ini adalah sebagai berikut ini.

- Kapasitas dukung tiang terdiri dari point bearing serta tahanan gesek tiang.
- Lapisan tanah keras berada $>$ 8 m dari muka tanah setempat atau dari dasar sungai terdalam.
- Jika gerusan tidak dapat dihindari yang dapat mengakibatkan kapasitas dukung tiang berkurang maka harus diperhitungkan pengaruh tekuk dan reduksi gesekan antara tiang dan tanah sepanjang kedalaman gerusan.
- Jarak as tiang tidak boleh kurang dari 3 kali garis tengah tiang yang dipergunakan.

3.2.1 Fondasi Tiang Bor

Fondasi tiang digolongkan berdasarkan material, cara pelaksanaan, dan lain sebagainya. Berdasarkan material dibedakan menjadi empat yaitu tiang kayu, tiang baja, tiang beton, tiang komposit. Tiang beton dalam pembuatannya dibedakan menjadi tiang beton pracetak (*Precast Concrete Pile*) dan tiang beton cor di tempat (*cast In Place*).

Pembuatan beton dengan cara dicor ditempat (*Cast In Place*) yang sering disebut juga dengan *bored pile* atau tiang bor adalah suatu cara tiang dicetak pada lubang didalam tanah, berbentuk seperti tiang. Kemudian kedalam lubang tersebut dituangkan adukan beton. Fondasi tiang bor dibuat dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu kemudian mengisinya dengan tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah kapasitas dukung ujung tiang. Kita mengenal dua kelompok tiang bor berdasarkan proses pengeborannya, yaitu pekerjaan tiang bor tanpa proteksi dan pekerjaan tiang bor dengan proteksi.

Pekerjaan tiang bor tanpa proteksi pada dasarnya pembuatan tiang bor selalu memerlukan proteksi dengan casing sementara (biasanya sekitar 3 – 6 m dari permukaan tanah) untuk mencegah runtuhnya lubang dibagian permukaan akibat desakan alat pengeboran. Pekerjaan tiang bor tanpa proteksi yang dimaksud disini ialah pembuatan tiang bor yang selama proses pengeborannya dinding tidak perlu dijaga dengan temporary casing ataupun slurry.

Pekerjaan tiang bor dengan proteksi yaitu kondisi tanah yang mudah runtuh atau berpasir lepas. Pada kondisi tanah semacam ini, tiang bor dapat tidak berbentuk atau mungkin malah menggelembung seperti balon setelah menelan berkubik – kubik material adukan beton. Dalam proses pengeborannya dinding perlu dijaga dengan temporary casing maupun slurry. Penggunaan tiang bor mempunyai beberapa keuntungan dan kekurangan, antara lain :

Keuntungannya yaitu :

1. Tiang bor dapat dipakai secara individual/tunggal tanpa menggunakan pile cap.
2. Pada pembuatannya tidak merusakkan struktur didekatnya, karena tidak seperti tiang pancang yang pada saat dipancang menggunakan hammer sehingga menimbulkan getaran tanah.
3. Tidak ada Resiko penyembulan (*heaving*)
4. Kondisi tanah sebenarnya dapat diketahui saat pengeboran, dibandingkan dengan prediksi sebelumnya.
5. Dapat dilakukan pada berbagai jenis tanah.
6. Jika didapati kondisi diluar perencanaan awal, perubahan diameter dan panjang tiang dapat segera disesuaikan.
7. Pada pelaksanaan pembuatan tiang bor, tidak ada polusi suara dari hammer seperti pada tiang pancang.
8. Permukaan tanah pada dasar lubang sebagai ujung dari tiang bor dapat dilihat secara visual.
9. Mudah memperbesar kepala tiang bila diperlukan.

Kekurangannya yaitu :

1. Kualitas pengecoran memerlukan pengawasan yang sangat ketat.
2. Berbahaya bila ada tekanan artesis karena tekanan ini dapat menerobos keatas.
3. Pengangkatan tanah pada pembuatan lubang bornya dapat mengakibatkan longgarnya tanah yang bisa membahayakan struktur didekatnya.
4. kapasitas dukung ujung tiang bor relatif lebih kecil dibanding dengan tiang pancang.

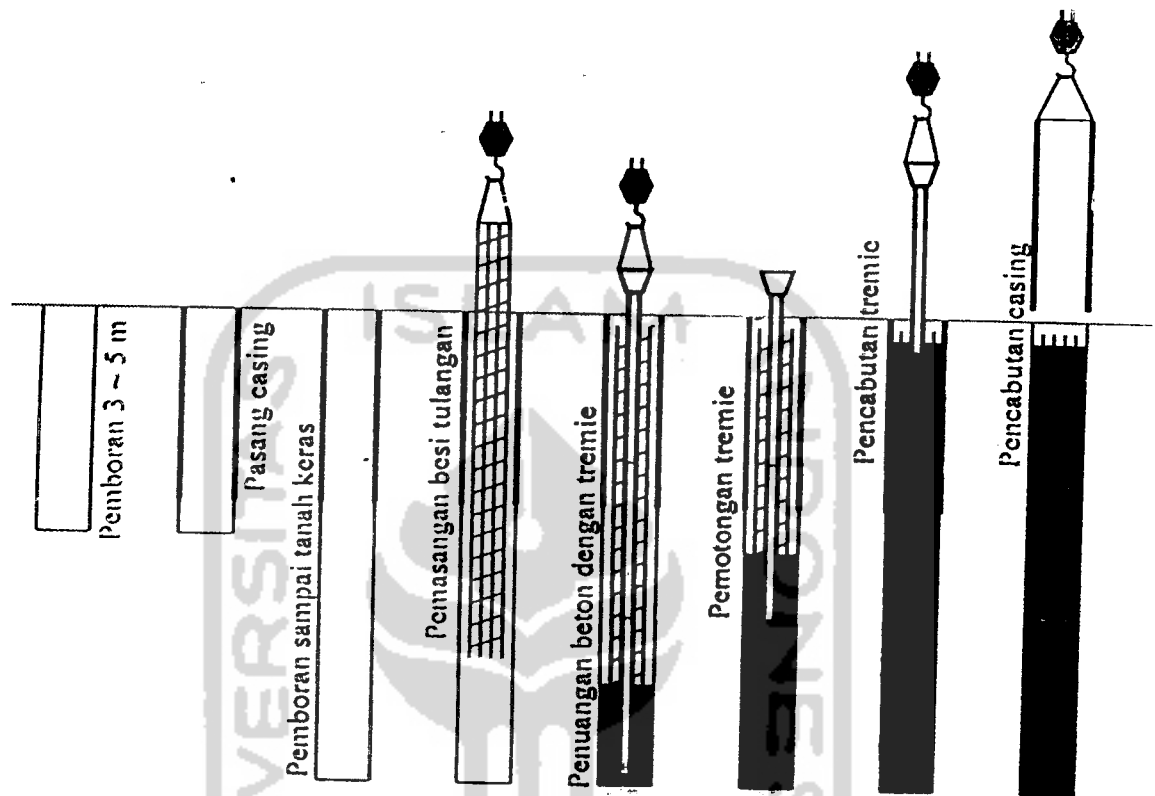
Adapun tahapan pekerjaan fondasi tiang bor adalah sebagai berikut ini.

1. Pabrikasi tulangan sesuai dengan gambar rencana.
2. Stel alat bor (earth drill) pada kedudukannya sehingga as lubang bucket bor atau auger tepat pada titik rencana bored pile dan sifat vertikalnya

harus dijaga. Pemboran pertama sampai dengan kedalaman 1 m harus diawasi dengan ketat agar tidak meleset atau berpindah dari letak rencana. Setelah mencapai kedalaman 3 - 5 m (atau sesuai spesifikasi) casing dipasang. Pemboran dilanjutkan sampai kedalaman yang diinginkan.

3. Pengukuran panjang lubang bor, diikuti dengan pembersihan dasar lubang bor yang disusul dengan pengukuran kembali panjang lubang bor. Jika terjadi pendangkalan, berarti terjadi kelongsoran dan harus dibersihkan lagi.
4. Pemasangan pembesian menggunakan crane dengan menjaga sifat vertikalnya serta posisinya tidak bergeser kesisi lubang.
5. Penuangan beton dengan menggunakan tremie yang terdiri dari beberapa bagian (panjangnya 2-3 m) yang dihubungkan satu sama lain dengan klem khusus yang kuat dan tidak bocor tetapi mudah dibongkar pasang. Tremie dimasukkan ditengah – tengah pembesian, dengan ujung ditutup bola plastik atau kantong plastik atau kertas semen agar beton yang dituang pertama kali tidak tercampur dengan air. Penuangan beton dilakukan sambil tremie diangkat dan diturunkan secara bergantian untuk memadatkan beton (pengganti vibrator) dan ujung tremie berada minimum 1 m dibawah permukaan beton. Setiap permukaan beton bertambah 2–3 m, tremie ditarik keatas dan bagian atas tremie dapat dilepas. Penuangan beton dilanjutkan dengan cara yang sama sampai pada level yang direncanakan. Sisa panjang tremie terakhir harus dicabut sebelum beton mengeras.
6. Setelah semua tahapan selesai dilaksanakan casing dicabut.

Metode pelaksanaan tiang bor dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Tahapan pekerjaan fondasi tiang bor

3.3 Kapasitas Dukung Fondasi Tiang

Mekanisme pendukung fondasi, berdasarkan pada prinsip bahwa beban vertikal dan momen yang bekerja pada fondasi, sebagian besar ditahan oleh kapasitas dukung (*bearing capacity*) tanah fondasi pada ujung fondasi, dan beban mendatar sebagian besar ditahan oleh hambatan geser (*sliding resistance*) dari ujung fondasi. Jika fondasi itu tertanam dalam, tekanan tanah dimuka fondasi juga ikut menahan beban tetapi jika fondasi tertanam dangkal, gaya penahan ini umumnya kecil. Hal ini dikemukakan oleh Hari Kristianto dan M. Nurhandoko (1999), dalam tugas akhir mereka yang berjudul analisis daya dukung fondasi susun pada tanah kohesif.

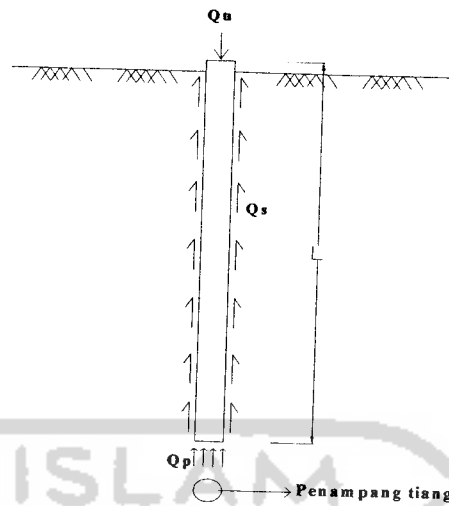
Sementara itu Sarjono, HS, 1988 mengatakan bahwa bila lapisan tanah keras letaknya sangat dalam sehingga pembuatan tiang sampai ketanah lapisan keras tersebut sangat sukar dilaksanakan, digunakan fondasi tiang yang kapasitas dukungnya berdasarkan pada kelekatan tanah dengan tiang untuk tanah lempung. Komponen gesekan diperlakukan sebagai adhesi antara badan tiang dengan tanah. Dan jika lapisan tanah keras terdiri dari lapisan pasir maka kapasitas dukung tiang tersebut tergantung pada sifat – sifat lapisan pasir. Kapasitas dukung fondasi tiang sangat bergantung oleh beberapa faktor yaitu :

1. Teknik pelaksanaan
2. Bahan yang digunakan
3. Bentuk tiang
4. Jenis tanah
5. Dll

kapasitas dukung fondasi tiang dapat dihitung berdasarkan :

1. Data lapangan (CPT dan SPT)
2. Data laboratorium (Parameter mekanis tanah)

Kemampuan kapasitas tiang merupakan besarnya beban yang dapat dipikul oleh fondasi. Analisis kapasitas dukung pada tiang bor dilakukan dengan terlebih dahulu mengetahui data – data tanah, dimensi tiang, pile cap, jarak antara tiang, kedalaman fondasi, dan data pendukung seperti mutu beton. Ditinjau dari cara mendukung beban, tiang bor dapat dibagi menjadi tiang dengan dukungan ujung (*end bearing pile*) dan tiang dengan gesekan sepanjang permukaan badan tiang (*friction pile*). Kapasitas tiang sepenuhnya ditentukan dari kapasitas ujung lapisan keras yang berada dibawah ujung tiang. Sedangkan tiang dengan gesekan sepanjang badan adalah tiang yang kapasitas dukungnya lebih ditentukan oleh perlawanan gesek antara dinding tiang dengan tanah sekitarnya. Kapasitas dukung tiang terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang (Q_p) dan kapasitas dukung selimut tiang (Q_s), yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :



Gambar 3.2 Kapasitas dukung tiang bor

3.3.1 Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

Kapasitas dukung tiang terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang (Q_p) dan kapasitas dukung selimut tiang (Q_s). Jenis fondasi dalam dibedakan menjadi dua yaitu fondasi tiang pancang dan fondasi tiang bor, untuk itu perlu dibuat secara terpisah rumus – rumus yang akan dipakai untuk menganalisis agar tidak terjadi kesalahan dalam pemilihan rumus yang dipakai.

3.3.1.1 Kapasitas Dukung Tiang Pancang Tunggal

Berdasarkan Data Laboratorium

Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Q_p)

Menentukan kapasitas dukung ujung tiang tergantung jenis tanahnya. Berikut ini adalah rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung ujung tiang menurut jenis tanahnya :

Metode Meyerhoff (1976)

a. Tanah Pasir

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

$$q_p = c \cdot N_c^* + q \cdot N_q^*$$

Pada tanah pasir nilai $c = 0$

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot q \cdot N_q = A_p \cdot 5 \cdot \text{tg } \phi \cdot N_q^* \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan :

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

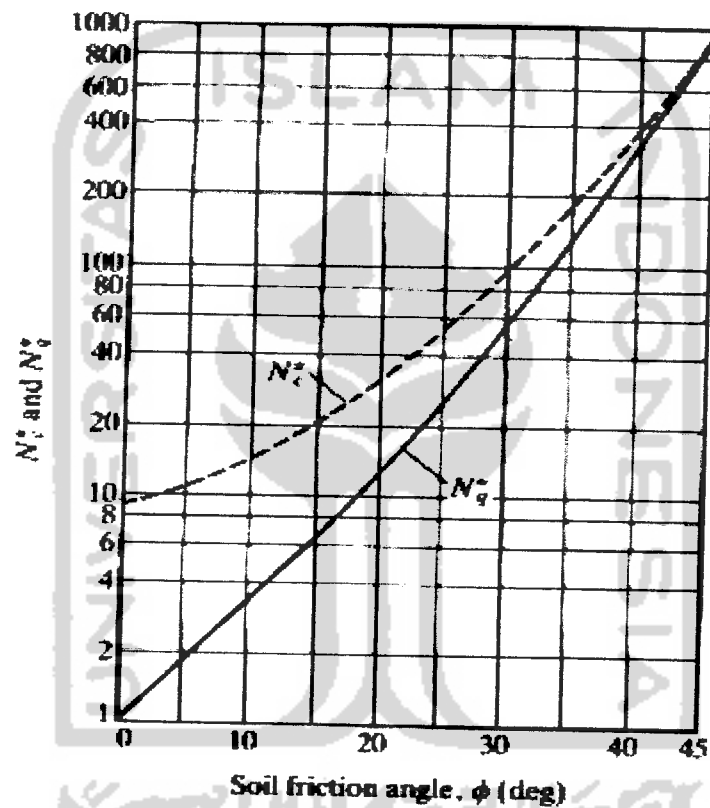
A_p = Luas penampang ujung tiang (m^2)

q_p = Kapasitas dukung batas / unit tahanan ujung (ton/m^2)

ϕ = Sudut gesek dalam tanah

N_q^* = Faktor kapasitas dukung

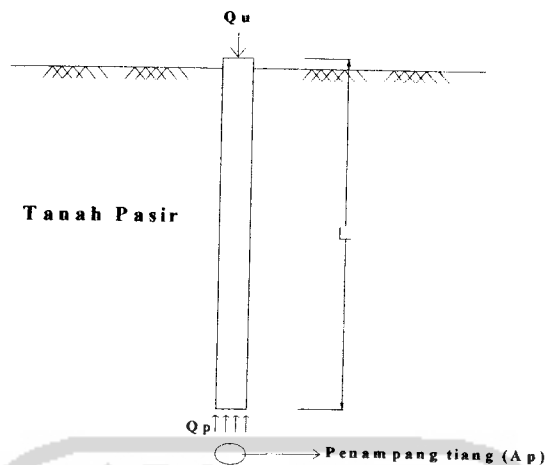
Nilai N_q^* dan N_c^* didapat dari Gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3 Faktor kapasitas dukung (Meyerhof, 1976)

(Sumber : Joseph E. Bowles)

Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah pasir dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut ini :



Gambar 3.4 Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah pasir

b. Tanah Lempung

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

$$q_p = c \cdot N_c^* + q \cdot N_q^*$$

Pada tanah lempung $\phi = 0$, maka nilai $q \cdot N_q^* = 0$

Sedangkan nilai $N_c^* = 9$ (Poulos & Davis)

$$Q_p = A_p \cdot c_u \cdot 9 \dots\dots\dots (3.2)$$

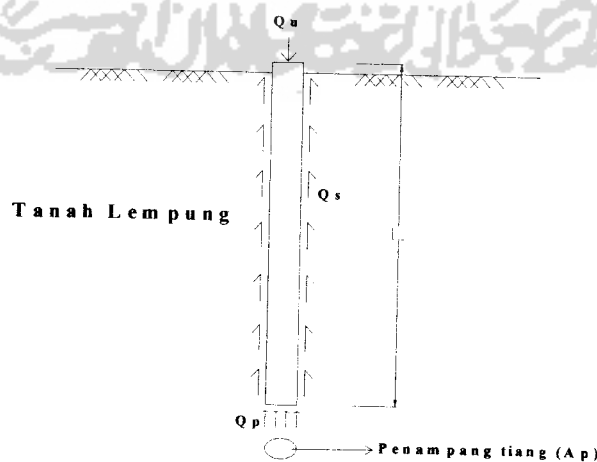
Dengan :

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

C_u = Kohesi tanah *undrained*. (Gambar 3.6)

N_c^* = Faktor kapasitas dukung tanah pada ujung tiang (Gambar 3.3)

Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah lempung dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3.5 Kapasitas dukung ujung tiang pada tanah lempung

Kapasitas Dukung Selimut Tiang (Qs)

$$Q_s = \sum A_s \cdot f \dots\dots\dots(3.3)$$

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

Dengan :

Qs = Kapasitas dukung ultimit selimut tiang (ton)

As = Luas selimut tiang (m²)

p = Keliling penampang tiang (m)

ΔL = Panjang tiang bor yang ditinjau (m)

f = Gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m²)

Untuk menentukan nilai gesekan selimut (f) adalah berdasarkan jenis tanahnya. Berikut ini adalah rumus yang dipergunakan untuk menghitung nilai gesekan selimut (f) menurut jenis tanahnya.

a. Tanah Pasir

$$f = K \cdot \sigma'_v \cdot \text{tg } \delta \dots\dots\dots(3.4)$$

K = (1 - 2) K₀ untuk displacement besar

K = (0,75 - 1,75) K₀ untuk displacement kecil

K = (0,75 - 1,0) K₀ untuk bored pile

$$K_0 = 1 - \sin \varphi$$

Dengan :

φ = Sudut gesek dalam

K = Koefisien tekanan tanah

K₀ = Koefisien tekanan tanah saat diam

σ'_v = Tegangan vertikal efektif tanah, dianggap konstan setelah kedalaman 15d (Meyerhof) dan 10D Schmertmann.

δ = Sudut gesek permukaan

$$\delta \text{ beton} = (0,80 - 1) \cdot \varphi$$

$$\delta \text{ kayu} = \frac{2}{3} \varphi$$

$$\delta \text{ baja} = (0,59 - 0,90) \cdot \varphi$$

$$\delta \text{ cor ditempat} = \varphi$$

b. Tanah lempung

Kapasitas dukung selimut tiang pada tanah lempung dapat dihitung dengan menggunakan metode Alpha, Beta, dan Lamda.

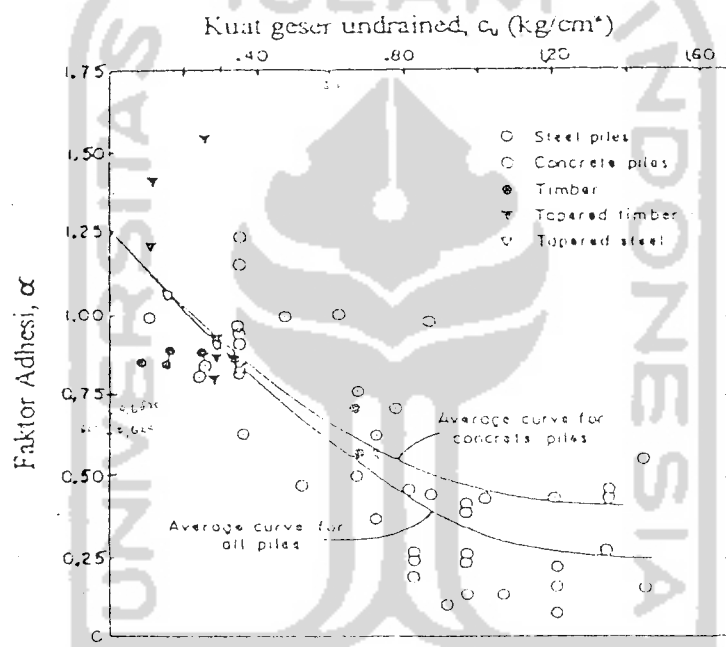
1). Metode Alpha (α)

$$f = \alpha \cdot C_u \dots\dots\dots (3.5)$$

Dengan :

α = Faktor adhesi

C_u = Kohesi tanah *undrained* (Gambar 3.6)



Gambar 3.6 Nilai C_u terhadap nilai α
(Sumber : Manual struktur fondasi dalam)

2). Metode Beta (β)

$$f_{ave} = \beta \cdot \sigma' \dots\dots\dots (3.6)$$

Dengan :

f_{ave} = Gesekan selimut rata – rata

β = $K \cdot \text{tg } \phi_r$

ϕ_r = Sudut geser tanah kondisi terdrainasi

b. Tanah Lempung

Besarnya tahanan ujung persatuan luas (q_p) dapat diambil sebesar 9 kali kuat geser tanah ($9 \cdot c_u$).

Kapasitas Dukung Selimut Tiang (Q_s)

Kapasitas dukung selimut tiang dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q_s = \sum A_s \cdot f \dots \dots \dots (3.15)$$

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

Dengan :

Q_s = Kapasitas dukung ultimit selimut tiang (ton)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

p = Keliling penampang tiang (m)

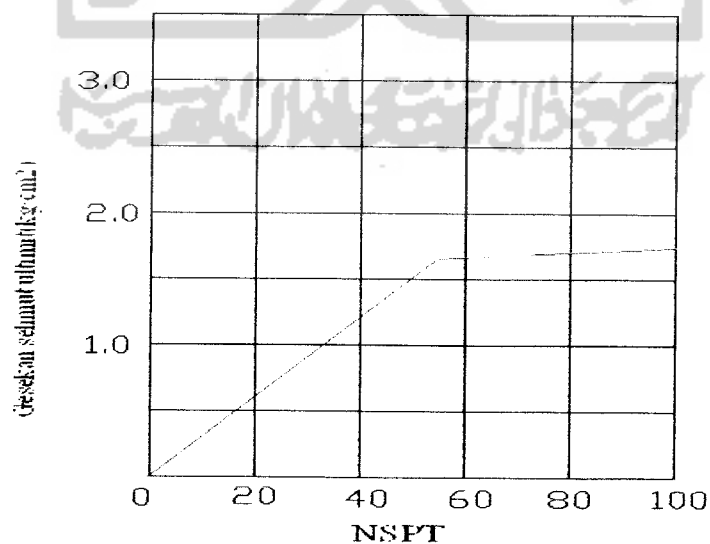
ΔL = Panjang tiang bor yang ditinjau (m)

f = Gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m^2)

1). Metode Reese and Wright (1977)

a. Tanah Pasir

Besarnya nilai f dapat diperoleh dari korelasi langsung dengan N_{spt} pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.8 Tahanan selimut pada tanah non kohesif (Wright 1977)

b. Tanah Lempung

Besarnya nilai $f = \alpha \cdot C_u$

α = Faktor adhesi (diambil 0,55)

C_u = Kohesi tanah pada kondisi undrained

2). Metode Kulhawy (1991)

a. Tanah Pasir

$$f = K_0 \cdot \sigma'_v \cdot \text{tg } \varphi \dots\dots\dots (3.16)$$

Dengan :

φ = Sudut gesek dalam

K_0 = Koefisien tekanan tanah saat diam = $1 - \sin \varphi$

σ'_v = Tegangan vertikal efektif tanah pada kedalaman yang ditinjau
(ton/m²)

b. Tanah Lempung

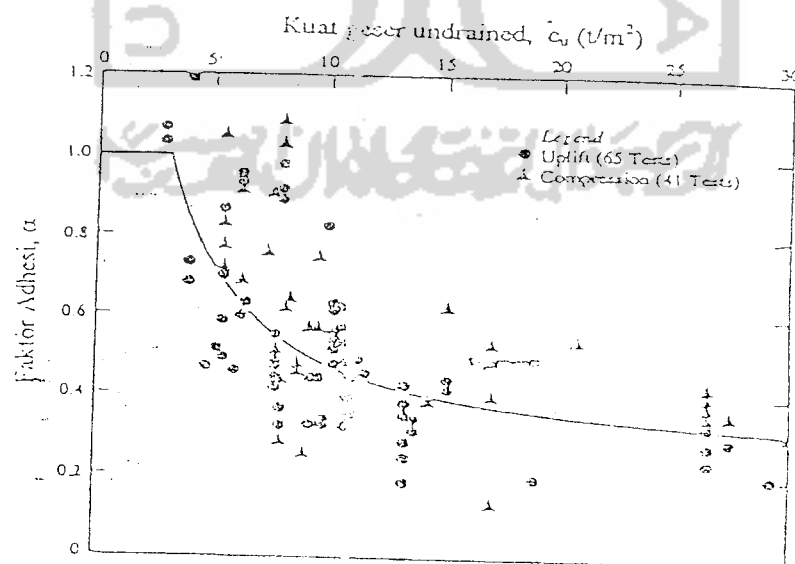
$$f = \alpha \cdot C_u \dots\dots\dots (3.17)$$

Dengan :

α = Faktor koreksi (Gambar 3.9)

C_u = Kohesi tanah *undrained*

Faktor koreksi α dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Faktor adhesi (Kulhawy 1991)

3.3.2 Kapasitas Dukung Ultimate Tiang (Q_u)

Rumus yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung ultimate tiang (Q_u) adalah sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p \dots \dots \dots (3.18)$$

Dengan :

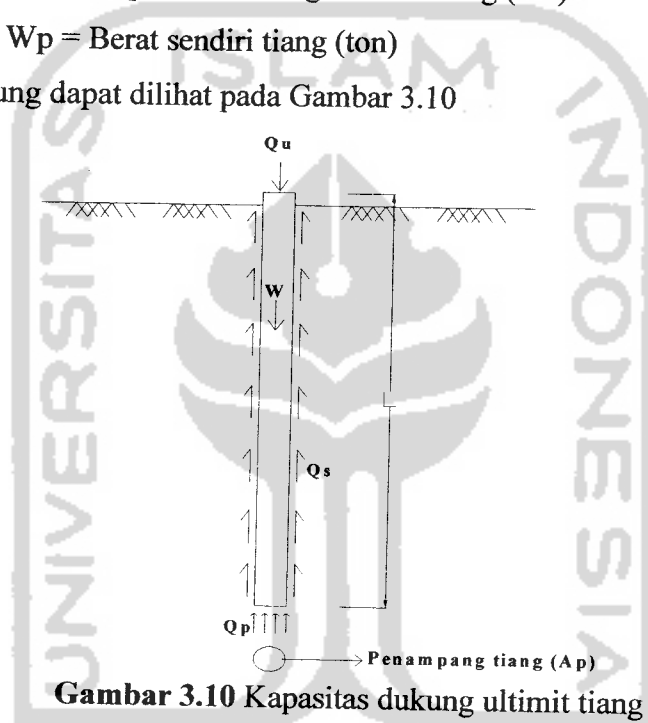
Q_u = Kapasitas dukung ultimit tiang (ton)

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

Q_s = Kapasitas dukung selimut tiang (ton)

W_p = Berat sendiri tiang (ton)

Kapasitas dukung dapat dilihat pada Gambar 3.10



3.3.3 Faktor Aman

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit tiang dengan faktor aman tertentu. 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 kelompok tiang masih dalam batas – batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang – tiang masih dalam batas – batas toleransi.

Reese and O'Neil (1989) menyarankan pemilihan faktor aman (F) untuk perancangan fondasi tiang perlu mempertimbangkan faktor – faktor sebagai berikut :

1. Tipe dan kepentingan dari struktur.
2. Variabilitas tanah (tanah tidak uniform).
3. Ketelitian penyelidikan tanah.
4. Tipe dan jumlah uji tanah yang dilakukan.
5. Ketersediaan data ditempat (uji beban tiang).
6. Pengawasan/kontrol kualitas dilapangan.

Tabel 3.1 Faktor aman yang disarankan (Reese and O'Neil 1989)

Klasifikasi struktur	Faktor aman (F)			
	Kontrol baik	Kontrol normal	Kontrol jelek	Kontrol sangat jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

Variasi besarnya faktor aman yang telah banyak digunakan untuk perancangan fondasi tiang bergantung pada jenis tiang sebagai berikut :

1. Tiang Pancang

$$SF = 2,5$$

Beberapa peneliti menyarankan faktor aman yang tidak sama untuk kapasitas dukung selimut tiang (Q_s) dan kapasitas dukung ujung (Q_p). SF untuk kapasitas dukung selimut tiang sebesar 1,5 dan SF untuk kapasitas dukung ujung

sebesar 3. Penggunaan faktor aman Q_s yang lebih kecil dari Q_p , karena nilai puncak dari kapasitas dukung selimut tiang (Q_s) dicapai bila tiang mengalami penurunan 2 sampai 7 mm, sedang kapasitas dukung ujung (Q_p) membutuhkan penurunan yang lebih besar agar kapasitas dukung ujungnya bekerja secara penuh. Jadi maksud penggunaan faktor – faktor aman tersebut adalah untuk meyakinkan keamanan tiang terhadap keruntuhan tiang dengan mempertimbangkan penurunan tiang pada beban kerja yang diterapkan.

2. Tiang Bor

Kapasitas ijin tiang bor, diperoleh dari jumlah kapasitas dukung ujung dan kapasitas dukung selimut tiang yang dibagi dengan faktor aman tertentu.

- Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2$ m $SF = 2,5$.
- Untuk tiang tanpa pembesaran dibagian bawahnya $SF = 2$.

Untuk diameter tiang (d) lebih dari 2 m, kapasitas tiang ijin perlu dievaluasi dari pertimbangan penurunan tiang. Selanjutnya penurunan struktur harus pula dicek terhadap persyaratan besar penurunan toleransi yang masih diijinkan.

3.3.4 Kapasitas Dukung Ijin Tiang (Q_a)

Nilai kapasitas dukung ijin tiang (Q_a) dihitung dengan memakai rumus berikut ini :

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots(3.19)$$

Dengan :

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang (ton)

Q_u = Kapasitas dukung ultimate tiang (ton)

$SF_1 = 2$ (untuk tiang bor tanpa pembesaran ujung)

3.4 Efisiensi Kelompok Tiang

Formasi tiang sangat menentukan besar kecilnya daya dukung tiang kelompok. Demikian pula efisiensi tiang kelompok juga dipengaruhi oleh bentuk

atau formasi tiang itu sendiri. Efisiensi kelompok tiang hanya ada pada tanah pasir, tidak ada pedoman dalam menyusun tiang kelompok, namun ada beberapa hasil penelitian untuk menghitung efisiensi kelompok tiang. Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
2. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
3. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
4. Urutan pemasangan tiang
5. Macam tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup tiang (*pile cap*) dengan tanah.
8. Arah dari beban yang bekerja.

3.4.1 Efisiensi Kelompok Tiang Pancang

a. Tanah Pasir

Untuk $S > 3 \cdot \emptyset$ efisiensi diambil sama dengan 1

Sedangkan untuk $S < 3 \cdot \emptyset$ dipakai salah satu rumus dibawah ini.

Metode Uniform Building Code (AASHO)

$$E_{AASHO} = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \dots\dots\dots (3.20)$$

Dengan :

E_g = Efisiensi kelompok tiang

θ = arc tg D/S , ($^{\circ}$)

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

D = Diameter tiang (m)

S = Jarak as – as tiang (Spacing) (m)

Metode Los Angeles Group – Action Formula

$$E_{L.A} = 1 - \frac{D}{\pi \cdot S \cdot m} \left[m(n-1) + (m-1) + \sqrt{2(m-1)(n-1)} \right] \dots\dots\dots (3.21)$$

Dengan :

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

D = Diameter tiang (m)

S = Jarak antar tiang (m)

Metode Seiler – Keeny

$$E_{s-k} = \left[1 - \frac{11S}{7(S^2 - 1)} + \frac{m+n-2}{m+n-1} \right] + \frac{0,30}{m+n} \dots \dots \dots (3.22)$$

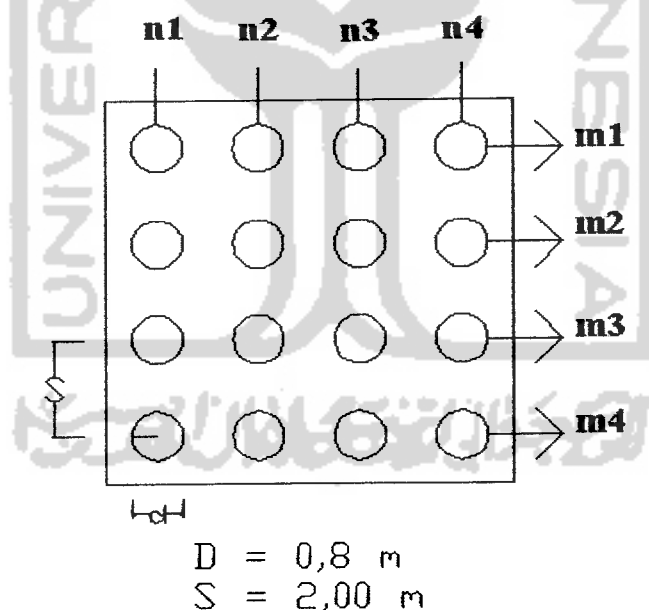
Dengan :

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

S = Jarak antar tiang (m)

Jumlah m dan n kelompok tiang dapat dilihat pada Gambar 3.11



Gambar 3.11 Jumlah m dan n kelompok tiang

b. Tanah Lempung

Efisiensi kelompok tiang pada tanah lempung untuk tiang pancang tidak ada, atau diambil efisiensi sama dengan 1.

3.4.2 Efisiensi Kelompok Tiang Bor

a. Tanah Pasir

$S = 3 \cdot \emptyset$, Efisiensi = 0,67 – 0,75 atau dipakai salah satu rumus dari tiang pancang.

b. Tanah Lempung

Pada tanah lempung besarnya nilai efisiensi diambil sama dengan 1.

3.5 Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok tiang.

Kapasitas dukung kelompok tiang pada tanah pasir merupakan jumlah kumulatif kapasitas dukung ijin tiang (bearing capacity) dan gesekan antara tiang dan tanah (friction) dari tiang bor tunggal dikalikan dengan jumlah tiang dan dikalikan dengan efisiensi kelompok tiang. Kapasitas dukung kelompok tiang dapat dihitung sebagai berikut :

1. Tanah Pasir

Pada tanah pasir rumus yang digunakan untuk tiang pancang maupun tiang bor adalah sama.

$$\Sigma Q_{ult} = n \cdot E_f \cdot Q_a \dots\dots\dots(3.23)$$

Dengan :

Q_{ult} = Kapasitas dukung ultimit tiang kelompok (ton)

n = Jumlah tiang

E_f = Efisiensi kelompok tiang

Q_a = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal (ton)

2. Tanah Lempung

Pada tanah lempung rumus kapasitas dukung tiang kelompok untuk tiang pancang sama dengan tiang bor.

$$\Sigma Q_{ult} = m \cdot n \cdot (Q_p + Q_s)$$

$$\Sigma q_{ult} = L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c \cdot + \Sigma 2 (L_g \cdot D) \cdot C_u \cdot \Delta L \dots \dots \dots (3.24)$$

Dengan :

L_g = Panjang blok (m)

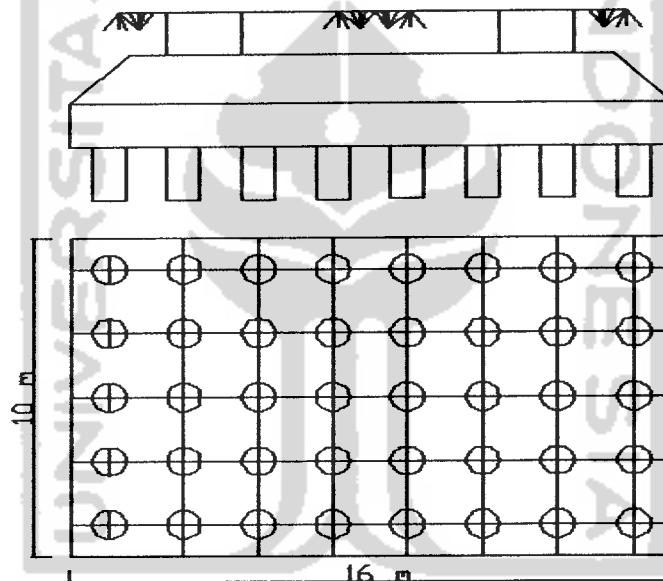
B_g = Lebar blok (m)

ΔL = Panjang segmen (m)

C_u = Kohesi tanah *undrained*

N_c = Faktor kapasitas dukung tanah pada ujung tiang

Bandingkan kedua persamaan diatas, harga kapasitas dukung tiang kelompok diambil nilai yang terkecil. Formasi tiang dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Formasi Kelompok tiang

3.6 Penurunan Fondasi Tiang (*Settlement*)

Penurunan elastik kelompok tiang merupakan penurunan yang terjadi 1 sampai 10 hari setelah pembebanan. Besar penurunan dipengaruhi oleh parameter tanah, beban – beban yang bekerja pada fondasi, juga berat fondasi tersebut. Penurunan juga dipengaruhi oleh bentuk formasi, diameter tiang dan jumlah tiang. Pemakaian diameter tiang yang besar akan menyebabkan penurunan yang besar juga. Diameter yang besar menyebabkan penambahan beban yang cukup besar

karena berat fondasinya akan bertambah besar. (sumber : tugas akhir **M. Agus Rifan dan Dian Pitasari S (1997)**).

Dalam analisis kestabilan struktur fondasi tiang, faktor kapasitas dukung fondasi tiang dan penurunan yang diijinkan terjadi harus diperhitungkan. Penurunan yang terjadi pada tiang sangat dipengaruhi oleh mekanisme pengalihan beban, maka penyelesaian perhitungan penurunan hanya bersifat pendekatan. Besarnya penurunan bergantung pada karakteristik tanah dan penyebaran tekanan fondasi ketanah dibawahnya.

3.6.1 Penurunan Fondasi Tiang Tunggal

1. Tanah pasir

Untuk perhitungan penurunan dapat digunakan dua cara yaitu metode semi empiris dan metode empiris.

a). Metode semi empiris

Penurunan fondasi tiang tunggal

$$S = S_s + S_p + S_{ps} \dots\dots\dots(3.25)$$

Dengan :

S = Penurunan total (m)

S_s = Penurunan akibat deformasi aksial tiang (m)

S_p = Penurunan dari ujung tiang (m)

S_{ps} = Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang (m)

Penurunan akibat deformasi aksial

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha.Q_s)L}{A_p.E_p} \dots\dots\dots (3.26)$$

Dengan :

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

Q_s = Kapasitas dukung selimut tiang (ton)

L = Panjang tiang (m)

A_p = Luas penampang tiang (m²)

E_p = Modulus elastisitas tiang

α = Koefisien yang tergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang (Vesic, 1977) $\alpha = 0,33 - 0,50$

Penurunan dari ujung tiang

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \dots \dots \dots (3.27)$$

Dengan :

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

q_p = Daya dukung batas diujung tiang (ton/m²)

D = Diameter (m)

C_p = Koefisien empiris (Tabel 3.2)

Tabel 3.2 Nilai koefisien C_p (Sumber Vesic, 1977)

Jenis Tanah	Tiang Bor
Pasir	0,09 – 0,18
Lempung	0,03 – 0,06
Lanau	0,09 – 0,12

Penurunan akibat pengalihan beban sepanjang tiang

$$S_{ps} = \left(\frac{Q_{ws}}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) I_{ws} \dots \dots \dots (3.28)$$

Dengan :

$\frac{Q_{ws}}{p \cdot L}$ = Gesekan rata – rata yang bekerja sepanjang tiang

p = Keliling tiang (m)

L = Panjang tiang yang tertanam (m)

D = Diameter tiang (m)

E_s = Modulus elastisitas tanah (Tabel 3.4)

v_s = *Poisson ratio* tanah (Tabel 3.3)

I_{ws} = Faktor pengaruh = $2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$

Tabel 3.3. Angka *poisson* (Bowles, 1968)

Jenis Tanah	Angka <i>poisson</i>
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir padat	0,2 – 0,4
Pasir kasar ($e = 0,4 - 0,7$)	0,15
Pasir halus ($e = 0,4 - 0,7$)	0,25
Batu (agak tergantung dari tipenya)	0,1 – 0,4
<i>Loess</i>	0,1 – 0,3

Tabel 3.4 Modulus elastis (Bowles, 1977)

Jenis Material	Modulus Elastis (kg/cm^2)
Lempung	
Sangat lunak	3 – 30
Lunak	20 – 40
Sedang	45 – 90
Keras	70 – 200
Berpasir	300 – 425
Pasir	
Berlanau	50 – 200
Tidak padat	100 – 250
Padat	500 – 1000
Pasir dan kerikil	
Padat	800 – 2000
Tidak padat	500 – 1400
Lanau	20 – 200

<i>Loess</i>	150 – 600
Serpih	1400 – 14000
Kayu	80.000 – 100.000
Beton	200.000 – 300.000
Baja	2.150.000

b). *Metode empiris*

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q.L}{A_p.E_p} \dots\dots\dots (3.29)$$

Dengan :

S = Penurunan total di kepala tiang (m)

D = Diameter tiang (m)

Q = Beban yang bekerja (KN)

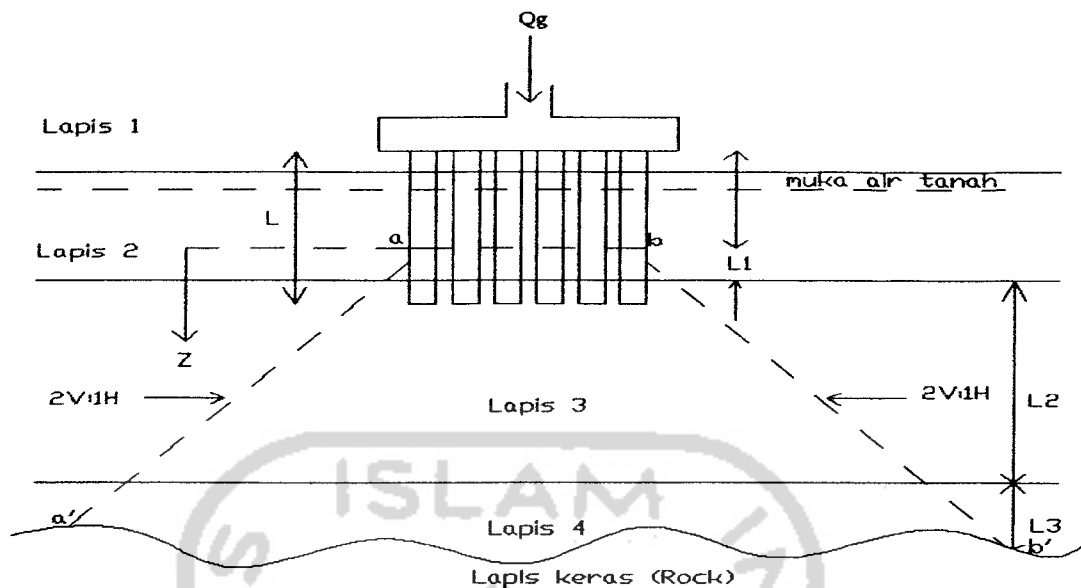
A_p = Luas penampang tiang (m²)

L = Panjang tiang (m)

E_p = Modulus elastis tiang (Tabel 3.3)

2. Tanah lempung

Penurunan fondasi tiang tunggal pada tanah lempung dapat dihitung menggunakan metode distribusi tegangan 2:1 seperti yang ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.13 Penurunan tiang dengan metode penyebaran 2:1

Prosedur untuk menghitung melalui beberapa tahap yaitu :

1. Jika pile cap berada dibawah permukaan tanah yang sesungguhnya, maka \$Q_g\$ akan sama dengan jumlah beban pada bangunan atas pada tiang (piles) dikurangi dengan berat efektif dari atas tanah pada kelompok tiang.
2. Asumsikan beban \$Q_g\$ yang dipindahkan melalui tanah hingga kedalaman \$2L/3\$ dari atas tiang. Beban \$Q_g\$ menyebarkan dengan perbandingan 2 vertikal : 1 horisontal yang dinotasikan dengan \$aa'\$ dan \$bb'\$
3. Hitung tegangan yang ditimbulkan ditengah masing – masing lapis tanah oleh beban \$Q_g\$ menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

$$\Delta p = \frac{Q_g}{(Bg + Zi)(Lg + Zi)} \dots\dots\dots(3.30)$$

Dengan :

- \$\Delta p\$ = Tegangan yang ditimbulkan ditengah – tengah lapis
- \$L_g\$ = Panjang rencana tiang kelompok (m)
- \$B_g\$ = Lebar rencana tiang kelompok (m)
- \$Z_i\$ = Jarak dari \$Z = 0\$ sampai tengah – tengah lapis \$i\$ (m)

4. Hitung penurunan pada masing – masing lapis

$$\Delta S = \left[\frac{C_{c(i)} \cdot H_{(i0)}}{1 + e_{o(i)}} \right] \log \left[\frac{P_{o(i)} + \Delta p_{(i)}}{P_{o(i)}} \right] \dots\dots\dots(3.31)$$

Dengan :

$C_{c(i)}$ = Compression index, didapat dari uji konsolidasi

$e_{o(i)}$ = Angka pori awal (Initial void ratio)

$H_{(i)}$ = Tinggi lapis clay (m)

5. Hitung penurunan total menggunakan rumus berikut ini.

$$\Delta S_g = \sum \Delta S_i \dots \dots \dots (3.32)$$

3.6.2 Penurunan Fondasi Kelompok Tiang

1. Tanah pasir

Beberapa metode dari penelitian dapat digunakan untuk menghitung penurunan fondasi kelompok tiang antara lain, yaitu :

a. Metode Vesic (1977)

$$S_g = S \sqrt{\frac{B_g}{D}} \dots \dots \dots (3.33)$$

Dengan :

S = Penurunan fondasi tiang tunggal (m)

S_g = Penurunan fondasi kelompok tiang (m)

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

D = Diameter tiang tunggal (m)

b. Metode Meyerhoff (1976)

1. Berdasarkan N – SPT

$$S_g = \frac{0,92 \cdot q \sqrt{B_g \cdot I}}{N} \dots \dots \dots (3.34)$$

Dengan :

$$I = \left(1 - \frac{L}{8B_g} \right) \geq 0,5$$

$$q = \frac{Q_g}{L_g \cdot B_g}$$

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

N = Harga rata – rata $N - SPT$ pada kedalaman $\pm B_g$ dibawah kaki fondasi

L = Panjang tiang (m)

2. Tanah lempung

Analisis Penurunan fondasi tiang kelompok pada tanah lempung dilakukan dengan cara penurunan jangka panjang (*Consolidation*) yang terjadi secara berangsur – angsur.

Prosedur untuk menghitung melalui beberapa tahap yaitu :

1. Jika pile cap berada dibawah permukaan tanah yang sesungguhnya, maka Q_g akan sama dengan jumlah beban pada bangunan bagian atas pada tiang (piles) dikurangi dengan berat efektif dari atas tanah pada kelompok tiang.
2. Asumsikan beban Q_g yang dipindahkan melalui tanah hingga kedalaman $2L/3$ dari atas tiang. Beban Q_g menyebarkan dengan perbandingan 2 vertikal : 1 horisontal yang dinotasikan dengan aa' dan bb'
3. Hitung tegangan yang ditimbulkan ditengah masing – masing lapis tanah oleh beban Q_g menggunakan persamaan sebagai berikut ini.

$$\Delta p = \frac{Q_g}{(Bg + Zi)(Lg + Zi)} \dots\dots\dots(3.35)$$

Dengan :

Δp = Tegangan yang ditimbulkan ditengah – tengah lapis

L_g = Panjang rencana tiang kelompok (m)

B_g = Lebar rencana tiang kelompok (m)

Z_i = Jarak dari $Z = 0$ sampai tengah – tengah lapis i (m)

4. Hitung penurunan pada masing – masing lapis

$$\Delta S = \left[\frac{C_{c(i)} \cdot H_{(i0)}}{1 + e_{o(i)}} \right] \log \left[\frac{P_{o(i)} + \Delta p_{(i)}}{P_{o(i)}} \right] \dots\dots\dots(3.36)$$

Dengan :

$C_{c(i)}$ = Compression index, didapat dari uji konsolidasi

$e_{o(i)}$ = Angka pori awal (Initial void ratio)

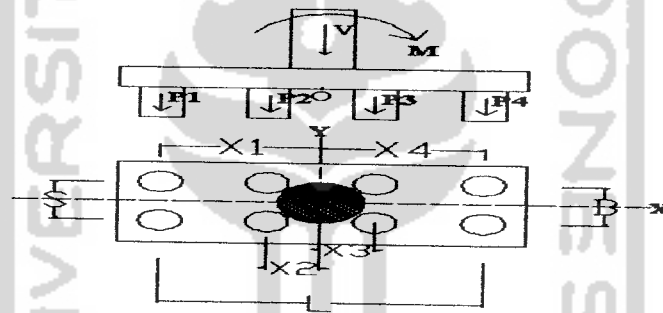
$H_{(i)}$ = Tinggi lapis clay (m)

5. Hitung penurunan total menggunakan rumus berikut ini.

$$\Delta S_g = \Sigma \Delta S_i \dots \dots \dots (3.37)$$

3.7 Distribusi Pembebanan Pada Fondasi Tiang Kelompok

Secara garis besar analisis tegangan dilakukan dengan cara membandingkan antara besarnya tegangan yang terjadi oleh satu buah tiang (dari pile cap) dengan kapasitas dukung tiang individu (dari arah bawah). Besarnya kapasitas dukung tiang individu harus lebih besar dari tegangan yang terjadi padanya yang berasal dari pile cap. Dalam perencanaan fondasi tiang kelompok, analisis kapasitas dukung tiang kelompok dihitung berdasarkan analisis tiang individu dikalikan dengan jumlah tiangnya. Pembebanan dapat dilihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Beban vertikal dan momen

$$P = \frac{V}{n} \pm \frac{M_x \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{M_y \cdot y}{\sum y^2} \dots \dots \dots (3.38)$$

Dengan :

M_x, M_y = Momen masing – masing di sumbu X dan Y

x, y = Jarak dari sumbu x dan y ke tiang

$\sum x^2, \sum y^2$ = Jumlah kuadrat jarak tiang ke pusat berat kelompok tiang

V = Jumlah beban vertikal

n = Jumlah tiang kelompok

P = Reaksi tiang atau beban axial tiang

Pembebanan juga menggunakan metode Pedoman Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan, 1992 (PPJT-1992), *Bridge Design Manual*, 1992 (BDM-1992), beban sekunder digunakan yang terbesar antara beban gempa dan beban angin.

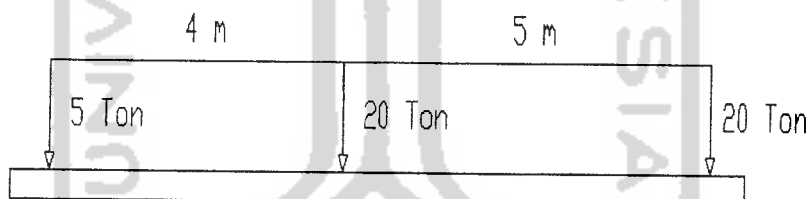
3.7.1 Beban Mati

Beban mati adalah beban yang merupakan berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya.

3.7.2 Beban hidup

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan yang bergerak atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan. Beban hidup terdiri dari :

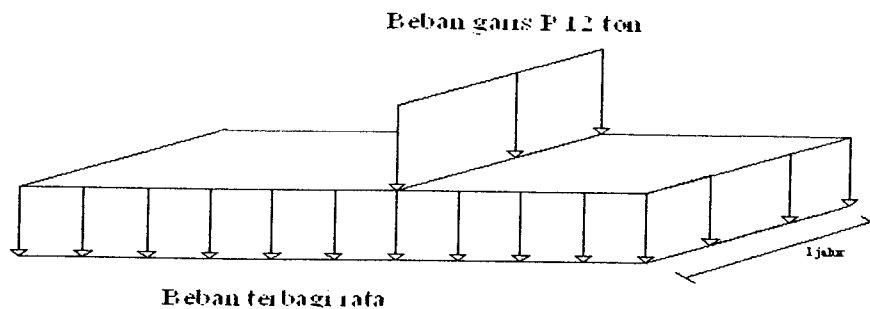
1. Beban hidup terpusat (T) Beban hidup T merupakan beban terpusat untuk lantai kendaraan, beban T ini merupakan beban kendaraan truck yang mempunyai beban roda ganda (dual wheel load) sebesar 12 ton dengan ukuran serta kedudukan seperti Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Beban hidup terpusat T untuk lantai kendaraan

2. Beban jalur (D)

Beban hidup D merupakan beban jalur untuk gelagar, beban D ini adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang terdiri dari beban terbagi rata sebesar q (ton per meter panjang per jalur) dan beban garis P (ton per jalur lalu lintas), seperti terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Beban jalur D

Untuk menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) perlu diperhatikan ketentuan bahwa :

$$\text{beban terbagi rata} = \frac{q}{2,75} \frac{\text{ton/meter}}{\text{meter}} \text{ dan } \dots\dots\dots(3.39)$$

$$\text{beban garis} = \frac{P}{2,75} \frac{\text{ton}}{\text{meter}} \times \text{koefisien kejut} \dots\dots\dots(3.40)$$

3. Beban kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh getaran dan pengaruh dinamis lainnya, tegangan akibat beban garis P harus dikalikan dengan koefisien kejut yang akan memberikan hasil maksimum, sedangkan beban merata q dan beban T tidak dikalikan dengan koefisien kejut. Koefisien kejut ditentukan dengan rumus :

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L} \dots\dots\dots(3.41)$$

K = Koefisien kejut

L = Panjang bentang dalam meter

3.8 Pile Cap

Pile cap adalah gabungan beberapa tiang yang digabungkan menjadi satu kelompok oleh plat. Pile Cap berfungsi untuk menyalurkan beban bangunan yang diterima oleh kolom sehingga fondasi tiang akan menerima beban sesuai dengan kapasitas dukung ijin. Pile Cap biasanya terbuat dari beton bertulang dituangkan

langsung pada tanah. Pile cap tersebut mempunyai sebuah reaksi yang merupakan sederet beban terpusat, perancangan Pile Cap dilakukan dengan anggapan sebagai berikut :

1. Pile Cap sangat kaku
2. Ujung atas tiang menggantung pada Pile Cap. Karena itu, tidak ada momen lentur yang diakibatkan oleh Pile Cap ke tiang.
3. Tiang merupakan kolom pendek dan elastis. Karena itu, distribusi tegangan dan deformasi membentuk bidang rata.

Hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan Pile Cap adalah pengaturan tiang dalam satu kelompok. Pada umumnya susunan tiang dibuat simetris sehingga pusat berat kelompok tiang dan pusat berat Pile Cap terletak pada satu garis vertikal. Jarak antar tiang diusahakan sedekat mungkin untuk menghemat Pile Cap, tetapi jika fondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen.

Asumsi – asumsi yang dipakai untuk mendesain pile cap adalah :

$$P_p = \frac{Q}{n} \dots \dots \dots (3.42)$$

Dengan :

P_p = Beban yang diterima pile cap (Ton)

Q = Beban total (Ton)

n = Jumlah tiang

$$P_p = \frac{Q}{r} \pm \frac{M_y X}{\sum X^2} + \frac{M_x Y}{\sum Y^2} \dots \dots \dots (3.43)$$

Dengan :

M_x, M_y = Momen disekitar sumbu x dan y

X, y = Jarak dari sumbu y dan x ke tiang

$\sum X^2, \sum Y^2$ = Jumlah kuadrat jarak tiang kepusat berat kelompok tiang

3.8.1 Geser Pada Pile Cap

Gaya geser pada pile cap ditinjau berdasarkan geser satu arah dan geser dua arah dengan ketentuan SNI 03 2487 pasal 3.8.5 butir 3. jika pile cap tanpa penulangan geser, maka sebagai dasar perencanaan kuat geser adalah $V_u \leq \Phi V_c$. Rumus untuk menghitung geser satu arah dan dua arah adalah sebagai berikut :

1. Geser satu arah

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c'} \cdot b \cdot d \dots \dots \dots (3.44)$$

Dengan :

b = Lebar pile cap (m)

d = Tinggi pile cap (m)

2. Geser dua arah

$$V_c = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d \dots \dots \dots (3.45)$$

$$V_c = \frac{1}{12} \left(\frac{\alpha_s \cdot d}{b_0} + 2 \right) \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d \dots \dots \dots (3.46)$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} \cdot b_0 \cdot d \dots \dots \dots (3.47)$$

V_c diambil nilai terkecil dari ketiga persamaan diatas.

Dengan :

β_c = Rasio sisi panjang terhadap sisi pendek dari terpusat yang bekerja atau bidang reaksi

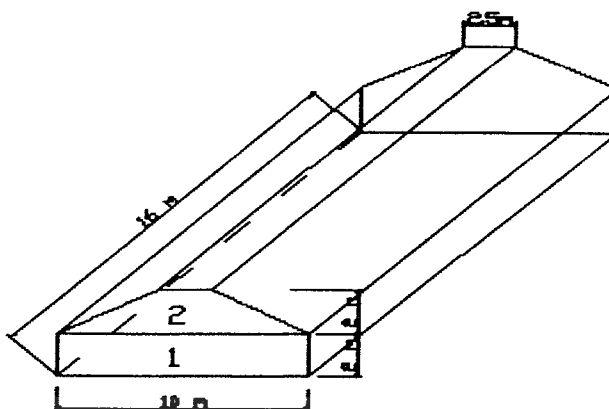
d = Tinggi pile cap

α_s = Faktor untuk jenis kolom

b_0 = Panjang keliling penampang kritis geser dua arah

Pile Cap dapat dilihat pada Gambar 3.17 berikut :





Gambar 3.17 Pile cap

3.9 SAP 2000

SAP (*Structural Analysis Program*) adalah program aplikasi komputer yang digunakan untuk menganalisis dan merancang status struktur terutama pada bidang teknik sipil. Dari analisis program SAP 2000 ini dapat diketahui gaya geser, momen lentur, momen torsi dan simpangan (manual SAP 2000). Pemodelan struktur diusahakan mendekati kondisi struktur yang dianalisis atau mewakili perilaku struktur yang sebenarnya, agar didapat hasil analisis yang valid. Pemodelan status struktur meliputi :

1. Penentuan koordinat *joint* sebagai batas elemen
2. Penentuan orientasi elemen dalam koordinat struktur
3. Penentuan sifat penampang elemen dan elastisitas
4. Penentuan pembebanan struktur (gaya yang bekerja pada struktur)
5. Penentuan jenis analisis yang digunakan.

Prosedur input data pada program SAP 2000 adalah sebagai berikut :

1. Pengidentifikasian *joint*, *frame*, *restraint* dan *constraint*.
2. Pendefinisian karakteristik material dan *frame section*.
3. Pendefinisian beban (*load*), yaitu beban mati (W_D), beban hidup (W_L), beban gempa (E) dan kombinasi (*combo*).
4. Pendefinisian *masses*, yaitu massa translasi (m_t), massa rotasi (m_r) dan pusat massanya tiap lantai.

5. Analisis struktur dengan cara di RUN.

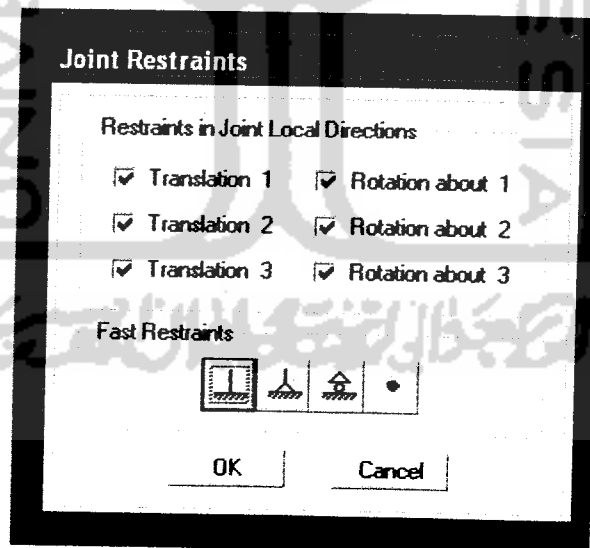
Proses pengoperasian input data pada program SAP 2000 adalah sebagai berikut :

1. Blok data *TITLE LINE* atau baris judul. Ini adalah langkah pertama yang harus kita tuliskan pada *input*, baris judul ini akan digunakan sebagai label *output* dari hasil program. Baris judul akan selalu dicetak pada setiap halaman dari yang dihasilkan program.
2. Langkah selanjutnya penulisan blok data *SYSTEM*.
3. Selanjutnya di tulis *JOINT*, blok data *JOINT* ini berfungsi untuk mendefenisikan kedudukan dari join – join struktur yang sesuai dengan koordinatnya.
4. Blok data *RESTRAINTS*.

Data *RESTRAINTS* dari suatu joint terdiri dari empat konstanta.

Untuk :

- Sendi R = 1,1,1,1,0
- Jepit R = 1,1,1,1,1
- Rol R = 0,1,1,1,0
- Bebas R = 0,0,1,1,0



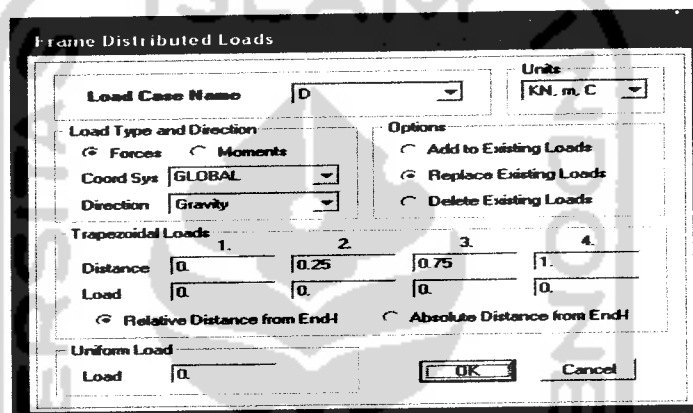
Gambar 3.18 Joint Restraints SAP 2000 V 7.42

5. Blok data *FRAME*

Blok data *FRAME* mendefinisikan sifat – sifat elemen struktur dan pembebanannya. Pada langkah ini disebutkan jumlah jenis elemen dan jumlah jenis beban yang bekerja, kemudian mendefinisikan jenis material pada masing – masing elemen.

6. Blok data *LOAD*

Beban merata atau beban titik dapat diberlakukan pada setiap join dalam portal. Blok data *LOAD* mendefinisikan beban join sesuai dengan jumlah kondisi pembebanan.



Gambar 3.19 Frame Distributed Loads SAP 2000 V 7.42

7. Blok data *COMBO* digunakan untuk mendefinisikan kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur. Jika blok data *COMBO* ini tidak didefinisikan, maka hasil keluaran program yang berhubungan dengan kondisi beban – beban yang ada akan diperoleh tanpa ada kombinasi. Dari hasil *output* SAP 2000 didapatkan gaya – gaya dalam akibat kombinasi beban (kombinasi 2) yaitu gaya normal (P), gaya geser (H) dan momen (M) yang bekerja pada tiap – tiap kolom dasar yang akan dipakai sebagai beban rencana pada analisis kapasitas dukung fondasi tiang bor.

$$K = 1 - \sin \phi_r \text{ (untuk terkonsolidasi normal)}$$

$$K = (1 - \sin \phi_r) \sqrt{OCR} \text{ (untuk tanah } overconsolidated)$$

$$OCR = \text{Over Consolidation Ratio}$$

3). Metode Lambda (λ)

$$f_{ave} = \lambda (\sigma'_{ave} + 2 \cdot C_{u\ ave}) \dots\dots\dots (3.7)$$

Dengan :

$$f_{ave} = \text{Gesekan selimut rata - rata}$$

$$\lambda = \text{Konstanta (0,10 - 0,50)}$$

$$\sigma'_{ave} = \text{Tegangan vertical efektif rata - rata}$$

$$C_{u\ ave} = \text{Kohesi tanah } undrained \text{ rata - rata}$$

$$C_{u\ ave} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{ui} \cdot L_i}{L} \dots\dots\dots (3.8)$$

Dengan :

$$C_{ui} = \text{Kohesi tanah } undrained \text{ lapis ke } i$$

$$L_i = \text{Panjang segment tiang lapis Ke } i$$

$$L = \text{Panjang tiang (m)}$$

$$\sigma'_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{L} \dots\dots\dots (3.9)$$

Dengan :

$$A_i = \text{Luas diagram tegangan vertical efektif (m}^2)$$

$$L = \text{Panjang tiang (m)}$$

Berdasarkan Data Lapangan

Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Q_p) hasil sondir (CPT)

Metode Schmertmann and Nottingham

$$Q_p = 0,50 \cdot (P_1 + P_2) \cdot A \text{ tiang} \dots\dots\dots (3.10)$$

Dengan :

P1 = Nilai tekanan konus pada titik yang terletak 8 D diatas ujung tiang

P2 = Nilai tekanan konus pada daerah yang terletak 0,70 D – 4 D dibawah ujung tiang

A tiang = luas penampang tiang (m²)

Kapasitas Dukung Selimut Tiang (Qs) berdasarkan hasil sondir (CPT)

$$Q_s = K \left[\sum_{z=0}^{8.D} \frac{Z}{8.D} \cdot F_s \cdot A_s + \sum_{z=8.D}^L F_s \cdot A_s \right] \dots \dots \dots (3.11)$$

Dengan :

K = Koefisien tekanan tanah

D = Diameter tiang (m)

Z = Kedalaman atau panjang segmen yang ditinjau (m)

L = Panjang tiang (m)

Fs = koefisien gesekan tiang

As = Luas selimut tiang (m²)

Berdasarkan Uji Standard Penetration Test (N-SPT)

Menurut Meyerhoff (1976)

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p (40N) \frac{LB}{D} \leq A_p \cdot (400N) \text{ kN} \dots \dots \dots (3.12)$$

Kapasitas Dukung Selimut Tiang (Qs) Uji Standard Penetration Test (N-spt)

$$Q_s = \sum A_s \cdot f \dots \dots \dots (3.13)$$

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

Dengan :

Qs = Kapasitas dukung ultimit selimut tiang (ton)

As = luas selimut tiang (m²)

p = Keliling penampang tiang (m)

ΔL = Panjang tiang bor yang ditinjau (m)

f = Gesekan selimut tiang persatuan luas (t/m^2)

f (kN/m^2) = $N \rightarrow$ For driven low displacement piles

f (kN/m^2) = $2N \rightarrow$ For driven high displacement piles

3.3.1.2 Kapasitas Dukung Tiang Bor Tunggal

Kapasitas Dukung Ujung Tiang (Q_p)

Kapasitas dukung ujung tiang bor dengan cara statis dapat ditentukan sebagai berikut :

Metode Reese and Wright (1977)

$$Q_p = A_p \cdot q_p \dots \dots \dots (3.14)$$

Dengan :

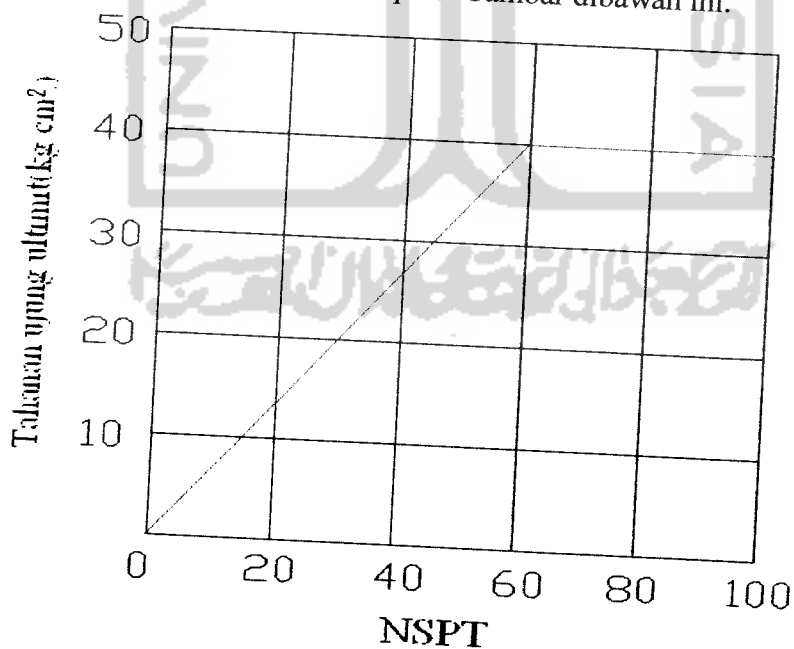
Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas penampang ujung tiang bor (m^2)

q_p = Tahanan ujung persatuan luas (ton/m^2)

a. Tanah Pasir

Besarnya tahanan ujung persatuan luas (q_p) dapat diperoleh dengan hubungan N_{spt} , seperti terlihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3.7 Tahanan ujung ultimit pada tanah non kohesif
(Reese and Wright 1977)

Response Combination Data

Response Combination Name: COMB2

Combination Type: Linear Add

Define Combination of Case Results:

Case Name	Case Type	Scale Factor
D	Linear Static	1.05
D	Linear Static	1.05
L	Linear Static	1.05
E	Linear Static	1.

Add
Modify
Delete

OK Cancel

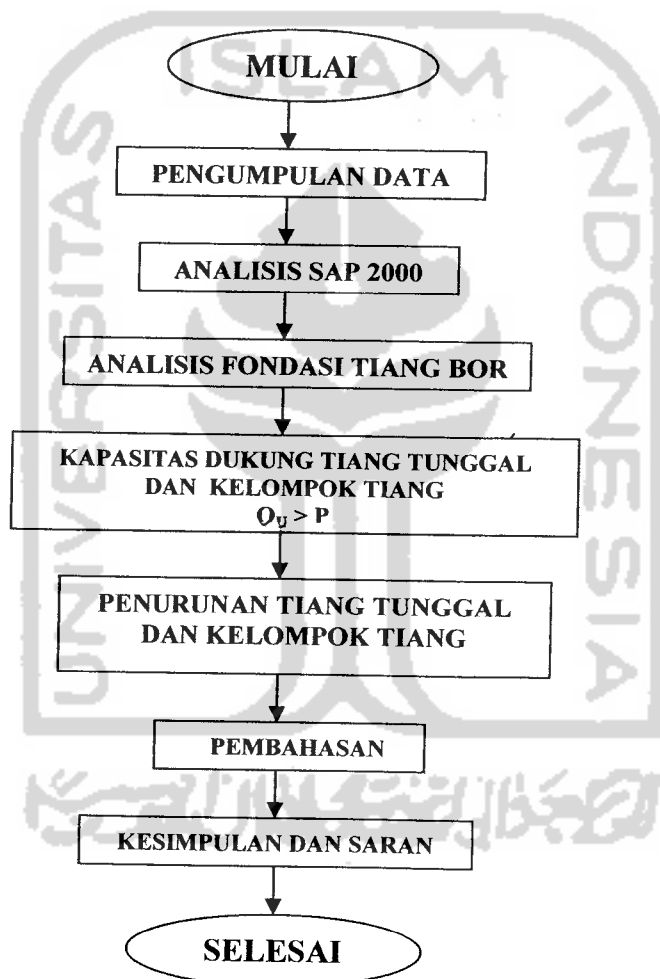
Gambar 3.20 Response Combination Data SAP 2000 V 7.42



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari penyelesaian atas permasalahan penelitian yang akan dilakukan. Jalannya dapat dilihat dari bagan alir pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1 Bagan alir penulisan tugas akhir

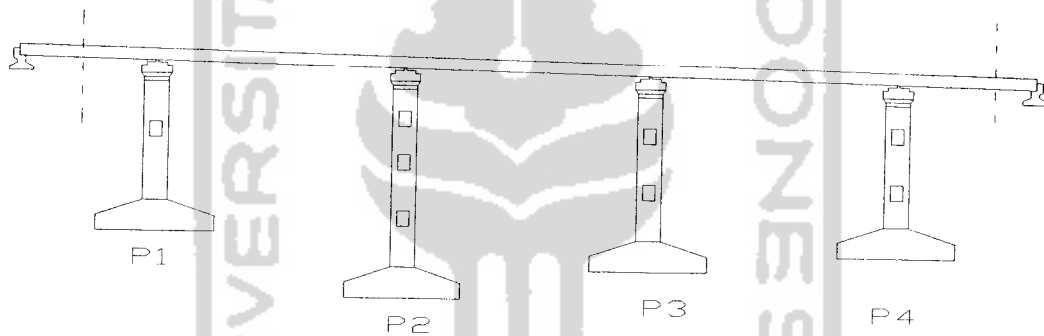
4.2 Data Yang Diperlukan

Untuk kelancaran penelitian maka diperlukan beberapa data yang digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Data

BAB V
ANALISIS KAPASITAS DUKUNG FONDASI TIANG BOR

5.1 Pembebanan

Pembebanan pada jembatan kebon agung II dibedakan menjadi struktur atas dan struktur bawah dalam hal ini digunakan pilar 2 dengan kedalaman taing bor 12 m. Analisis pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa dengan menggunakan program SAP 2000. Gambar memanjang jembatan dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Memanjang Jembatan

5.1.1 Beban Struktur Atas

1. Beban mati (M)

Tabel 5.1 Beban mati struktur atas

NO	BEBAN	PARAMETER VOLUME				SAT VOLUME (T/m ³)	BEBAN (Ton)
		b(m)	t(m)	L(m)	n		
1	Aspal	7,00	0,10	40,00	1	2,30	64,40
2	Air hujan	9,60	0,05	40,00	1	1,00	19,20
3	Plat lantai	9,600	0,25	40,00	1	2,50	240,0
4	Trotoar	1,00	0,35	40,00	2	2,20	61,60
5	Sandaran	0,35	1,355	40,00	2	2,50	94,85
6	Balok prategang	Luas =	0,477375	40,00	5	2,50	238,69

total beban mati		718,74 ton
Beban lain	10 % x 718,74 ton	71,874 ton
Beban total		790,61 ton

2. Beban hidup (H)

Beban hidup + kejut (H+K) (BMS PPJR 1987)

Lebar jembatan $b = 9,6$ m

Panjang bentang $L = 40$ m

$$\text{Beban merata } q = 2,2 - \frac{1,1}{60} \times (L - 30) = 2,0167 \text{ T/m}$$

Beban hidup merata permeter lebar jembatan menggunakan rumus (3.19)

$$\frac{q}{2,75} \text{ T/m}^2 = 0,733 \text{ T/m}$$

Beban hidup akibat beban merata q

$$\frac{q}{2,75} \times L \times 5,5 \times 100\% + \frac{q}{2,75} \times L \times (b - 5,5) \times 50\% = 221,467 \text{ T}$$

3. Beban garis P + Kejut (BMS PPJR 1987)

Besar muatan garis $P = 12$ T

Beban hidup merata permeter lebar jembatan menggunakan rumus (3.20)

$$\frac{P}{2,75} \text{ T/m}^2 = 4,364 \text{ T/m}$$

Beban hidup akibat beban garis P

$$\frac{P}{2,75} \times 5,5 \times 100\% + \frac{P}{2,75} \times (b - 5,5) \times 50\% = 32,945 \text{ T}$$

Koefisien kejut menggunakan rumus (3.21)

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L} = 1,222$$

Beban hidup akibat beban garis $P + \text{Kejut} = 40,267 \text{ T}$

Gambar struktur atas dapat dilihat pada gambar 5.2 dan 5.3.

5.1.2 Beban Struktur Bawah

Beban mati (M)

1. Pier head

Tabel 5.2 Berat pier head

NO	PARAMETER VOLUME						BERAT (Ton)
	b(m)	h(m)	L(m)	Jumlah	Vol (m ³)	BJBeton	
1	0,220	1,709	10,47	1	3,9365	2,5	9,841277
2	0,725	1,435	10,47	1	10,893	2,5	27,23182
3	0,725	1,40	10,47	1	10,627	2,5	26,56763
4	0,400	1,00	10,47	2	8,376	2,5	20,94
5	2,000	1,00	10,47	1	20,94	2,5	52,35
6	0,235	0,50	10,47	2	1,2302	2,5	3,075563
W1 =							140,0063

2. Pier dan Balok

$$\begin{aligned} \text{Berat pier} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot L \cdot b_j \cdot 2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 2,5^2 \cdot 21,5 \cdot 2,5 \cdot 2 \\ &= 527,69 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat balok} &= n \cdot P \cdot L \cdot T \cdot b_j \\ &= 3 \cdot 4,9 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 2,5 \\ &= 73,5 \text{ ton} \end{aligned}$$

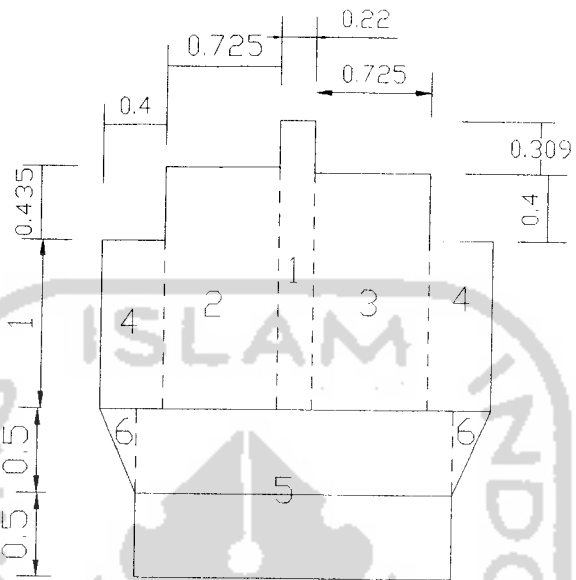
$$\begin{aligned} \text{Berat total} &= 527,69 + 73,5 \\ &= 601,19 \text{ ton} \end{aligned}$$

3. Pile cap

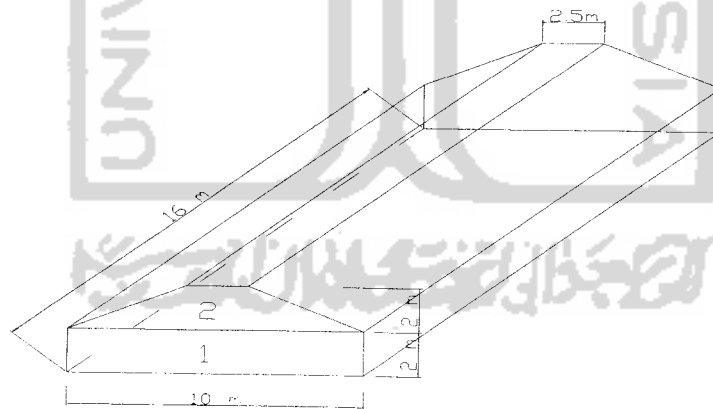
Tabel 5.3 Berat pile cap

NO	PARAMETER VOLUME							BERAT (Ton)
	b(m)	b1(m)	h(m)	L(m)	Jumlah	Vol (m ³)	BJBeton	
1	10,00		2,00	16,00	1	320	2,5	800
2	2,50	10,00	0,50	16,00	2	200	2,5	500
W3 =								1300

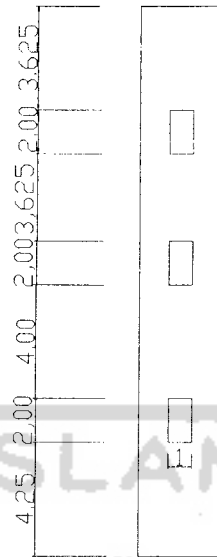
Gambar struktur bawah dapat dilihat pada gambar 5.4 , 5.5 ,5.6 dan 5.7



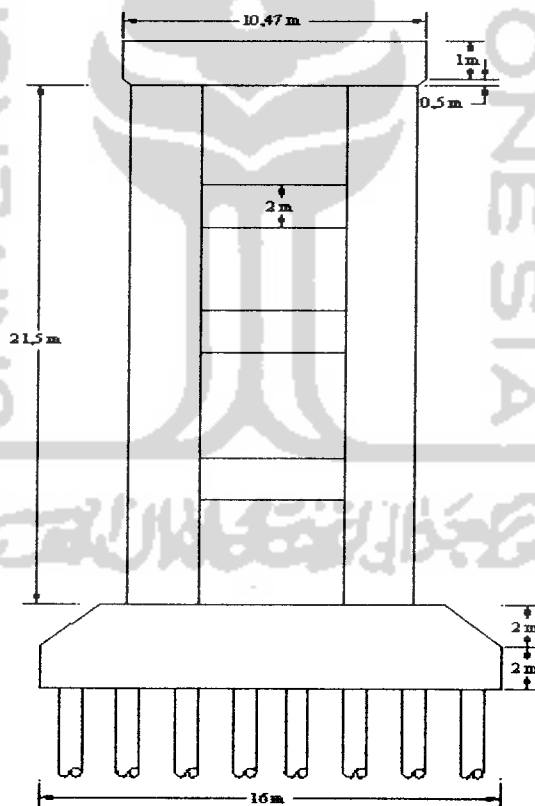
Gambar 5.4 Pier head



Gambar 5.5 Pile cap



Gambar 5.6 Pilar jembatan



Gambar 5.7 Tampak depan pilar

5.1.7 Beban Aliran Air dan Hanyutan (AH)

Kecepatan aliran diambil $V_a = 3 \text{ m/dt}$

Koefisien aliran yang tergantung bentuk pilar $k = 0,035$

Tekanan aliran $k \times V_a^2 = 0,315 \text{ T/m}^2$

5.1.8 Hasil Output SAP 2000

Dari hasil output SAP 2000, didapatkan gaya – gaya akibat kombinasi beban yaitu gaya normal (P), gaya geser (H) dan momen (M) yang bekerja pada kolom jembatan. Gaya pada kolom inilah yang dipakai untuk beban rencana pada analisis fondasi tiang bor. Kombinasi yang dipakai adalah :

1. $M + (H + K)$
2. $M + F + AH$
3. $M + (H + K) + RM + F + A$
4. $M + G$ (arah melintang)
5. $M + G$ (arah memanjang)

Hasil analisis SAP 2000 didapat hasil yang maksimal yaitu pada kombinasi 3. Untuk analisis kapasitas dukung fondasi tiang bor menggunakan kombinasi 3 dengan beban aksial sebesar 1815,22 ton. Hasil lengkap *output* SAP 2000 dapat dilihat pada Lampiran 3.

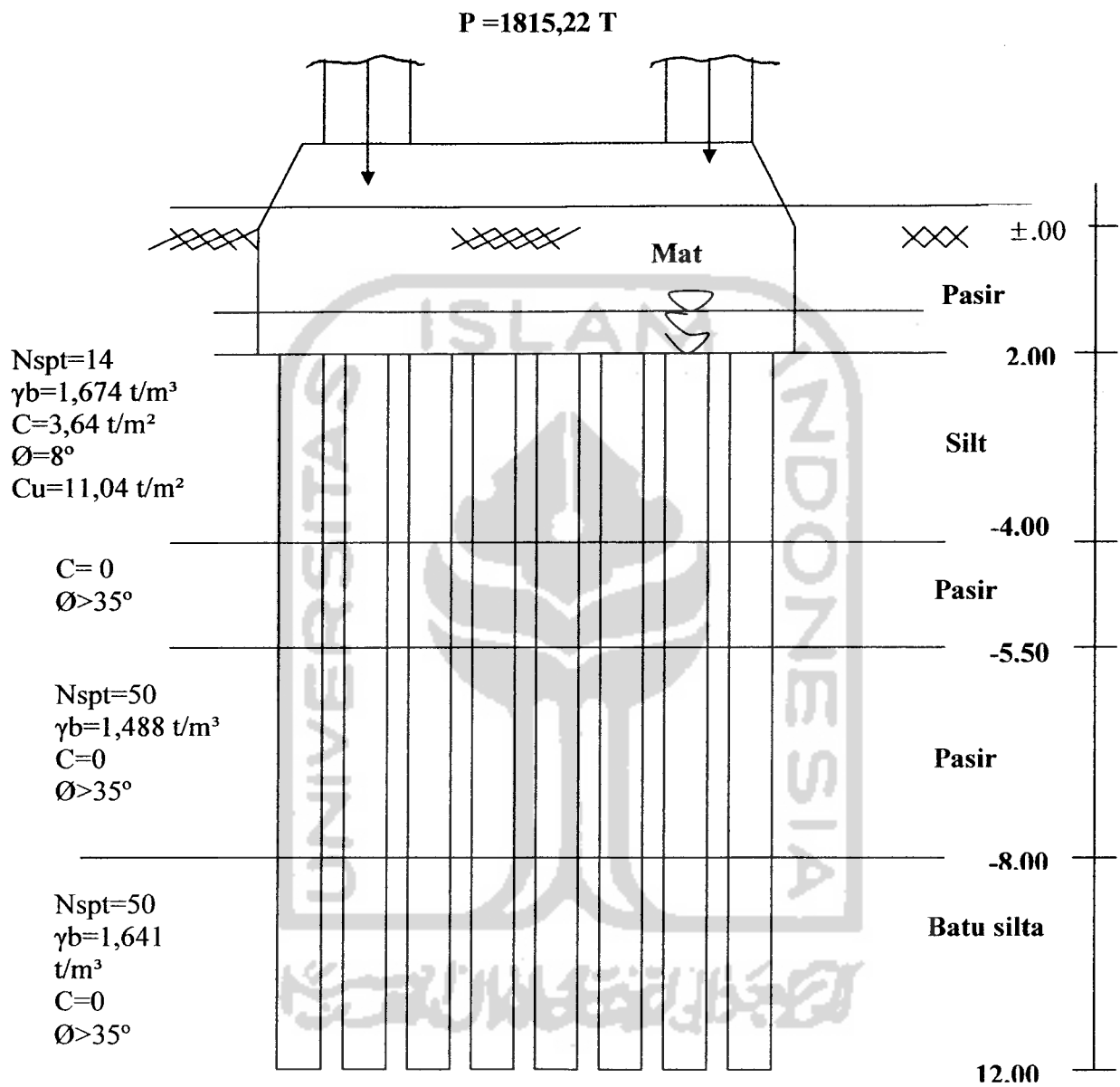
5.2 Analisis Kekuatan Tiang Bor

Daya dukung ijin tiang bor berdasarkan kekuatan bahan

1. mutu beton K 350, $f'_c = 29,05 \text{ mpa} = 2905 \text{ t/m}^2$
2. diameter tiang bor = 0,80 m
3. panjang tiang bor = 12 m

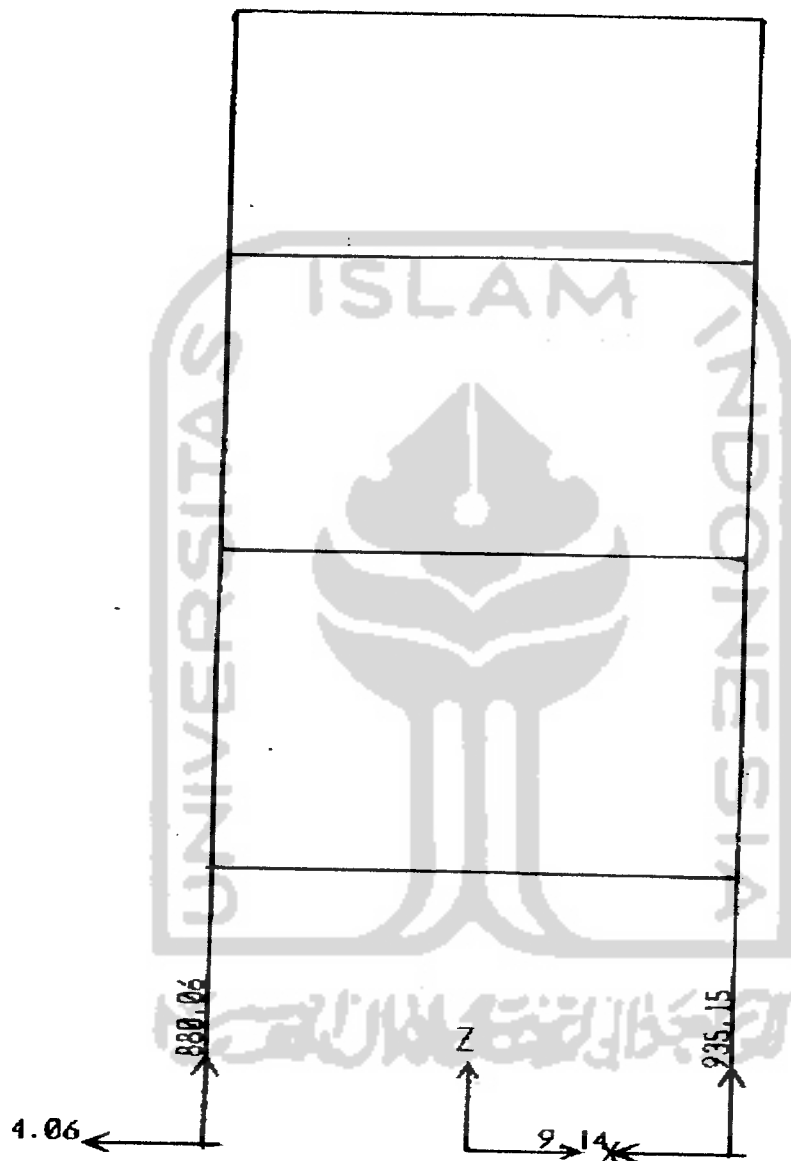
$$\sigma_{\text{ijin}} = 0,33 \cdot f'_c$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \leq \sigma_{\text{ijin}} = 0,33 \cdot f'_c$$



Gambar 5.8 Potongan fondasi tiang bor dan jenis tanah tiap lapisan

Beban P vertikal sebesar 1815,22 T yang bekerja diatas fondasi didapat dari analisis SAP 2000, seperti pada Gambar dibawah ini.



Gambar 5.9 Joint Reactiont (SAP 2000)

5.5 Gaya Aksial Yang Diterima Satu Tiang Bor

Beban yang diterima tiap tiang (P_i) pada kelompok tiang bor berdasarkan hasil analisis SAP 2000 dapat ditentukan dengan rumus 3.27 berikut :

$$P_i = \frac{V}{n} \pm \frac{M_x \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{M_y \cdot y}{\sum y^2}$$

V = Jumlah beban vertikal

n = 40 buah

X_{max} = 4 m

X_1 = 4 m

X_2 = 2 m

X_1^2 = $4^2 \times 16 = 256 \text{ m}^2$

X_2^2 = $2^2 \times 16 = 64 \text{ m}^2$

ΣX^2 = 320 m^2

Y_{max} = 7 m

Y_1 = 7 m

Y_2 = 5 m

Y_3 = 3 m

Y_4 = 1 m

Y_1^2 = $7^2 \times 10 = 490 \text{ m}^2$

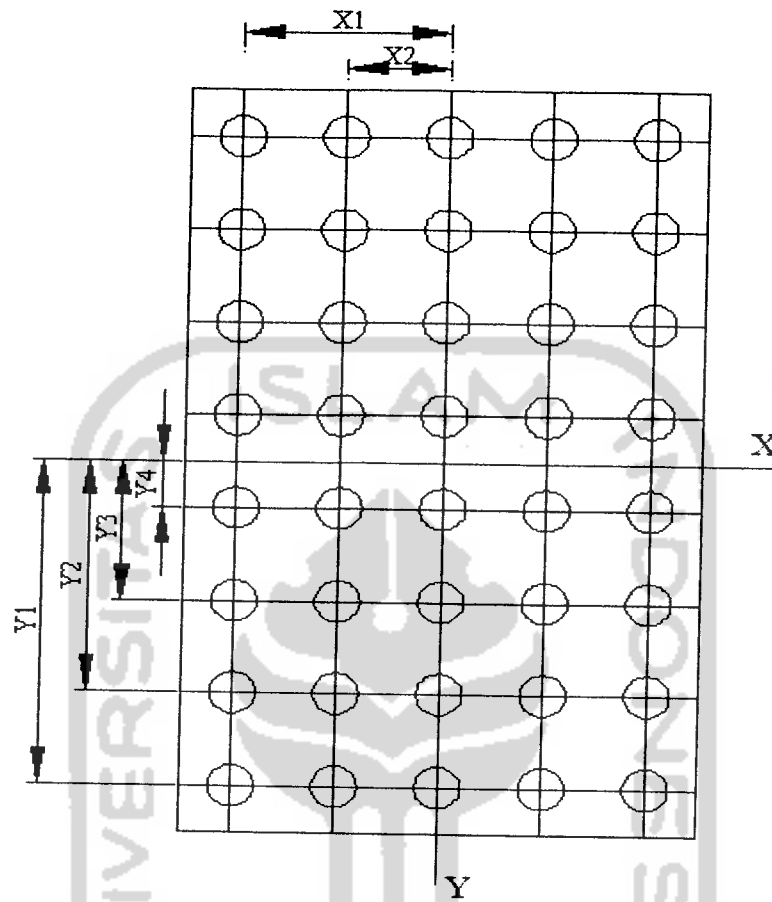
Y_2^2 = $5^2 \times 10 = 250 \text{ m}^2$

Y_3^2 = $3^2 \times 10 = 90 \text{ m}^2$

Y_4^2 = $1^2 \times 10 = 10 \text{ m}^2$

ΣY^2 = 840 m^2

Formasi tiang bor dapat dilihat pada Gambar 5.10.



Gambar 5.10 Formasi tiang bor

Gaya aksial yang diterima satu tiang bor dapat dilihat pada Tabel dibawah ini :

Tabel 5.4 Gaya aksial satu tiang bor

Kombinasi	V (ton)	M_x	M_y	ΣX^2	ΣY^2	Pmax (ton)
M+(H + K)	3694,666	6,06	0	320	840	92,426
M + F + AH	3432,926	75,54	0	320	840	86,767
M+(H+K)+RM+F+A	3694,666	79,98	0	320	840	93,367
M+G(arah melintang)	3432,916	498,48	0	320	840	92,054
M+G(arah memanjang)	3432,916	0	0	320	840	85,823

Dari perhitungan analisis gaya aksial yang diterima satu tiang bor, diambil beban terbesar yaitu 93,367 ton pada kombinasi tiga.

5.6 Analisis Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

Kapasitas dukung tiang terdiri dari kapasitas dukung ujung tiang (Q_p) dan kapasitas dukung selimut tiang (Q_s).

5.6.1 Kapasitas Dukung Ujung Tiang

Jenis tanah pada ujung tiang adalah non kohesif, maka kapasitas dukung ujung tiang dihitung menggunakan metode Reese and Wright sesuai dengan persamaan 3.14 berikut :

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

Besarnya q_p didapat dari hubungan dengan N_{spt} pada grafik Reese and Wright (1977), didapat $q_p = 34 \text{ kg/cm}^2 = 340 \text{ t/m}^2$

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,8^2 = 0,503 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Q_p &= 340 \times 0,503 \\ &= 171,02 \text{ ton} \end{aligned}$$

5.6.2 Kapasitas Dukung Selimut Tiang

Perhitungan kapasitas dukung selimut tiang dapat dilakukan dengan menggunakan rumus 3.15 berikut :

$$Q_s = \sum A_s \cdot f$$

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

Dengan :

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,80 = 2,51 \text{ m}$$

Metode Reese and Wright (1977)

1. Kedalaman (2,00 – 4,00) adalah tanah silt

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

$$= 2,51 \cdot 2 = 5,02 \text{ m}^2$$

$$f_1 = \alpha \cdot C_u ; \alpha \text{ diambil sebesar } 0,55$$

$$= 0,55 \cdot 11,04 = 6,072 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{s1} = A_{s1} \cdot f_1$$

$$= 5,02 \cdot 6,072$$

$$= 30,48 \text{ ton}$$

2. Kedalaman (4,00 – 5,50) adalah tanah pasir

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

$$= 2,51 \cdot 1,50 = 3,765 \text{ m}^2$$

f_2 diperoleh dari korelasi langsung dengan N_{spt} pada grafik Reese and Wright (1977), didapat nilai $f = 1,5 \text{ kg/cm}^2 = 15 \text{ t/m}^2$.

$$Q_{s2} = A_{s2} \cdot f_2$$

$$= 3,765 \cdot 15$$

$$= 56,48 \text{ ton}$$

3. Kedalaman (5,50 – 8,00) adalah tanah pasir

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

$$= 2,51 \cdot 2,50 = 6,275 \text{ m}^2$$

$$f_3 = 15 \text{ t/m}^2$$

$$Q_{s3} = A_{s3} \cdot f_3 = 6,275 \cdot 15 = 94,125 \text{ ton}$$

4. Kedalaman (8,00 – 12,00) adalah tanah pasir

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

$$= 2,51 \cdot 4,00 = 10,04 \text{ m}^2$$

$$f_4 = 15 \text{ t/m}^2$$

$$\begin{aligned}
 Q_{s4} &= A_{s4} \cdot f_4 \\
 &= 10,04 \cdot 15 \\
 &= 150,6 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{stot}} &= Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3} + Q_{s4} \\
 &= 30,48 + 56,48 + 94,125 + 150,6 = 331,685 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

5.6.3 Kapasitas Dukung Ultimate Tiang

Kapasitas dukung ultimate tiang dihitung berdasarkan rumus 3.18 sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p \text{ (berat tiang)}$$

$$\text{Dengan } W_p = \frac{1}{4} \pi d^2 L b_j = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,80^2 \cdot 12 \cdot 2,5 = 15,08 \text{ ton}$$

$$Q_u = 171,02 + 331,685 - 15,08 = 487,625 \text{ ton}$$

5.6.4 Kapasitas Dukung Ijin Tiang

Kapasitas dukung ijin tiang dihitung berdasarkan rumus 3.19 sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{487,625}{2} = 243,813 \text{ ton}$$

5.7 Analisis Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

Beban – beban diatas kelompok tiang adalah sebagai berikut :

- Beban aksial kolom (P) = 1815,22 ton
- Berat *pile cap* = 1300 ton
- Berat tiang = $40 \cdot 12 \cdot 0,503 \cdot 2,4 = 579,456 \text{ ton}$

$$\text{Beban total (P}_t\text{)} = 3694,666 \text{ ton}$$

Sedangkan efisiensi dihitung dengan menggunakan rumus 3.20 yaitu rumus dari *Metode Uniform Building Code (AASHO)*.

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$\theta = \text{arc tg } \frac{d}{s} = \text{arc tg } \frac{0,80}{2} = 21,8^\circ$$

$$E_g = 1 - 21,8 \frac{(5-1)8 + (8-1)5}{90.8.5} = 0,6$$

Efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan *Metode Uniform Building Code* (AASHO) didapat hasil sebesar 0,6 sedangkan dari persyaratan untuk tiang bor sebesar 0,67 – 0,75 sehingga analisis selanjutnya digunakan efisiensi kelompok tiang sebesar 0,67.

Maka kapasitas dukung kelompok tiang dihitung dengan menggunakan rumus 3.23 berikut :

$$Q_g = n \cdot Q_a \cdot E_g$$

$$Q_g = 40 \cdot 243,813 \cdot 0,67 = 6534,188 \text{ ton} > P_t = 3694,666 \text{ ton (AMAN)}$$

5.8 Analisis Penurunan Fondasi Tiang Tunggal

Penurunan fondasi tiang tunggal dapat dihitung berdasarkan *Metode semi empiris* (rumus 3.27) dan *Metode empiris* (rumus 3.31).

1. Metode semi empiris

$$S = S_s + S_p + S_{ps} \dots \dots \dots (3.25)$$

Dengan :

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s) \cdot L}{A_p \cdot E_p} \dots \dots \dots (3.26)$$

$$= \frac{(171,02 + 0,5 \cdot 331,685) \cdot 12}{0,503 \cdot 2 \cdot 10^6}$$

$$= 0,004 \text{ m}$$

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \dots \dots \dots (3.27)$$

$$= \frac{0,1.171,02}{0,8.340}$$

$$= 0,063 \text{ m}$$

$$S_{ps} = \frac{Q_{sw}}{p.L} \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - V_s^2) \cdot I_{ws} \dots \dots \dots (3.28)$$

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

$$= 2 + 0,35 \sqrt{\frac{12}{0,8}} = 3,4$$

$$S_{ps} = \frac{331,685}{\pi.d.12} \cdot \frac{0,8}{8500} \cdot (1 - 0,3^2) \cdot 3,4$$

$$= 0,0032 \text{ m}$$

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

$$= 0,004 + 0,063 + 0,0032$$

$$= 0,0702 \text{ m}$$

2. Metode empiris

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q.L}{A_p.E_p} \dots \dots \dots (3.29)$$

$$S = \frac{0,80}{100} + \frac{487,625.12}{0,503.2.10^6}$$

$$= 0,014 \text{ m}$$

5.9 Analisis Penurunan Fondasi Kelompok Tiang

Penurunan fondasi kelompok tiang dapat dihitung menggunakan *Metode Vesic (1977)* dengan rumus 3.33 berikut :

$$S_g = S \cdot \sqrt{\frac{Bg}{D}}$$

$$= 0,0702 \cdot \sqrt{\frac{8}{0,80}}$$

$$= 0,222 \text{ m}$$

Sedangkan berdasarkan hasil uji Nspt menggunakan rumus 3.34

$$S_g = \frac{0,92q \cdot \sqrt{B_g \cdot I}}{N}$$

$$I = \left(1 - \frac{L}{8B_g}\right) \geq 0,5$$

$$= \left(1 - \frac{12}{8 \cdot 8}\right) \geq 0,5$$

$$= 0,8125 \geq 0,5$$

$$q = \frac{Q_g}{L_g \cdot B_g} = \frac{6534,188}{(14 \cdot 8)} = 58,341$$

$$S_g = \frac{0,92 \cdot 58,341 \cdot \sqrt{8 \cdot 0,8125}}{50}$$

$$= 2,737 \text{ mm}$$

$$= 0,002737 \text{ m}$$

yang diperlukan yaitu gambar detail jembatan kebon agung II, hasil uji penyelidikan tanah, dimensi dan denah fondasi tiang bor, serta data lalu lintas.

4.2.1 Gambar Detail Jembatan Kebon Agung II

Gambar detail jembatan yang diperlukan adalah gambar pilar 2 yang akan dianalisis serta gambar struktur jembatan yang berkaitan dengan tugas akhir ini. selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.2.2 Hasil Uji Penyelidikan Tanah

Pada pembangunan jembatan Kebon Agung II ini, penyelidikan tanah yang dilakukan adalah penyelidikan lapangan (*In Situ Test*) yang terdiri dari *Standart Penetration Test* (SPT) dan uji laboratorium. selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2.3 Dimensi Tiang Bor

Dimensi atau ukuran tiang bor yang dipakai adalah diameter 0,80 m, sedangkan panjang efektif tiang bor 12.00 m dengan jumlah tiang bor dalam satu kelompok tiang adalah 40 buah.

4.3 Analisis Pembebanan

Analisis pembebanan diperlukan untuk mengetahui seberapa besar beban yang akan diterima oleh fondasi. Analisis pembebanan dapat dikerjakan dengan bantuan program aplikasi komputer yaitu SAP 2000 untuk mendapatkan gaya aksial yang akan diterima oleh fondasi.

4.4 Analisis Fondasi Tiang Bor

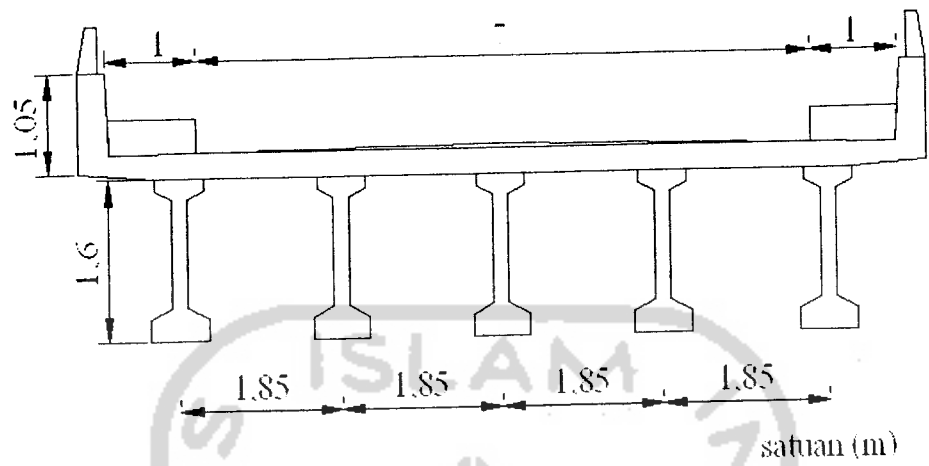
Dalam menganalisis fondasi tiang bor, beban yang bekerja pada kolom harus diketahui terlebih dahulu. Analisis fondasi dapat dilakukan dengan menggunakan rumus – rumus yang telah dijelaskan pada bab III.

4.5 Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor

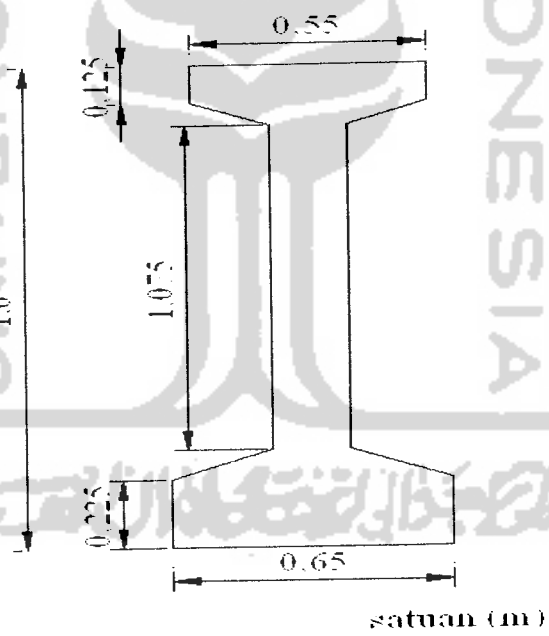
Kapasitas dukung fondasi tiang tunggal dihitung dengan menggunakan metode Reese and Wright (1977), untuk kapasitas dukung fondasi kelompok tiang khususnya pada tanah pasir merupakan jumlah kumulatif kapasitas dukung ijin tiang (bearing capacity) dan gesekan antara tiang dan tanah (friction) dari tiang bor tunggal dikalikan dengan jumlah tiang dan dikalikan dengan efisiensi kelompok tiang

4.6 Analisis Penurunan Fondasi Tiang Bor

Penurunan yang terjadi pada tiang sangat dipengaruhi oleh mekanisme pengalihan beban. Oleh karena itu penyelesaian perhitungan penurunan hanya bersifat pendekatan. Penurunan fondasi tiang tunggal pada tanah pasir dapat dihitung dengan menggunakan metode semi empiris dan empiris. Penurunan fondasi kelompok tiang pada tanah pasir dapat dihitung dengan metode *Vesic* dan metode *Meyerhoff* (*uji N-SPT*). Besarnya penurunan tergantung pada karakteristik tanah dan penyebaran tekanan fondasi ketanah dibawahnya.



Gambar 5.2 Tampang melintang struktur atas



Gambar 5.3 Detail girder

$$A = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 0,80^2 = 0,503 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} P &= A \cdot \sigma_{\text{ijin}} \\ &= 0,503 \text{ m}^2 \cdot 0,33 \cdot 2905 = 482,2 \text{ ton} \end{aligned}$$

5.3 Data Tanah

Dari hasil bor mesin (titik 1) kondisi tanah dasar mempunyai struktur lapisan sebagai berikut :

1. dari muka tanah setempat sampai kedalaman -1,00 m dominan pasir halus, sedikit silta, coklat keabu-abuan, kondisi agak lepas.
2. dari kedalaman -1,00 m sampai kurang lebih -2,00 m dominan pasir, bersilta terdapat kerikil dan koral, abu-abu kehitaman, kondisi padat.
3. dari kedalaman -2,00 m sampai kurang lebih -4,00 m dominan silt, sangat berpasir, sedikit kerikil, coklat kehitaman, kondisi agak lepas. $N_{spt} = 14$, $\gamma_b = 1,674 \text{ t/m}^3$, $c = 3,64 \text{ t/m}^2$, $\phi = 8^\circ$.
4. dari kedalaman -4,00 m sampai kurang lebih -5,50 m dominan pasir, sedikit silta, terdapat kerikil koral dan boulder, abu-abu kehitaman, kondisi padat.
5. dari kedalaman -5,50 m sampai kurang lebih -8,00 m dominan pasir sedang-kasar, terdapat silta, kondisi padat. $N_{spt} = 50$, $\gamma_b = 1,488 \text{ t/m}^3$, $\phi > 35^\circ$.
6. dari kedalaman -8,00 m sampai kurang lebih -10,00 m dominan batu silta, coklat kekuningan, kondisi padat. $N_{spt} = 50$, $\gamma_b = 1,641 \text{ t/m}^3$, $\phi > 35^\circ$.
7. muka air tanah pada kedalaman -1,20 m.

Untuk lebih jelasnya data penyelidikan tanah dapat dilihat pada lampiran 2.

5.4 Data Fondasi Tiang Bor

Tiang bor yang dipakai adalah tiang bor beton yang berbentuk lingkaran. Sedangkan diameternya 0,80 m dan panjangnya 12 m. Potongan melintang fondasi tiang bor dan jenis tanahnya tiap lapisan dapat dilihat pada Gambar 5.8 berikut :

Selengkapnya hasil analisis dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5.5 Resume hasil analisis

No	Uraian	Reese and Wright (N-spt)
1	Tiang tunggal	
	a. Kapasitas dukung	487,625 ton
	b. Penurunan	
	- Semi empiris	0,0702 m
	- Empiris	0,014 m
2	Tiang kelompok	
	a. Kapasitas dukung	5851,512 ton
	b. Penurunan	
	- Metode vesic	0,222 m
	- Uji Nspt	0,002737 m

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Pembahasan

Dalam perencanaan struktur fondasi suatu bangunan masalah pembebanan memegang peranan penting, oleh karena itu diharuskan ketelitian dalam perhitungan. Besarnya kapasitas dukung fondasi tergantung pada daya kelekatan antara struktur fondasi dengan lapisan tanah. Kedalaman fondasi juga ikut berpengaruh terhadap kapasitas dukung fondasi dalam menahan beban. Penurunan yang terjadi tergantung pada beban yang ditahan oleh fondasi dan parameter tanah setempat. Diameter tiang juga ikut berpengaruh terhadap terjadinya penurunan fondasi. Analisis kapasitas dukung tiang dan penurunan dilakukan dengan memperhatikan data hasil penyelidikan tanah, beban aksial, dimensi tiang, jarak antar tiang, data pendukung seperti mutu beton dan kedalaman fondasi.

Pada Proyek Pembangunan jembatan kebon agung II digunakan tiang bor dengan mutu beton K350. Dari analisis kekuatan tiang bor dengan mutu beton K350, maka didapat kekuatan tiang bor (P) sebesar 482,22 ton, sedangkan analisis distribusi beban yang diterima tiap tiang bor diambil beban terbesar yaitu 93,367 ton. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 Beban yang diterima satu tiang bor

Kombinasi	Pmax (ton)
M+(H + K)	92,426
M + F + AH	86,767
M+(H+K)+RM+F+A	93,367
M+G(arah melintang)	92,054
M+G(arah memanjang)	85,823

Dilihat dari analisis kekuatan tiang bor dan analisis distribusi beban tiap tiang bor, maka tiang bor tersebut aman karena kekuatan tiang bor lebih besar dari pada beban yang diterima satu tiang bor.

Hasil analisis pembebanan menggunakan program aplikasi komputer yaitu SAP 2000, didapat beban aksial pada kombinasi 1 sebesar 3694,66 ton, kombinasi 2 sebesar 3432,926 ton, kombinasi 3 sebesar 3694,66 ton, kombinasi 4 sebesar 3432,916 ton, kombinasi 5 sebesar 3432,916 ton. Dari kelima kombinasi beban aksial, maka dipakai beban aksial terbesar untuk menghitung beban total yang akan diterima fondasi yaitu pada kombinasi 3 sebesar 3694,66 ton. Selengkapnya beban aksial dari analisis SAP 2000 dapat dilihat pada Tabel 6.2.

Tabel 6.2 Gaya aksial tiap kombinasi

Kombinasi	Pile cap (ton)	Berat total tiang bor (ton)	Beban aksial pilar (ton)	V total (ton)
M+(H + K)	1300	579,456	1815,22	3694,666
M + F + AH	1300	579,456	1553,47	3432,926
M+(H+K)+RM+F+A	1300	579,456	1815,22	3694,666
M+G(arah melintang)	1300	579,456	1553,46	3432,916
M+G(arah memanjang)	1300	579,456	1553,46	3432,916

6.2 Kapasitas Dukung Fondasi

Dari analisis kapasitas dukung tiang tunggal berdasarkan N-spt metode Reese and Wright didapat kapasitas dukung ujung tiang sebesar 171,02 ton, kapasitas dukung selimut tiang sebesar 331,685 ton dan kapasitas dukung ultimate tiang sebesar 487,625 ton.

Pada pilar 2 terdapat 40 tiang bor berdiameter 0,8 m, sedangkan ukuran *pile cap* 10 m x 1,6 m x 4 m. Hasil analisis kapasitas dukung kelompok tiang didapat berat *pile cap* sebesar 1300 ton, berat semua tiang sebesar 579,456 ton dan beban total (P_t) sebesar 3694,666 ton. Efisiensi kelompok tiang (E_g) diambil sebesar 0,67,

maka besarnya kapasitas dukung kelompok tiang berdasarkan N-spt metode Reese and Wright sebesar 6534,188 ton. Dari hasil analisis baik tunggal atau kelompok, maka fondasi pada pilar 2 tersebut aman. Karena kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g) lebih besar dari pada beban total (P_t) yang diterima fondasi dan selisih nilai Q_g terhadap nilai P_t terlalu besar, maka pemakaian 40 tiang bor terlalu aman dan terlalu boros. Besarnya kapasitas dukung kelompok tiang selain dipengaruhi oleh kapasitas dukung tiang tunggal juga dipengaruhi oleh jumlah tiang, efisiensi kelompok tiang, diameter tiang, panjang tiang dan formasi tiang. Semakin banyak jumlah tiang, semakin besar diameter tiang, dan semakin panjang tiang yang digunakan maka kapasitas dukung tiang semakin besar, sebaliknya semakin sedikit jumlah tiang, semakin kecil diameter tiang, dan semakin pendek tiang yang digunakan maka kapasitas dukungnya semakin kecil. Sedangkan untuk formasi tiang hanya berpengaruh pada momen yang bekerja pada fondasi, makin banyak bentuk formasi maka hasil momen yang didapat bermacam-macam. Tentunya diameter tiang, panjang tiang, jumlah tiang, dan formasi tiang harus disesuaikan dalam perencanaan agar didapat kondisi yang ideal.

6.3 Penurunan Fondasi

Besarnya penurunan tiang dipengaruhi oleh jenis tanah dan beban yang bekerja pada fondasi. Selain itu, diameter tiang dan panjang tiang juga mempengaruhi penurunan tiang. Semakin besar diameter dan panjang tiang maka semakin besar penurunan tiang. Penurunan fondasi tiang tunggal dihitung berdasarkan *Metode semi empiris* dan *Metode empiris*. Dari hasil uji N-spt metode Reese and Wright, didapat analisis penurunan (S) berdasarkan *Metode semi empiris* didapat penurunan sebesar 0,0702 m dan berdasarkan *Metode empiris* adalah 0,014 m.

Pada penurunan fondasi kelompok tiang dipengaruhi oleh penurunan tiang tunggal, juga dipengaruhi oleh formasi kelompok tiang, jumlah tiang, panjang tiang dan diameter tiang, karena makin besar diameter tiang, makin panjang tiang, makin banyak tiang, dan makin lebar formasi tiang maka penurunan yang terjadi makin

besar. Sebaliknya makin kecil diameter tiang, makin pendek tiang, makin sedikit tiang, dan makin kecil lebar fomasi tiang maka penurunan fondasi kelompok tiang makin kecil. Penurunan fondasi kelompok tiang dihitung menggunakan *Metode Vesic* (S_g) dan berdasarkan uji Nspt. Hasil analisis penurunan berdasarkan *Metode Vesic* (S_g) didapat penurunan sebesar 0,222 m, sedangkan berdasarkan uji Nspt didapat sebesar 0,002737 m. Penurunan fondasi kelompok tiang didapat hasil berdasarkan uji N-Spt lebih kecil dari pada metode Vesic.



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil pembahasan yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut ini.

7.1 Kesimpulan

1. Dari hasil analisis kapasitas dukung tiang tunggal berdasarkan uji N-spt metode Reese and Wright diperoleh kapasitas dukung ujung tiang sebesar 171,02 ton, kapasitas dukung selimut tiang sebesar 331,685 ton, dan kapasitas dukung ultimate tiang adalah sebesar 487,625 ton. Sedangkan kapasitas dukung kelompok tiang berdasarkan uji N-spt metode Reese and Wright sebesar 6534,188 ton.
2. Penurunan fondasi tiang tunggal pada uji N-spt berdasarkan *Metode Semi Empiris* didapat penurunan sebesar 0,0702 m dan berdasarkan *Metode Empiris* sebesar 0,014 m. Sedangkan penurunan fondasi kelompok tiang berdasarkan *Metode Vesic* (S_g) didapat penurunan sebesar 0,222 m, sedangkan berdasarkan uji Nspt didapat sebesar 0,002737 m.
3. Beban total yang bekerja pada fondasi sebesar 3694,666 ton, kapasitas dukung kelompok tiang berdasarkan uji N-spt sebesar 6534,188 ton. Karena kapasitas dukung kelompok tiang (Q_g) pada uji N-Spt lebih besar dari pada beban total (P_t) yang diterima fondasi dan selisih nilai Q_g terhadap nilai P_t terlalu besar, maka pemakaian 40 tiang bor sangat aman dan boros.

7.2 Saran

1. Perlunya perencanaan secara matang agar didapat jumlah tiang yang cukup untuk menahan gaya aksial, sehingga tidak terjadi pemborosan.

2. Perlu dilakukan analisis perbandingan kapasitas dukung tiang bor dengan variasi diameter terhadap jumlah tiang.
3. Analisis dengan metode yang lain perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil kapasitas dukung yang proporsional dengan beban yang bekerja pada fondasi.



DAFTAR PUSTAKA

- Bowless, J.E., 1986, Analisa Dan Desain Fondasi Jilid I, Edisi Ketiga, Airlangga, Jakarta.
- Basah Suryolelono, K, 1994, Teknik Fondasi Bagian II, Nafiri, Yogyakarta.
- DAS, B.M, 1990, Principles Of Foundation Engineering Second Edition, PWS – KENT, Boston.
- DPU. 1992. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bagian I Persyaratan Umum Perencanaan : Bridge Management System.
- Fahyudi Deni, dan, Arindra Setiawan, 2003, Tugas Akhir, Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor Pada pembangunan Gedung PT Sanbe Farma, Yogyakarta.
- Hary Christadi Hardiyatmo, 2003, Teknik Fondasi 1, Jogjakarta, Beta Offset.
- Hary Christadi Hardiyatmo, 2003, Teknik Fondasi 2, Jogjakarta, Beta Offset.
- Hary Christadi Hardiyatmo, 2001, Prinsip – prinsip Mekanika Tanah Dan Soal - Penyelesaian, Jogjakarta, Beta Offset
- Masfianto, B, dan, Saleh Azis, 1998, Tugas Akhir, Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Dengan Pembesaran Ujung Bawah Dan Selimut Pasir Pada Tanah Lempung, Yogyakarta.
- Nurhandoko, M, dan Hari Kristianto, 1999, Tugas Akhir, Analisis Daya dukung Fondasi Susun Pada Tanah Kohesif, Yogyakarta.
- Prakash, Shamsher, 1990, Pile Foundation In Engineering Practice, Jakarta.
- Priarianto Eko, dan, Sembodo Wahyu Widodo, 2002, Tugas Akhir, Analisis Pengaruh Diameter, Panjang Dan Formasi Tiang Terhadap Kapasitas Dukung Dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang, Yogyakarta.
- Rafi'I Cholis, dan, Rio Bahtianan, 1999, Tugas Akhir, Studi Literatur Analisis Perhitungan Kapasitas Tarik Tiang Bor Tunggal Dengan Pembesaran Ujung Dan Tiang Pancang Kelompok, Yogyakarta.
- Sardjono, HS, 1991, Fondasi Tiang Pancang, Sinar Wijaya, Surabaya.

Wirawan Arya, dan, Widan, F, 1999, Tugas Akhir, Studi Kasus Analisis Daya Dukung Fondasi Mini Pile Dengan Metode Coyle Reese Pada Proyek USM Semarang, Yogyakarta.



PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam referensi.

Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, saya sanggup menerima sanksi apapun sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta : 19 september 2007

Penyusun



Barzez - zezma R

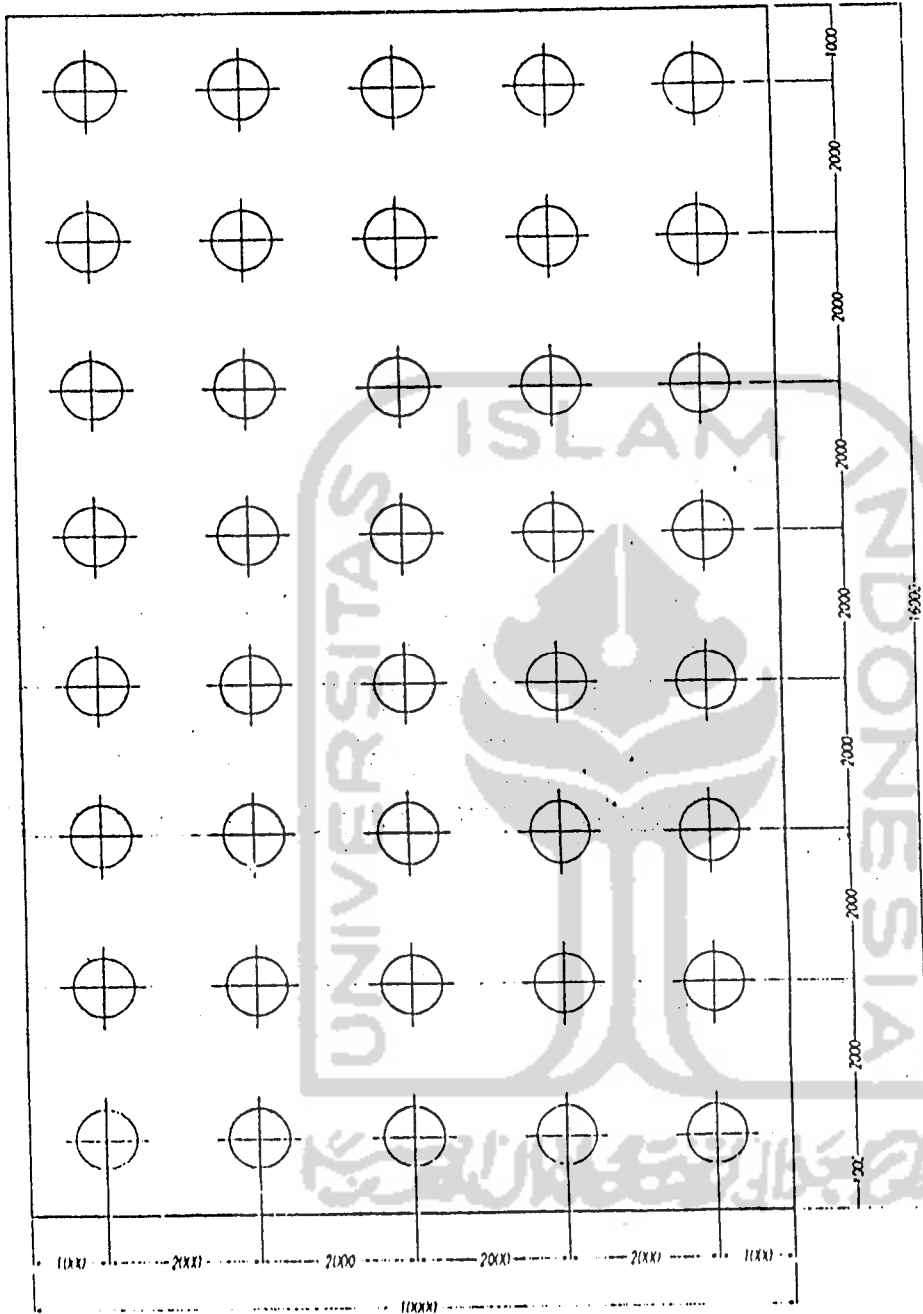
LAMPIRAN 1

Gambar struktur dan denah fondasi jembatan Kebon Agung II

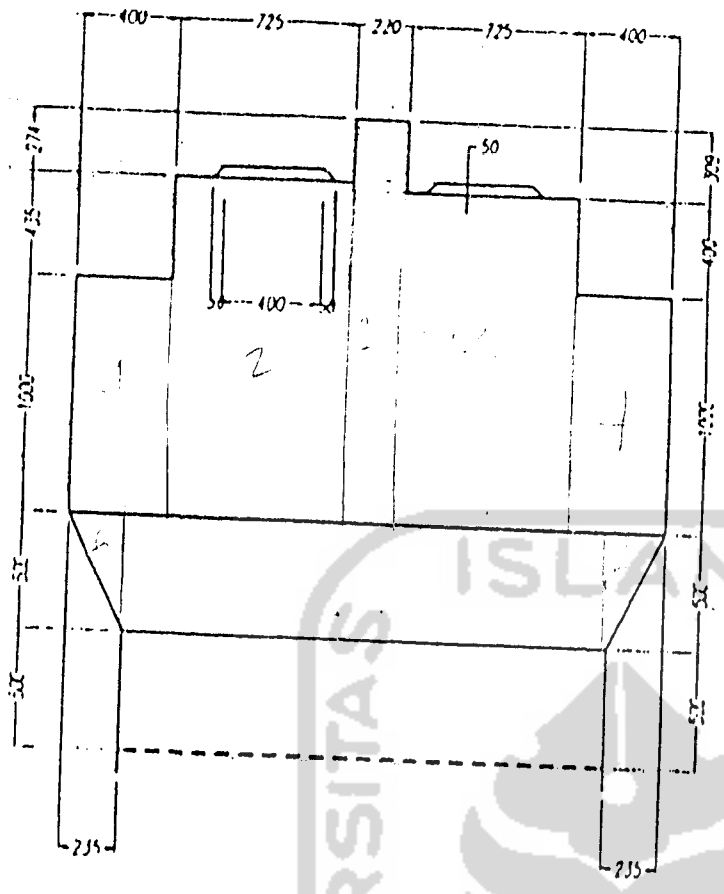


NOTES :

- 1. CONCRETE CLASS SHALL BE K-350 STRENGTH AT 28 DAYS = 350 KG/CM² BY CUBE TEST
- 2. REINFORCING STEEL SHALL BE BJTD-32 (U-32)
- 3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER UNLESS OTHERWISE SHOWN



[Signature]
DENAH BORE PILE PILAR
SCALE 1:100

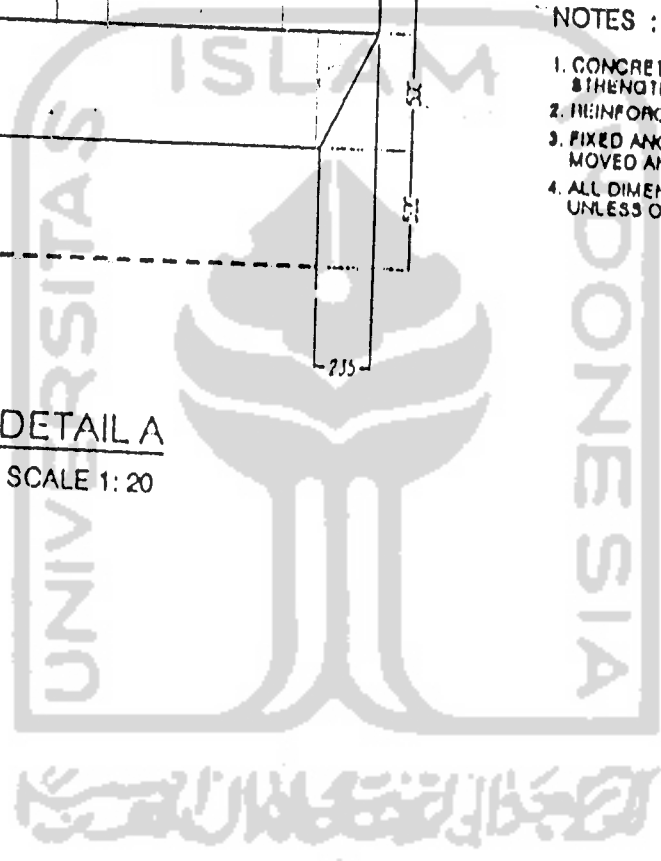


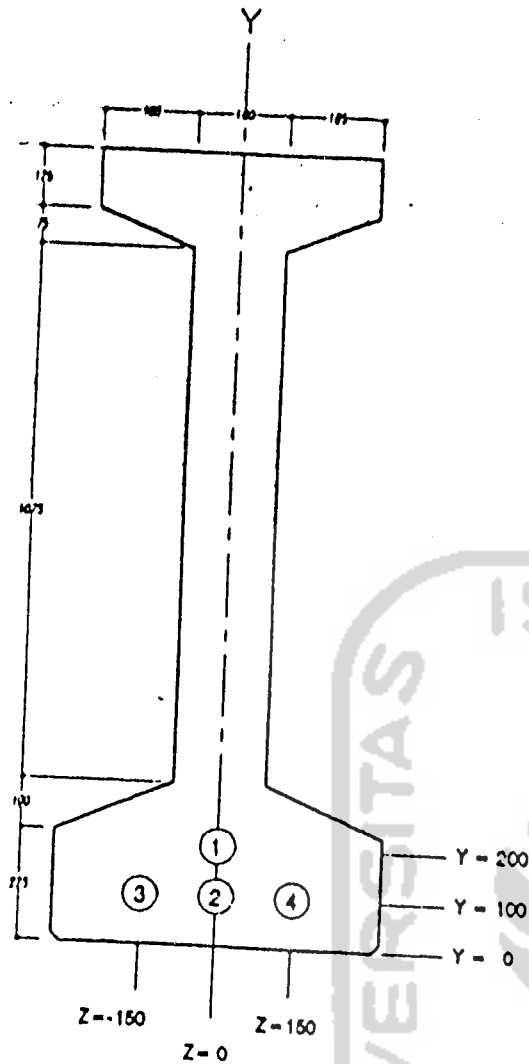
NOTES :

1. CONCRETE CLASS SHALL BE K-350 STRENGTH AT 28 DAYS - 360 KG/CM² BY COLUMN
2. REINFORCING STEEL SHALL BE BJT0-32 (U 32)
3. FIXED ANCHORAGE AT LEFT ABUTMENT (TO SA MOVED ANCHORAGE AT RIGHT ABUTMENT (TO SA
4. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER UNLESS OTHERWISE SHOWN

DETAIL A

SCALE 1: 20





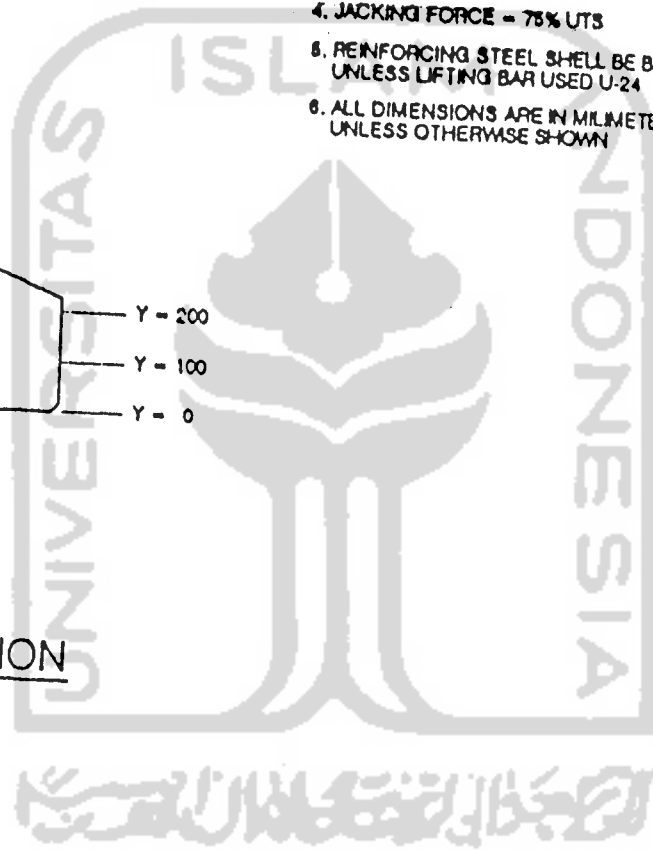
NOTES :

1. CONCRETE CLASS SHALL BE K-800
STRENGTH AT 28 DAYS = 800 KG/CM² BY CUBE TEST
2. CONCRETE STRENGTH AT TRANSFER SHALL BE 80%
3. ALL STRANDS SHALL CONFORM TO ASTM A416-80
AND HAVE THE FOLLOWING CHARACTERISTICS :
 - DESIGNATION
 - NOMINAL DIAMETER ϕ (mm)
 - MINIMUM ULTIMATE STRENGTH f_{pu} (Kg/mm²)
 - MINIMUM YIELD STRENGTH f_{py} (Kg/mm²)
 - NOMINAL SECTION A_p (mm²)
4. JACKING FORCE = 75% UTS
5. REINFORCING STEEL SHALL BE BSTD-40 (U-30)
UNLESS LIFTING BAR USED U-24
6. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETER
UNLESS OTHERWISE SHOWN

- SWPR 78
- 12.7
- 190
- 160
- 98.71

MID SPAN SECTION

SCALE 1:10



LAMPIRAN 2

Data penyelidikan tanah



PENYELIDIKAN TANAH



C.1 GAMBARAN UMUM

Penyelidikan tanah ini merupakan bagian dari rangkaian proses pelaksanaan penyusunan rencana teknik berupa penyelidikan lapangan dan laboratorium yang dilaksanakan pada Perencanaan Teknik Jembatan Kebonagung-2 yang akan menghubungkan Kecamatan. Minggir pada Kabupaten Sleman dengan Kecamatan Kalibawang pada Kabupaten Kulon Progo Propinsi D.I Yogyakarta.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil penelitian kondisi tanah dasar untuk pekerjaan perencanaan jembatan dan jalan khususnya perencanaan pondasi jembatan dan tebal struktur perkerasan jalan, yang dilaksanakan pada bulan Nopember 2002 oleh team geoteknik konsultan yang bekerjasama dengan Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik UNTAG Semarang

Kondisi tanah dasar yang dimaksud adalah : penentuan diskripsi tartah, parameter sifat fisis, sifat teknis, serta pola penyebaran struktur lapisan tanah/batuan.

Besaran parameter tanah yang didapat akan dapat memberikan gambaran nyata mengenai sifat dan jenis tanah setempat yang bertujuan untuk memberikan rekomendasi tentang perancangan konstruksi pondasi jembatan dan perkerasan jalan.

Secara umum penyelidikan tanah yang menggunakan alat Bor mesin ini dilaksanakan oleh konsultan dengan maksud untuk menentukan :

- Struktur dan penyebaran tanah dan batuan.
- Sifat fisis dan sifat teknis tanah / batuan.
- Analisis kondisi tanah dasar.
- Analisis kapasitas dukung tanah dasar.

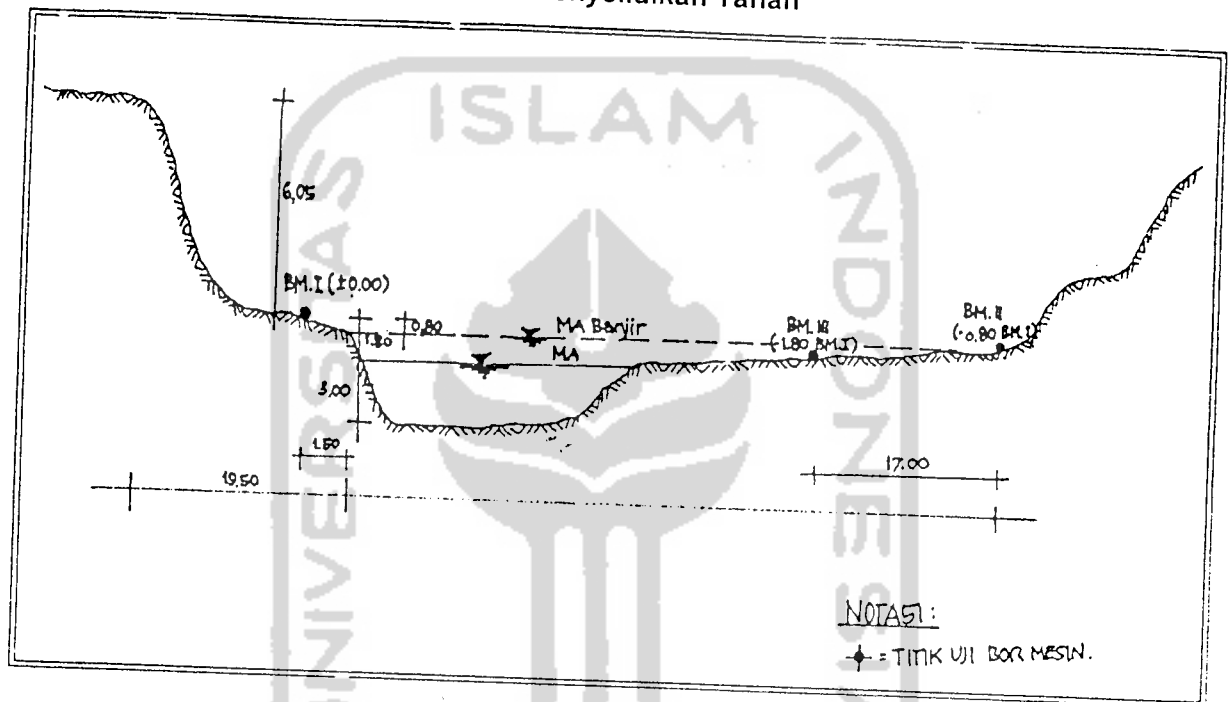
Pada bab-bab berikut ini akan diuraikan secara rinci hasil penyelidikan lapangan dan pengujian laboratorium terhadap contoh-contoh tanah yang diperoleh :

 PT BARUNADRI Cabang D.I Yogyakarta	LAPORAN AKHIR PERENCANAAN TEKNIS	BUKU C : PENYELIDIKAN TANAH
--	---	--

C.2 LOKASI PEKERJAAN

Lokasi Pekerjaan Penyelidikan Tanah dengan alat bor mesin ini dilakukan pada rencana as jembatan yang diperoleh dari penetapan alternative perencanaan geometric jalan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:

Gambar C-1
Lokasi Penyelidikan Tanah

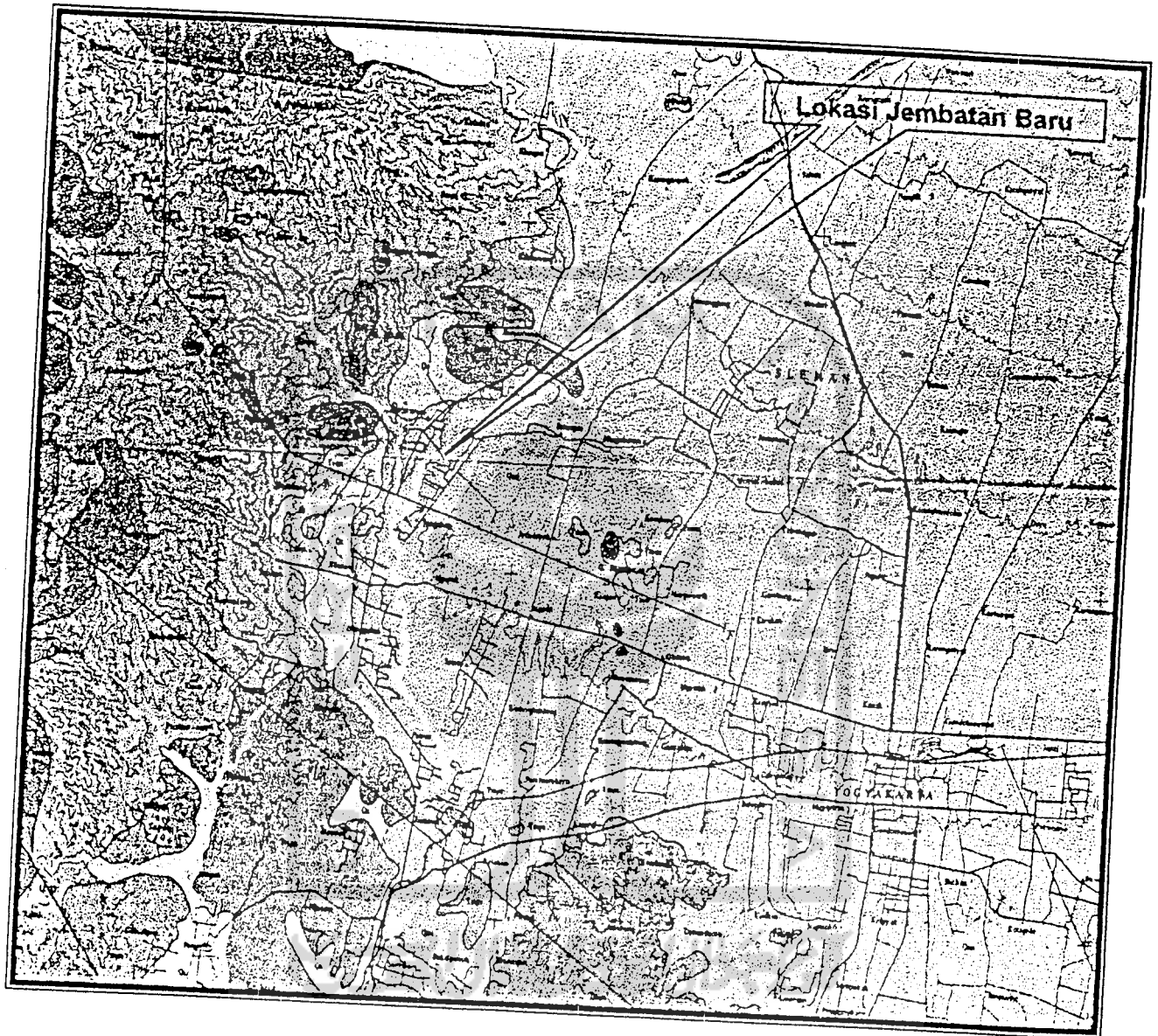


C.3 KONDISI GEOLOGI RUAS JALAN

Sepanjang ruas jalan pendukung jembatan Kebon Agung-II (ruas jalan Balangan-Minggir-Kebon Agung-Dekso) dan sekelilingnya terbentuk dari pelapukan endapan vulkanik Merapi muda, yang terutama berupa endapan alluvium rombakan vulkanik yang terkerjakan kembali oleh alur-alur yang berasal dari bagian teratas (Peta Geologi Lembar Yogyakarta, oleh Wartono Raharjo, Sukandarrumidi dan H.M.D Rosidi, Direktorat Geologi Bandung).

Dari lembar petageologi tersebut diatas tidak dijumpai adanya patahan/sesar oleh karenanya cukup aman bagi konstruksi jalan, akan tetapi alur-alur aliran air permukaan perlu kehati-hatian dalam menentukan trase terpilih bagi Jembatan Kebon Agung-II, detil dari bentukan masing-masing lapisan tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini:

Gambar C-1
Peta Geologi Sekitar Jembatan Kebon Agung-II



 PT BARUMADRI Cabang D.I Yogyakarta	LAPORAN AKHIR PERENCANAAN TEKNIS	BUKU C : PENYELIDIKAN TANAH
--	---	--

C.4 PELAKSANAAN UJI LAPANGAN

a). Penyelidikan Lapangan.

Lingkup penyelidikan lapangan yang dilaksanakan oleh tim konsultan adalah sebagai berikut ini:

1. Pengeboran Dalam

Dilaksanakan pada 3 (tiga) titik dengan bor mesin mencapai kedalaman :

- BM.I kedalaman -10,00 m dari Muka tanah setempat ($\pm 0,00$ m Muka Tanah setempat).
- BM.II kedalaman -10,00 m dari Muka Tanah setempat (- 0,80 m Muka Tanah setempat dari BM. 1).
- BM.III kedalaman -10,00 m dari Muka Tanah setempat (-1,80 m Muka Tanah setempat dari BM: 1).

2. Sampling

Pengambilan contoh atau sampling baik yang kondisi "undisturbed" maupun "disturbed", dilakukan pada kedalaman pengeboran :

- BM. 1, kedalaman -10,00 m dari MT setempat.
 - TB. 1 kedalaman -2,50 s/d -3,00 m Muka Tanah setempat.
 - TB. 2 kedalaman -5,50 s/d -6,00 m Muka Tanah setempat.
 - TB. 3 kedalaman -9,00 s/d -9,50 m Muka Tanah setempat.
- BM. II dan BM. III, kedalaman -10,00 m dari Muka Tanah setempat.
 - TB. 1 kedalaman -2,50 s/d -3,00 m Muka Tanah setempat.
 - TB. 2 kedalaman -5,50 s/d -6,00 m Muka Tanah setempat.

3. Standard Penetration Test (SPT)

Uji lapangan ini dilakukan untuk mengetahui besaran daya dukung tanah (N-value) pada kedalaman masing masing titik bor :

- BM. I, kedalaman -10,00 m dari Muka Tanah setempat.
 - N_{SPT-1} kedalaman -3,00 m Muka Tanah setempat.
 - N_{SPT-2} kedalaman -6,00 m Muka Tanah setempat.
 - N_{SPT-3} kedalaman -9,00 m Muka Tanah setempat.



- BM. 11 dan BM. III, kedalaman -10,00 m dari Muka tanah setempat.
- ✦ N_{SPT} . 1 kedalaman -3,00 m Muka tanah setempat.
- ✦ N_{SPT} . 2 kedalaman -6,00 m Muka tanah setempat

4. Kedudukan Muka Air Tanah (MAT).

Kedudukan muka air tanah (MAT) dijumpai pada kedalaman masing-masing titik uji sebagai berikut :

- ✦ BM. I pada kedalaman -1,20 m MT setempat ($\pm 0,00$ m MT setempat).
- ✦ BM. II pada kedalaman -1,20 m MT setempat (-0,80m MT setempat BM. I).
- ✦ BM. III pada kedalaman -0,00 m MT setempat (-1,80m MT setempat BM 1).

5. Sampel Galian Jalan.

Sampel dari hasil galian yang dalam kondisi "disturbed", dilakukan pada kedalaman :

- ✦ Sampel 1 kedalaman -5,00 s/d -5,50 m MT setempat.
- ✦ Sampel 2 kedalaman -10,00 s/d -10,50 m MT setempat.
- ✦ Sampel 3 kedalaman -15,00 s/d -15,50 m MT setempat.

C.5 PROSEDUR PENYELIDIKAN LABORATORIUM

Hasil pengambilan contoh tanah dibawa ke laboratorium untuk diteliti secara laboratories dengan penyiapan sampel sesuai prosedural ASTM D.421. Penelitian laboratories mencakup :

a. Penelitian Sifat Indeks (Index Properties).

- Parameter Volumetri : berat volume massa (y_b , y_d) , berat jenis butiran (G_s), kadar air alami (w), angka pori (e), dan porositas (n), sesuai prosedural ASTM D.2216-71, D.2937-71, D.854-58.
- Gradasi dengan analisa tapis dan hydrometer, sesuai ASTM D.421-58, D.422-63.

b. Penelitian Sifat Teknis (Engineering Properties).

Menentukan kekuatan geser tanah dengan metoda Direct Shear Test Motorized sehingga diperoleh nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) sesuai dengan prosedural "ASTM procedures for testing soil" (ASTM D.3080-79).

	PT BARUNADRI Cabang D.I Yogyakarta	LAPORAN AKHIR PERENCANAAN TEKNIS	BUKU C : PENYELIDIKAN TANAH
---	---------------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

C.6 HASIL PENYELIDIKAN LAPANGAN

Dari hasil bor mesin pada 3 (tiga) titik kondisi tanah dasar mempunyai struktur lapisan sebagai berikut :

- Kedudukan muka tanah bor mesin pada BM. 1 $\pm 0,00$ m dari muka Tanah (MT) setempat, sedangkan BM. II adalah $-0,80$ m dan Muka Tanah setempat BM.1 dan BM. III adalah $-1,80$ m Muka Tanah setempat BM. 1.

✦ Titik Uji BM. I

Uraian umum hasil uji pada titik uji tersebut adalah sebagai berikut ini:

- Dari muka tanah setempat sampai kedalaman $-1,00$ m MT setempat dominan pasir halus, sedikit silta, coklat keabu-abuan, kondisi agak lepas.
- Dari kedalaman $-1,00$ m sampai kurang lebih $-2,00$ m MT setempat dominan pasir, bersilta terdapat kerikil dan koral, abu-abu kehitaman, kondisi padat.
- Dari kedalaman $-2,00$ m sampai kurang lebih $-4,00$ m MT setempat dominan silt, sangat berpasir, sedikit kerikil, coklat kehitaman, kondisi agak lepas, $N_{SPT} = 14$, berat isi (yb) = $1,674 \text{ gr/cm}^3$, kohesi (c) = $0,364 \text{ kg/cm}^2$, sudut geser (ϕ) = 8° .
- Dari kedalaman $-4,00$ m sampai kurang lebih $-5,50$ m MT setempat dominan pasir sedikit silta, terdapat kerikil koral dan berangkal (boulder), abu-abu kehitaman, kondisi padat.
- Dari kedalaman $-5,50$ m sampai kurang lebih $-8,00$ m MT setempat dominan pasir sedang-kasar, terdapat silta, kondisi padat, $N_{SPT} = 50$, berat isi (yb) = $1,488 \text{ gr/cm}^3$, sudut geser (ϕ) $> 35^\circ$.
- Dari kedalaman $-8,00$ m sampai kurang lebih $-10,00$ m MT setempat dominan batu silta, coklat kekuningan, kondisi padat, $N_{SPT} = 50$, berat isi (yb) = $1,641 \text{ gr/cm}^3$, sudut geser (ϕ) $> 35^\circ$.
- Kedudukan muka air tanah (MAT) pada kedalaman $-1,20$ m MT setempat BM.

✦ Titik Uji BM. II

Uraian umum hasil uji pada titik uji tersebut adalah sebagai berikut ini:

 PT BARUMADRI Cabang D.I Yogyakarta	LAPORAN AKHIR PERENCANAAN TEKNIS	BUKU C : PENYELIDIKAN TANAH
--	---	--

- Dari muka tanah setempat sampai kedalaman -2,00 m MT setempat dominan pasir bersilta, abu-abu kehitaman, kondisi agak lepas.
 - Dari kedalaman -2,00 m sampai kurang lebih -7,00 m MT setempat dominan pasir sedang-kasar, terdapat sedikit kerikil, abu-abu kehitaman, kondisi padat, $N_{SPT} = 50$, berat isi (Y_b) = 1,682 s/d 1,869 gr/cm^3 , sudut geser (ϕ) $>35^\circ$,
 - Dari kedalaman -7,00 m sampai kurang lebih -10,00 m MT setempat dominan kerikil-koral, terdapat pecahan batu silta, abuabu, kondisi padat.
 - Kedudukan muka air tanah (MAT) pada kedalaman -1,20 m Muka Tanah setempat Bor Mesin (BM). II.
- **Titik Uji BM. III**
- Dari muka tanah setempat sampai kedalaman -2,00 m MT setempat dominan pasir bersilta terdapat kerikil, koral dan boulders, abu-abu kehitaman, kondisi agak lepas.
 - Dari kedalaman --2,00 m sampai kurang lebih -6,50 m MT setempat dominan pasir sedang-kasar, sangat berkerikil dan terdapat boulders, abu-abu kehitaman, kondisi padat, $N_{SPT} = 50$, berat isi (Y_b) = 1,827 s/d 1,853 gr/cm^3 , sudut geser (ϕ) $>35^\circ$.
 - Dari kedalaman -6,50 m sampai kurang lebih -10,00 m MT setempat dominan kerikil-koral, terdapat pecahan batu silta, abuabu, kondisi padat.
 - Kedudukan muka air tanah pada permukaan Muka Tanah setempat BM. III.

C.7 ANALISIS KAPASITAS DAYA DUKUNG

Dari data-data tanah hasil bor pada 3 titik tanah dasar merupakan produk sedimentasi pasir kerikil, koral, bahkan terdapat boulder, dan pada sektor BM. I merupakan sedimen pasir - silt - lempung, padat. Kondisi lapangan merupakan sedimen padat, dengan $N > 50$.

Dari kondisi tersebut sebagai alternatif pondasi dapat digunakan pondasi blok silindris / bore pile.

Kapasitas dukung dapat diperhitungkan sebagai berikut :

Menurut Meyerhoof - Thombum - Vicar (1956, 1971) :

$$Q = \frac{q_c \cdot A}{3} + \frac{f_s \cdot O \cdot L}{5}$$

LAMPIRAN BUKU-C

1. Profil Bor Mesin dan Diagram Nspt



C. ITANAHKABAGUNG1 wk4

BORE PROFILE AND SPT DIAGRAM

Proyek = JEMBATAN KEBON AGUNG II











Bore No = BM. I

Lokasi = KEC. MINGGIR - KAB. SLEMAN

Elevasi = ±0,00 m MT Setempat

Depth	Bore Profile	DISCRIPTION	Sample	N-Value per 15 cm	S.P.T N-Value (B/30)					
					0	10	20	30	40	50
± 0.00										
-1,00		PASIR HALUS, coklat keabu-abuan, pasir halus sedikit silt agak lepas.								
-2,00		MAT = -1,20 m								
-3,00		PASIR, abu-abu kehitaman, pasir bersilt terdapat kerikil dan koral, padat.								
-4,00		SILT, coklat kehitaman, silt sangat berpasir sedikit kerikil, agak lepas.	⊗	2, 6, 8 45						14/30
-5,00		PASIR, abu-abu kehitaman, pasir sedikit silta terdapat kerikil koral dan boulders, padat.								
-5,50										
-6,00										
-7,00		PASIR, abu-abu, pasir sedang - kasar, terdapat silta, padat.	⊗	>50/5						50/5
-8,00										
-9,00		BATU SILTA, coklat kekuningan, batu silta, padat.								
-10,00			⊗	>46/12						46/12

Note :

- | | | | |
|---|-----------|---|--------------------|
|  | = Lempung |  | = Kulit Kerang |
|  | = Silt |  | = Boulders |
|  | = Pasir |  | = Undisturb Sample |
|  | = Kerikil |  | = Disturb Sample |
|  | = Koral |  | = S.P.T |

C:\TANAH1\KABAGUNG2.wk4

BORE PROFILE AND SPT DIAGRAM

Project = JEMBATAN KEBON AGUNG II Bore No. = BM. II

Location = KEC. MINGGIR - KAB. SLEMAN

Elevation = -0,80 m MT Setempat BM. I

Elevation	Depth (m)	Bore Profile	DISCRIPTION	Sample	N-Value per 15 cm	S.P.T N-Value (B/30)										
						0	10	20	30	40	50					
	± 0.00															
	-1,00		PASIR, abu-abu kehitaman, pasir bersilta, agak lepas													
	-2,00		MAT = -1,20 m													
	-3,00															
	-4,00			⊗	>50/5											50/5
	-5,00		PASIR, abu-abu kehitaman, pasir sedang - kasar, terdapat sedikit kerikil, padat.													
	-6,00			⊗	>50/5											
	-7,00															
	-8,00															
	-9,00		KERIKIL-KORAL, abu-abu, kerikil koral terdapat pecahan batu silta, padat.													
	-10,00															

Note :

- = Lempung
- = Kulit Kerang
- = Silt
- = Boulders
- = Pasir
- = Undisturb Sample
- = Kerikil
- = Disturb Sample
- = Koral
- = S.P.T

CITANAH1KBAGUNG3 wk4

BORE PROFILE AND SPT DIAGRAM

Project = JEMBATAN KEBON AGUNG II

Bore No. = BM. III

Location = KEC. MINGGIR - KAB. SLEMAN

Elevation = -1,80 m MT Setempat BM. I

Elevation	Depth (m)	Bore Profile	DISCRIPTION	Sample	N-Value per 15 cm	S.P.T					
						N-Value (B/30)					
						0	10	20	30	40	50
± 0.00											
-1,00			PASIR, abu-abu kehitaman, pasir bersilta, terdapat kerikil, koral dan boulders.								
-2,00											
-3,00											
-4,00			PASIR, abu-abu kehitaman, pasir sedang - kasar, sangat berkerikil dan terdapat boulders, padat.		>50/12						50/12
-5,00											
-6,00											
-6,50											
-7,00					>50/5						50/5
-8,00											
-9,00			KERIKIL-KORAL, abu-abu, kerikil koral terdapat pecahan batu silta, padat								
-10,00											

Note :

- = Lempung
- = Kulit Kerang
- = Silt
- = Boulders
- = Pasir
- = Undisturb Sample
- = Kerikil
- = Disturb Sample
- = Koral
- = S.P.T

LAMPIRAN BUKU-C

2. Tabel Hasil Uji Laboratorium



C:\TANAH\KIBAGUNG.wk4

TABLE OF LABORATORY TEST RESULT

Project = JEMBATAN KEBON AGUNG II **Bore No.** = BM. I, BM. II, BM. III

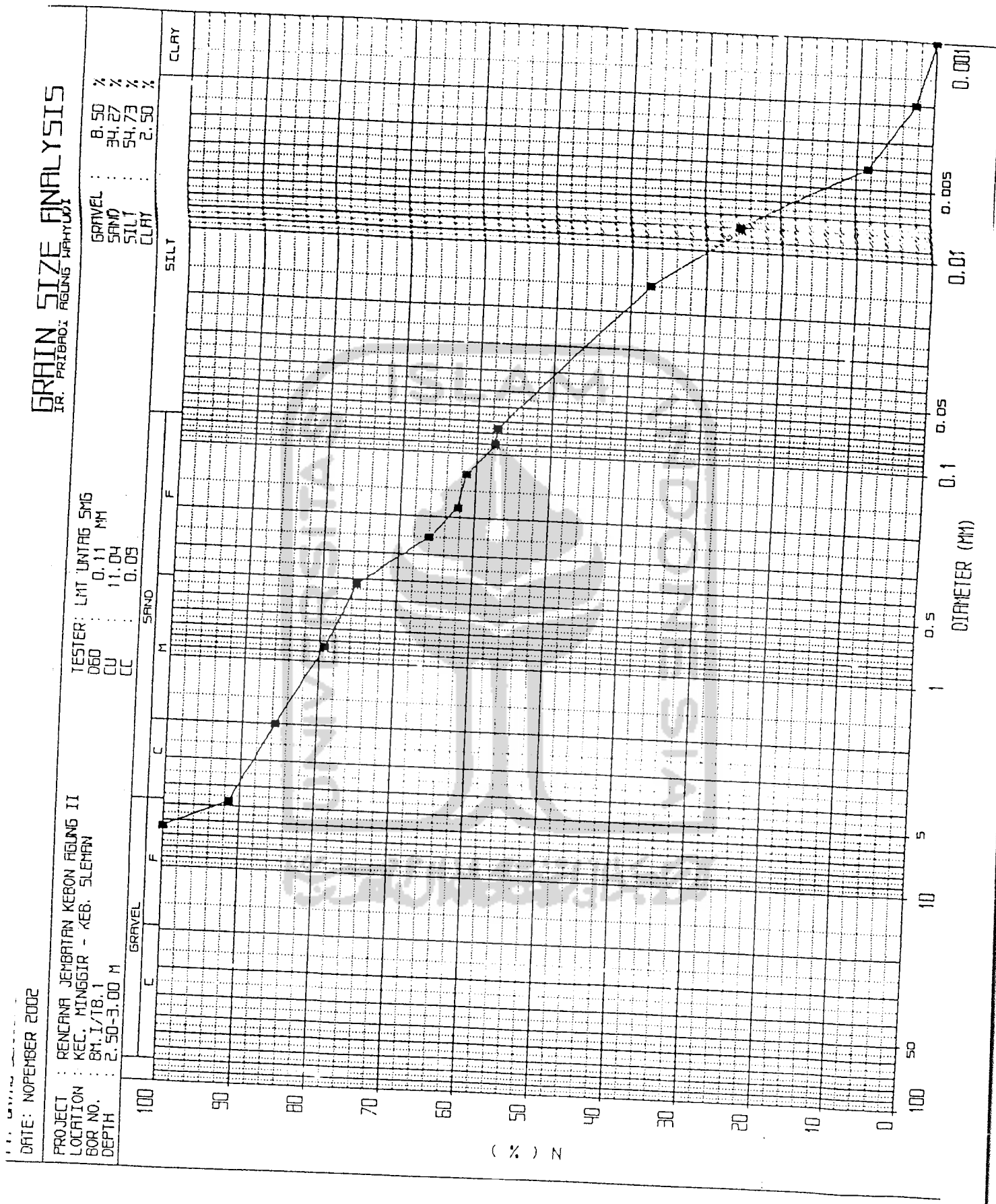
Location = KEC. MINGGIR - KAB. SLEMAN **Tested By** = LMT UNTAG Smg

NO.	TYPE OF TEST	UNIT	BM. I		BM. II		BM. III	
			TB. 1	TB. 2	TB. 1	TB. 2	TB. 1	TB. 2
1	Depth	(m)	2,50-3,00	5,50-6,00	9,00-9,50	2,50-3,00	5,50-6,00	2,50-3,00
2	Wet Density (gamma b)	(gr/cm ³)	1,674	1,488	1,641	1,869	1,682	1,853
3	Dry Density (gamma d)	(gr/cm ³)	1,177	1,143	1,190	1,588	1,458	1,616
4	Water Content (w)	(%)	42,190	30,130	37,890	17,680	15,330	14,690
5	Specific Gravity (Gs)	(%)	2,638	2,589	2,763	2,661	2,551	2,808
6	Porosity (n)	(%)	55,372	55,833	56,928	40,315	42,829	42,462
7	Void Ratio (e)	(%)	1,241	1,264	1,322	0,675	0,749	0,738
8	Liquid Limit (LL)	(%)	SILT-PASIR	PASIR	BATU SILTA	PASIR	PASIR	PASIR
9	Plastic Limit (PL)	(%)	SILT-PASIR	PASIR	BATU SILTA	PASIR	PASIR	PASIR
10	Plasticity Index (PI)	(%)	SILT-PASIR	PASIR	BATU SILTA	PASIR	PASIR	PASIR
11	Liquidity Index (LI)	(%)	SILT-PASIR	PASIR	BATU SILTA	PASIR	PASIR	PASIR
12	Activity (A)	(%)	55,230	4,630	89,700	0,990	1,800	2,780
13	Through Filter No. 200	(%)	2,500	1,800	25,000	0,000	1,200	0,000
14	Through Filter # 0,002	(kg/cm ²)	0,364	>35	>35	>35	>35	>35
15	Cohesion : c	(°)	8,521	>35	>35	>35	>35	>35
16	Angle of Internal Friction : phi	(°)	-	-	-	-	-	-
17	Triaxial UU-Test : c	(cm ² /det)	-	-	-	-	-	-
18	Triaxial UU-Test : phi	(cm ² /det)	-	-	-	-	-	-
19	Consolidation : Cc	(cm ² /kg)	-	-	-	-	-	-
20	Consolidation : Cv	(cm/det)	-	-	-	-	-	-
21	Consolidation : K	(cm ² /kg)	-	-	-	-	-	-
22	Consolidation : mv	(cm/det)	-	-	-	-	-	-
23	Permeability (k)	(kg/cm ²)	-	-	-	-	-	-
24	Unconfined Compr. Strength (qu)	(kg/cm ²)	-	-	-	-	-	-

LAMPIRAN BUKU-C

3. Diagram Distribusi Ukuran Butiran Tanah



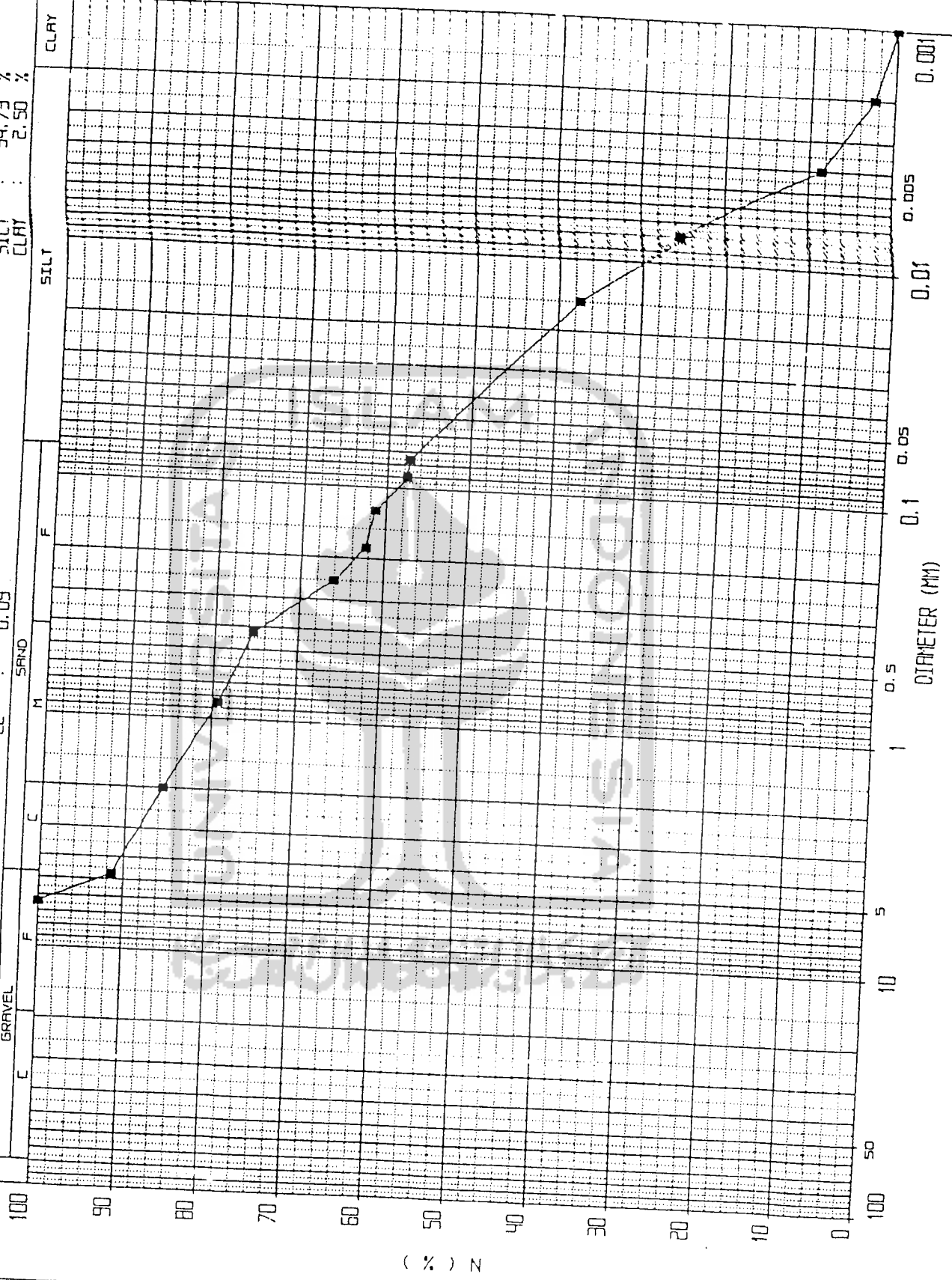


DATE: NOPEMBER 2002

PROJECT : RENCANA JEMBATAN KERON FIGUNG II
 LOCATION : KEC. MINGGIR - KES. SLEMAN
 BOR NO. : BM. I/18.1
 DEPTH : 2.50-3.00 M

TESTER: LMT UNTAG SMG
 D60 : 0.11 MM
 CU : 11.04
 CC : 0.09

GRAVEL : 8.50 %
 SAND : 34.27 %
 SILT : 54.73 %
 CLAY : 2.50 %



(%) N

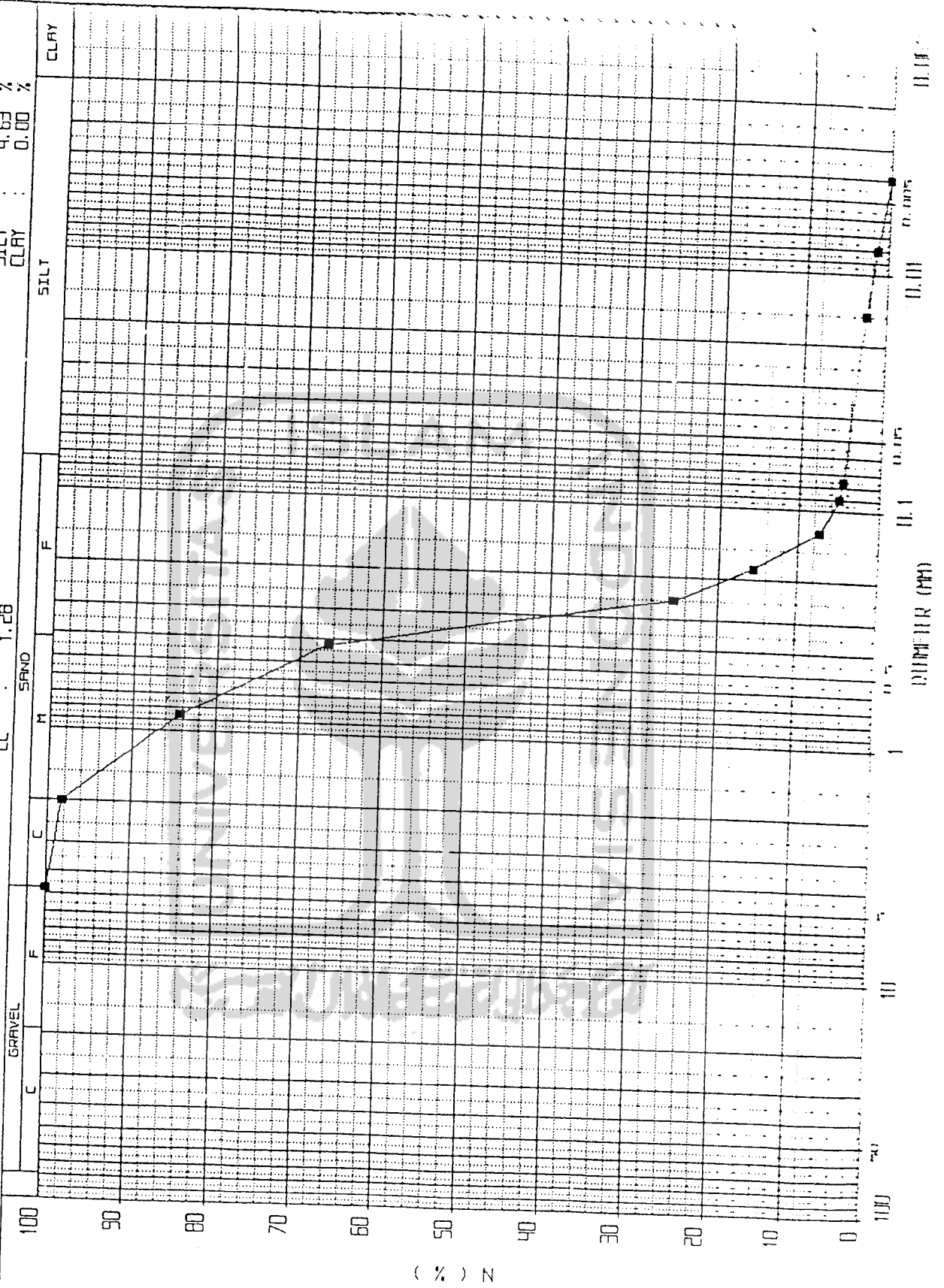
FT. UNTAG SURABAYA
 DATE: NOPEMBER 2002

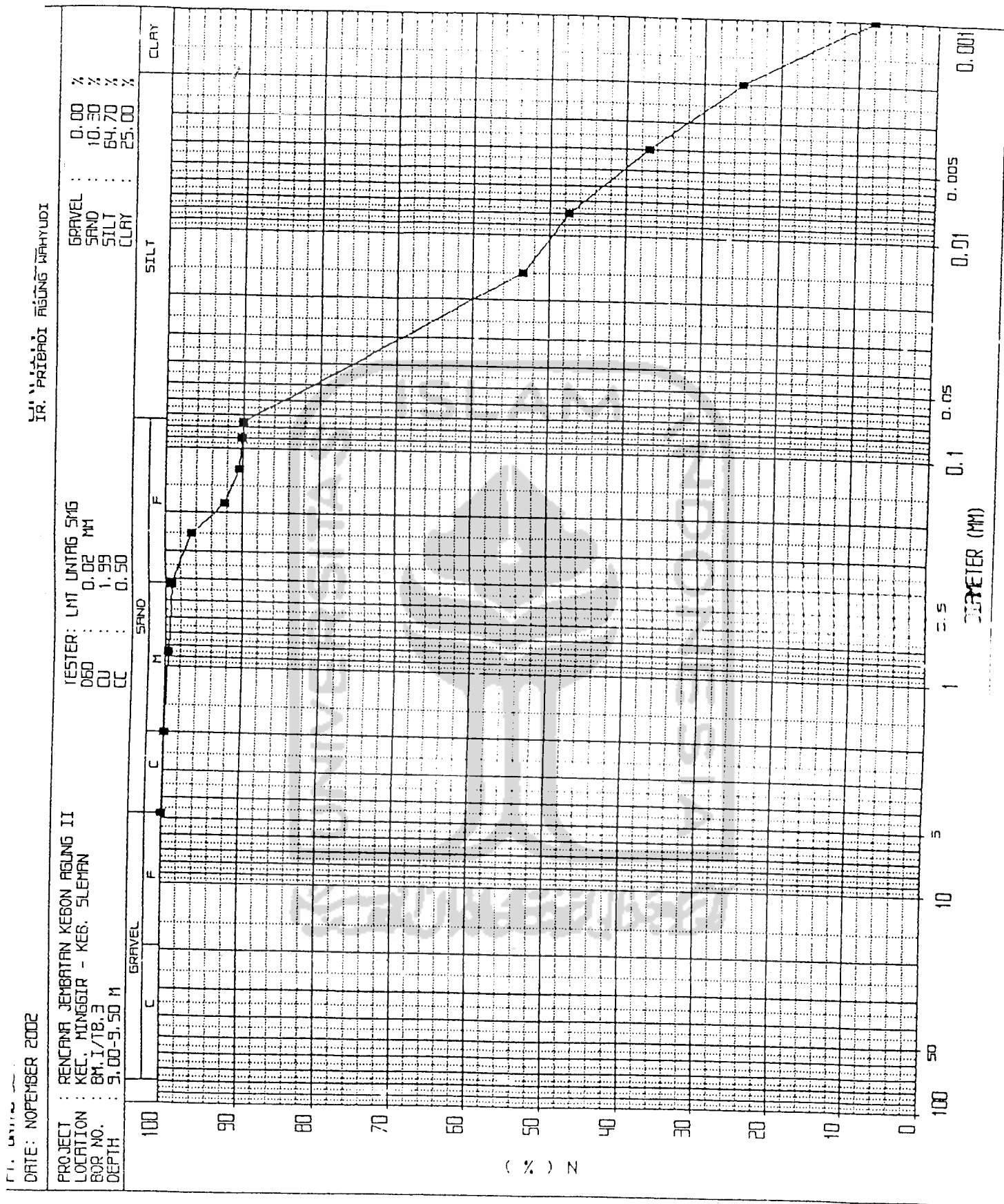
PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGUNG II
 LOCATION : KEC. MINGSIR - KER. SLEMAN
 BOR NO. : BM.I/1B.2
 DEPTH : 5.50-6.00 M

TESTER: LMT UNTAG SMG
 D60 : 0.39 MM
 CU : 2.78
 CC : 1.28

GRAIN SIZE ANALYSIS
 IR. PRIBADI AGUNG MAHYUDI

GRAVEL : 0.00 %
 SAND : 95.37 %
 SILT : 4.63 %
 CLAY : 0.00 %





DATE: NOPEMBER 2002

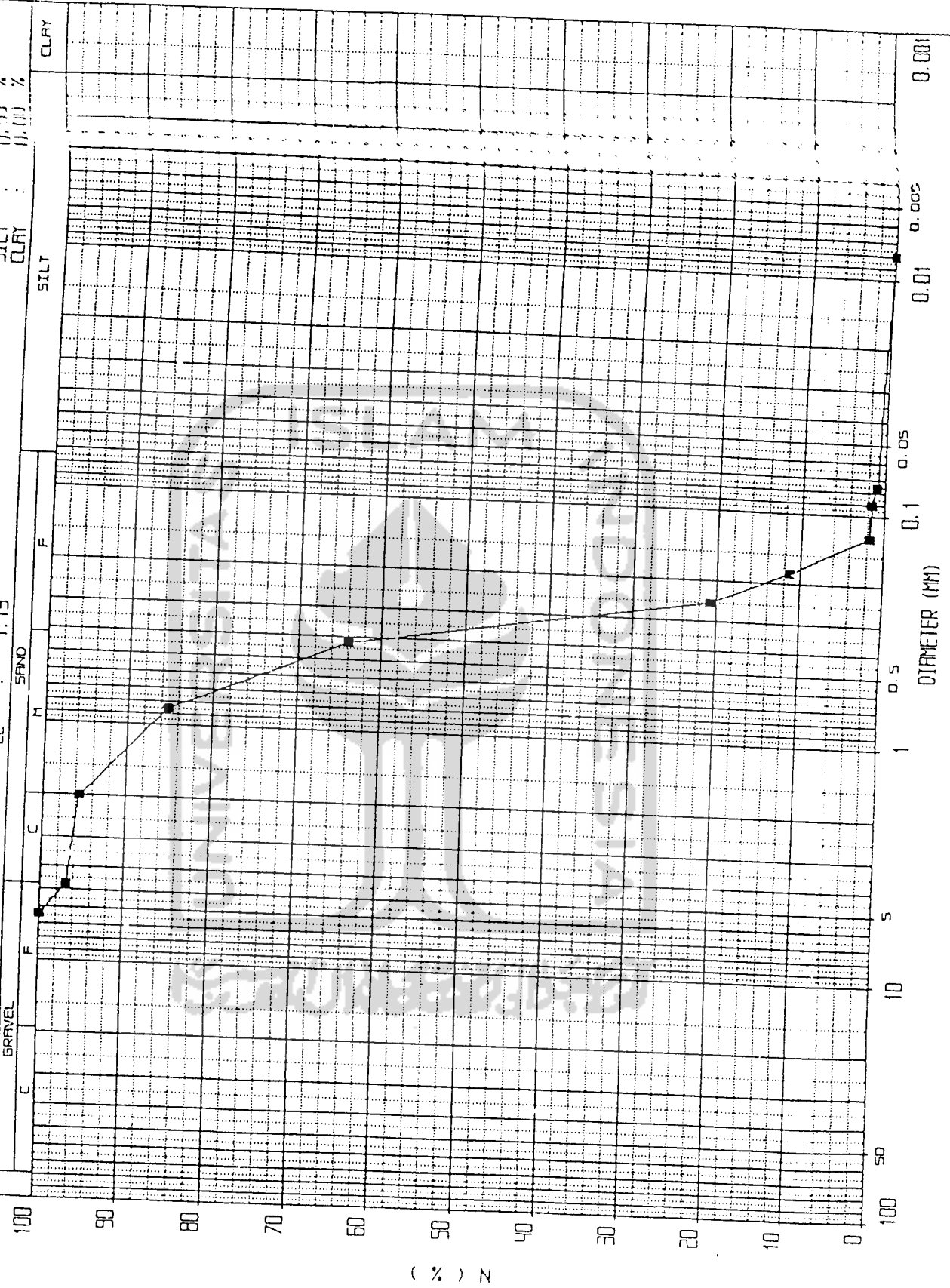
FT. UNIND SURABAYA
 DATE: NOPEMBER 2002

PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGUNG II
 LOCATION : KEC. MINGGIR - KEB. SLEMAN
 BOR NO. : BM.11/18.1
 DEPTH : 2.50-3.00 M

TESTER: LMT UNTAG SMG
 D60 : 0.40 MM
 CU : 2.36
 CC : 1.13

GRAIN SIZE ANALYSIS
 IR. PRIBADI FIGUNG WIRYUJOI

GRAVEL : 1.10 %
 SAND : 97.91 %
 SILT : 1.99 %
 CLAY : 1.00 %



(%) Z

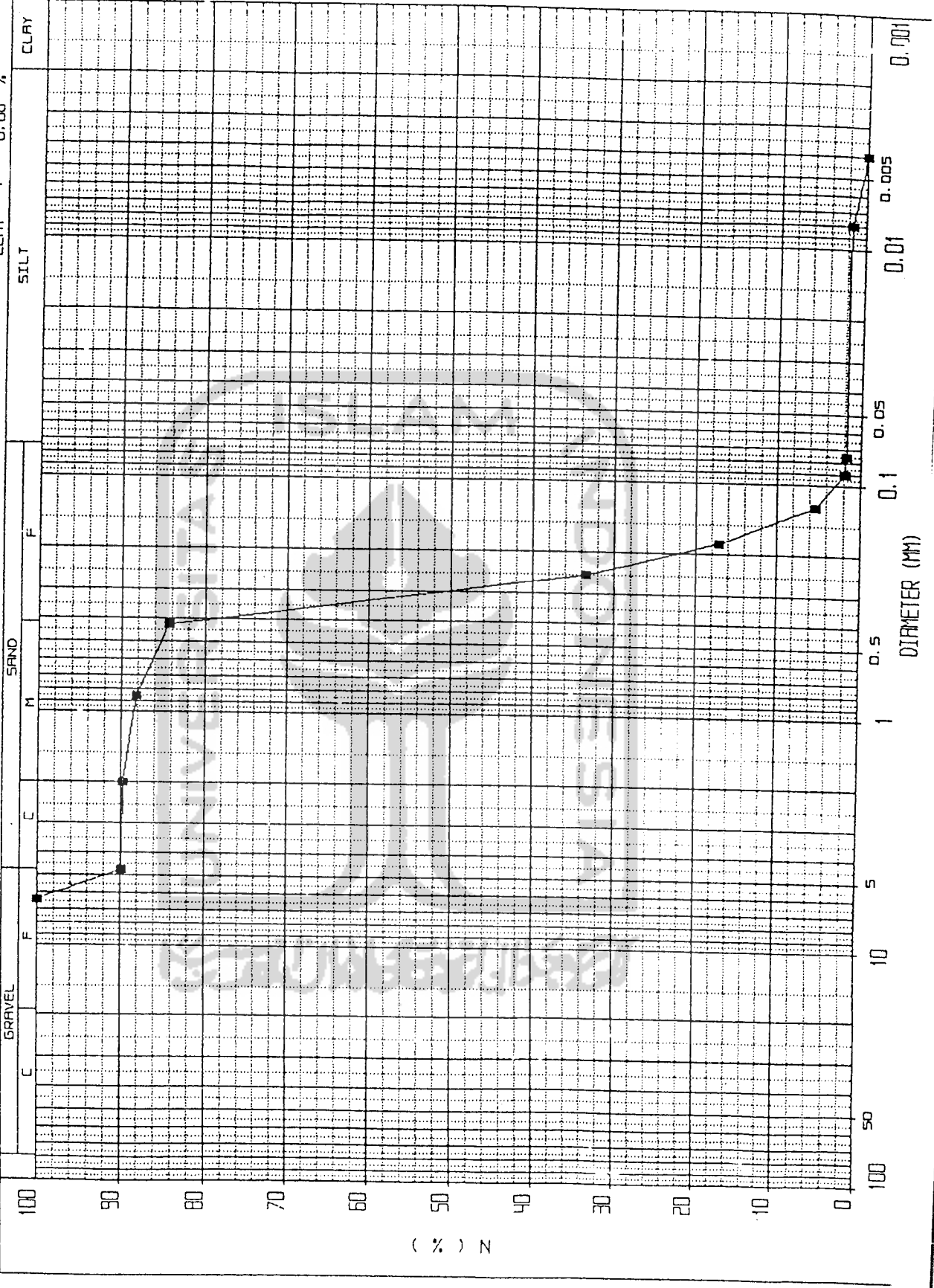
GRAIN SIZE ANALYSIS
IR. PRIBADI AGUNG MAHYUDI

FT. UNTAG SEMARANG
DATE: NOPEMBER 2002

PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGUNG II
 LOCATION : KEC. MINGGIR - KEB. SLEMAN
 BOR NO. : BM.II/18.2
 DEPTH : 5.50-6.00 M

TESTER: LMT UNTAG SMG
 D50 : 0.33 MM
 CU : 2.29
 CC : 1.14

GRAVEL : 10.05 %
 SAND : 88.15 %
 SILT : 1.80 %
 CLAY : 0.00 %



(%) Z

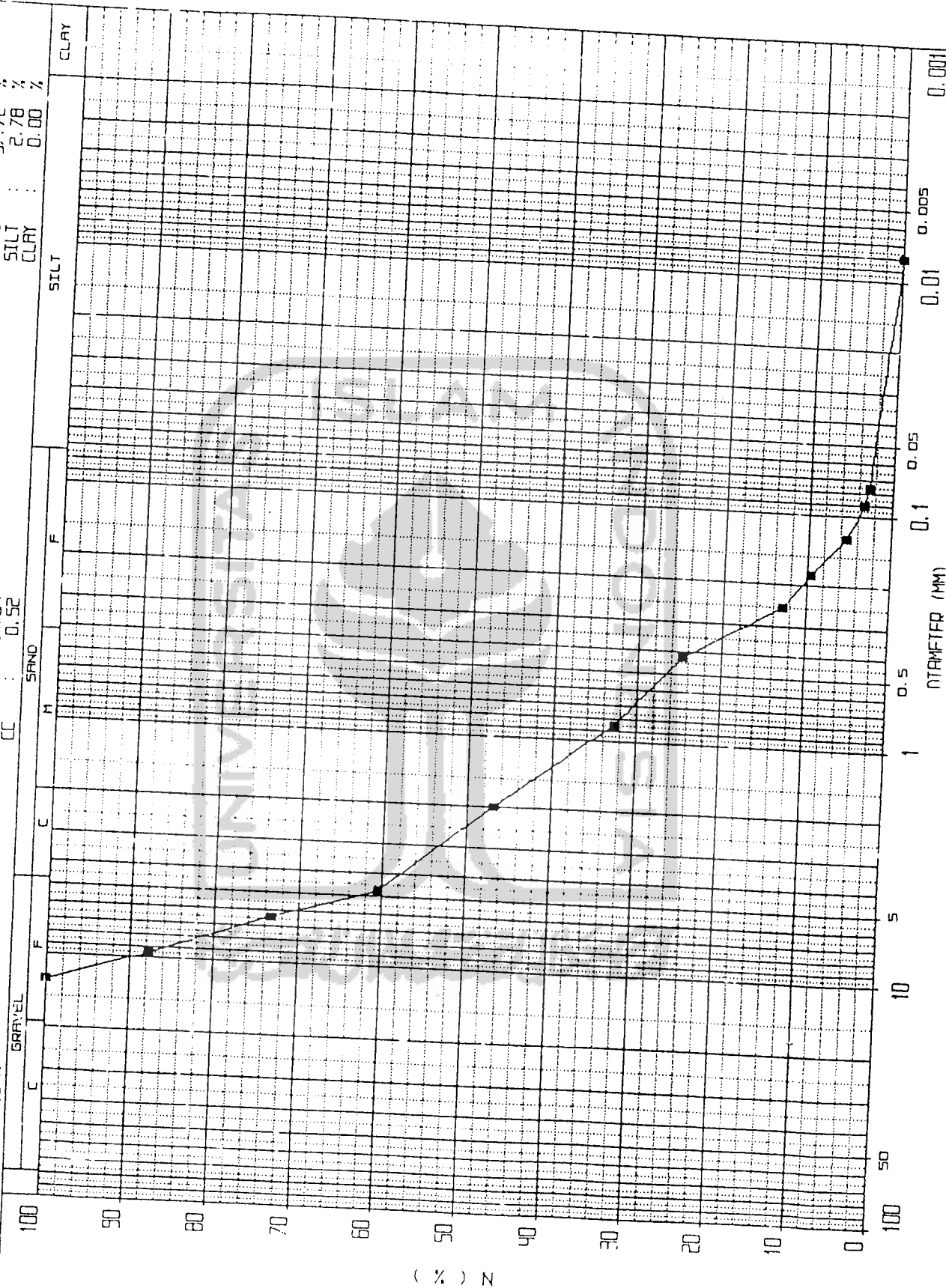
DATE: NOPEMBER 2002

PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGUNG II
 LOCATION : KEC. MINGGIR - KEB. SLEMAN
 BOR NO. : BM.III/TB.1
 DEPTH : 2.50-3.00 M

TESTER: LMT UNTPS SMG
 D80 : 4.60 MM
 CU : 24.64
 CC : 0.52

LUNYILAN JILAL ILLIHAL I JLLJ
 IR. PRIBADI AGUNG WAHYUDI

GRAVEL : 39.50 %
 SAND : 57.72 %
 SILT : 2.78 %
 CLAY : 0.00 %



(%) Z

DIAMETER (MM)

FT. UNTAG SEMARANG
 DATE: NOPEMBER 2002

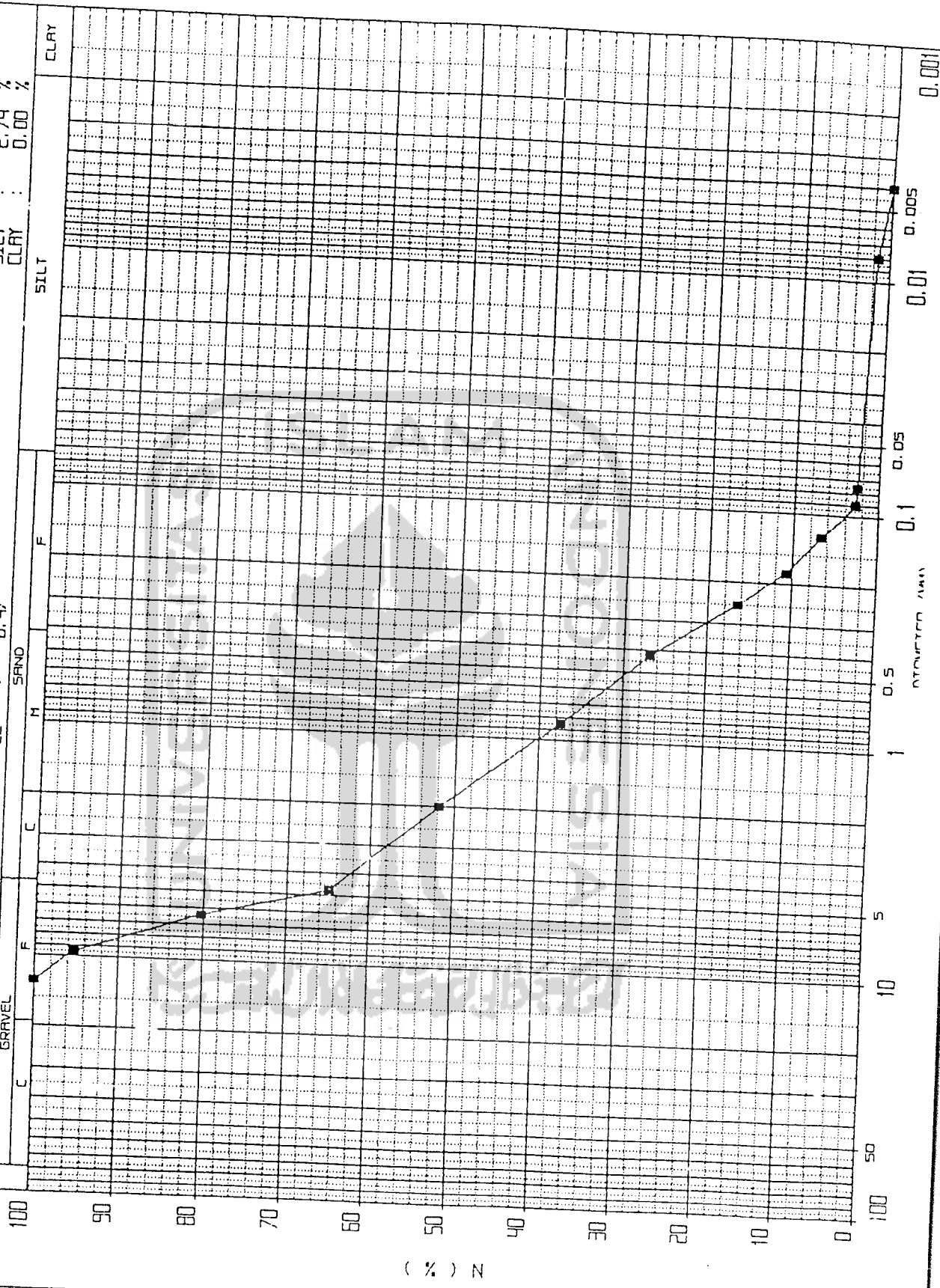
PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGLUNG II
 LOCATION : KEC. MINGGIR - KES. SLEMAN
 BOR NO. : BM.II/1B.2
 DEPTH : 5.50-6.00 M

GRAIN SIZE ANALYSIS

IR. PRIBADI FICUNG MAHYUDI

TESTER: LMT UNTAG SMG
 D50 : 3.42 MM
 CU : 20.40
 CC : 0.47

GRAVEL : 35.10 %
 SAND : 62.16 %
 SILT : 2.74 %
 CLAY : 0.00 %



(%) N

LAMPIRAN BUKU-C

4. Diagram Parameter Kuat Geser C dan \emptyset



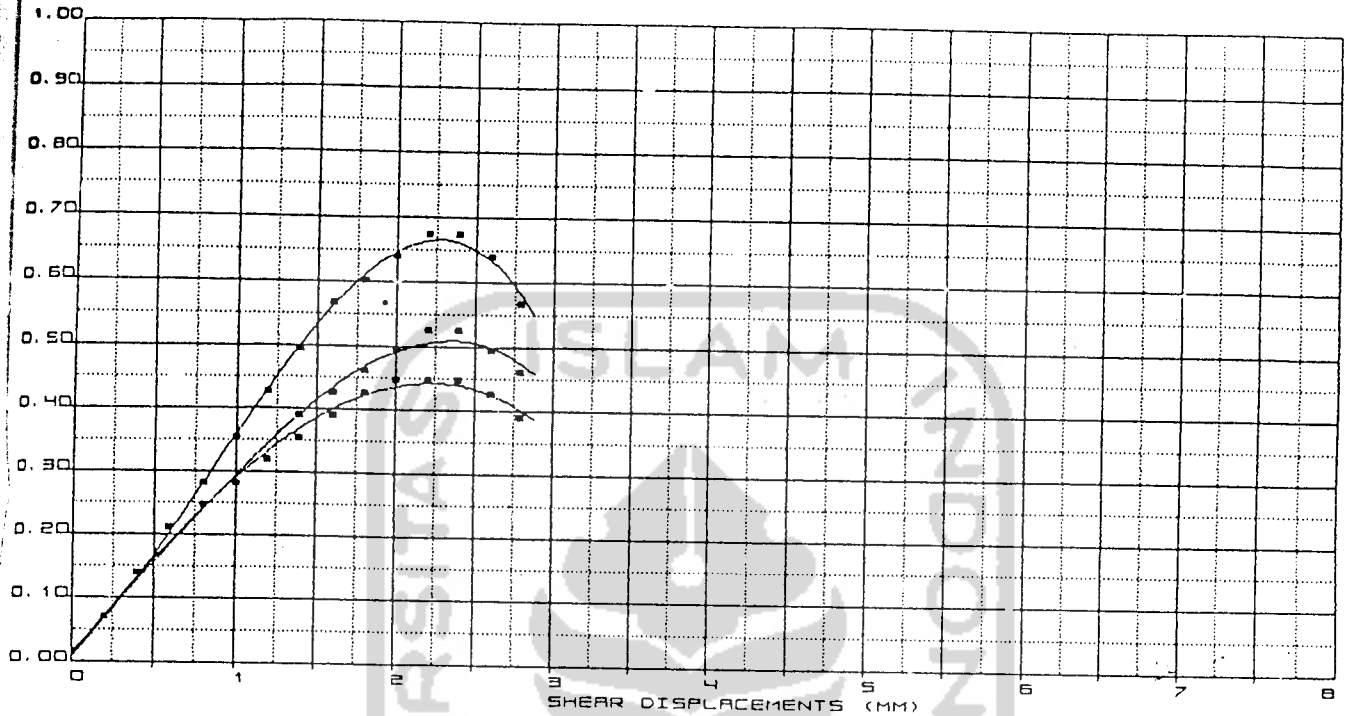
FT. UNTAG SEMARANG
SOIL MECHANICS PROGRAM

PROJECT : RENCANA JEMBATAN KEBON AGUNG-II
LOCATION : KFC. MINGGIR-KAB. SLEMAN
DATE : NOPEMBER 2002
DESCR : SILT-PASIR

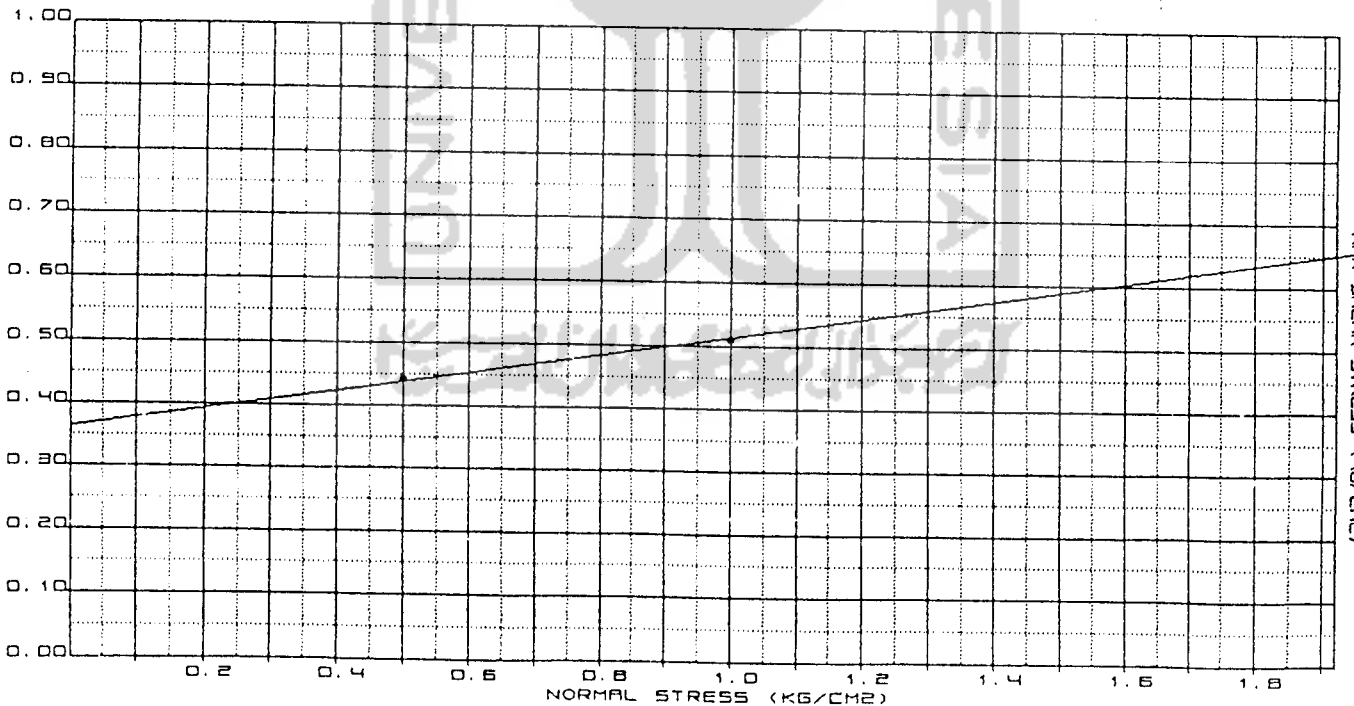
DIRECT SHEAR TEST

IR. PRIBADI AGUNG WAHYUDI

TEST NO. : BM. I/TB. 1
TEST BY : PARJO, BE
DEPTH : -2.50-3.00



SHEAR STRESS (KG/CM²)

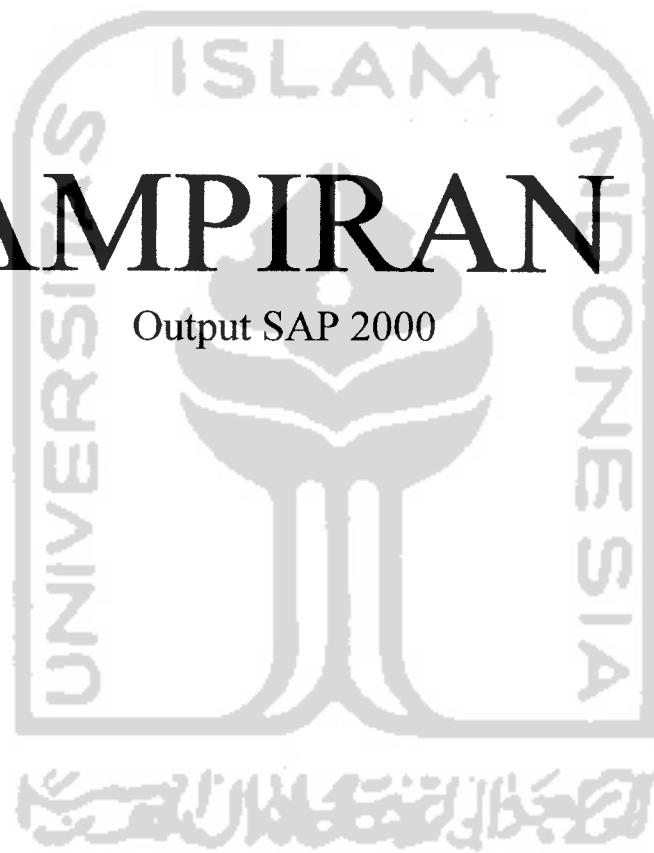


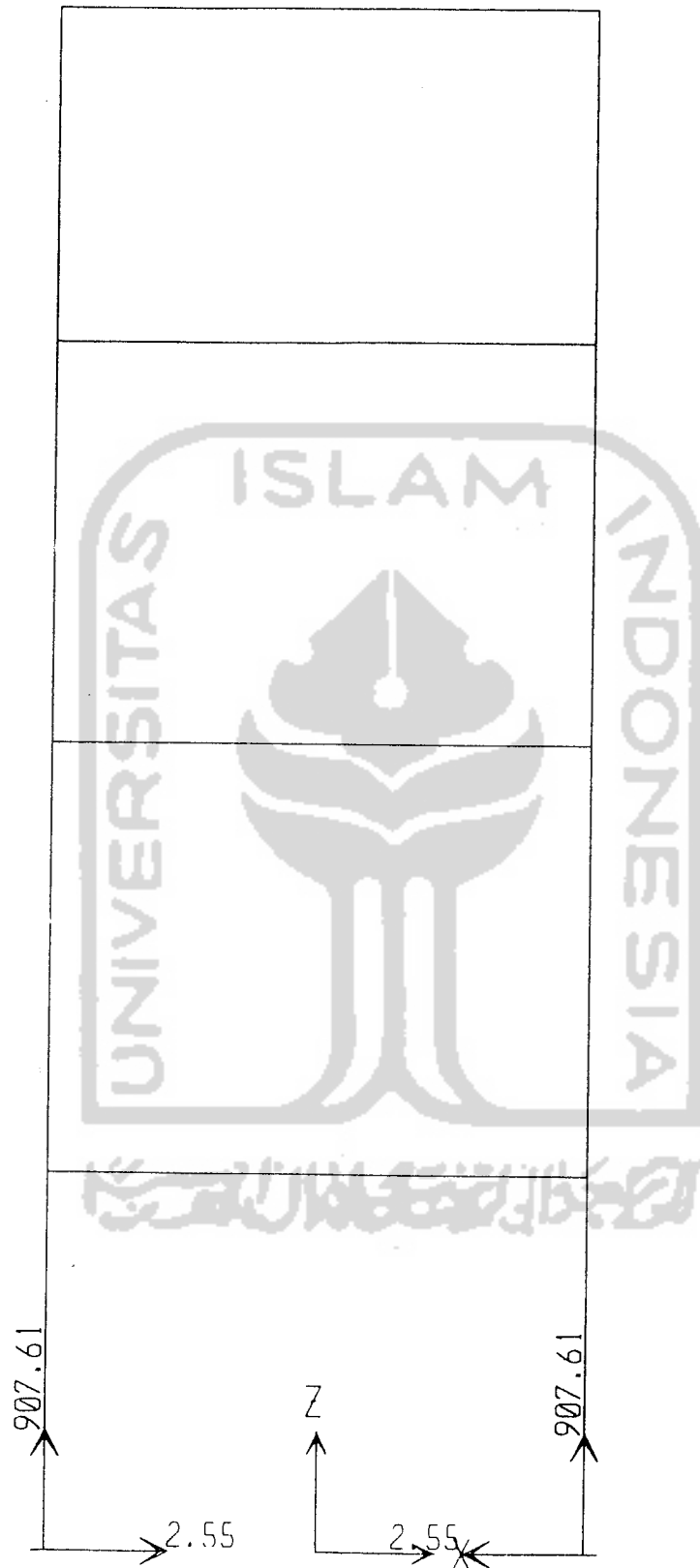
MAX SHEAR STRESS (KG/CM²)

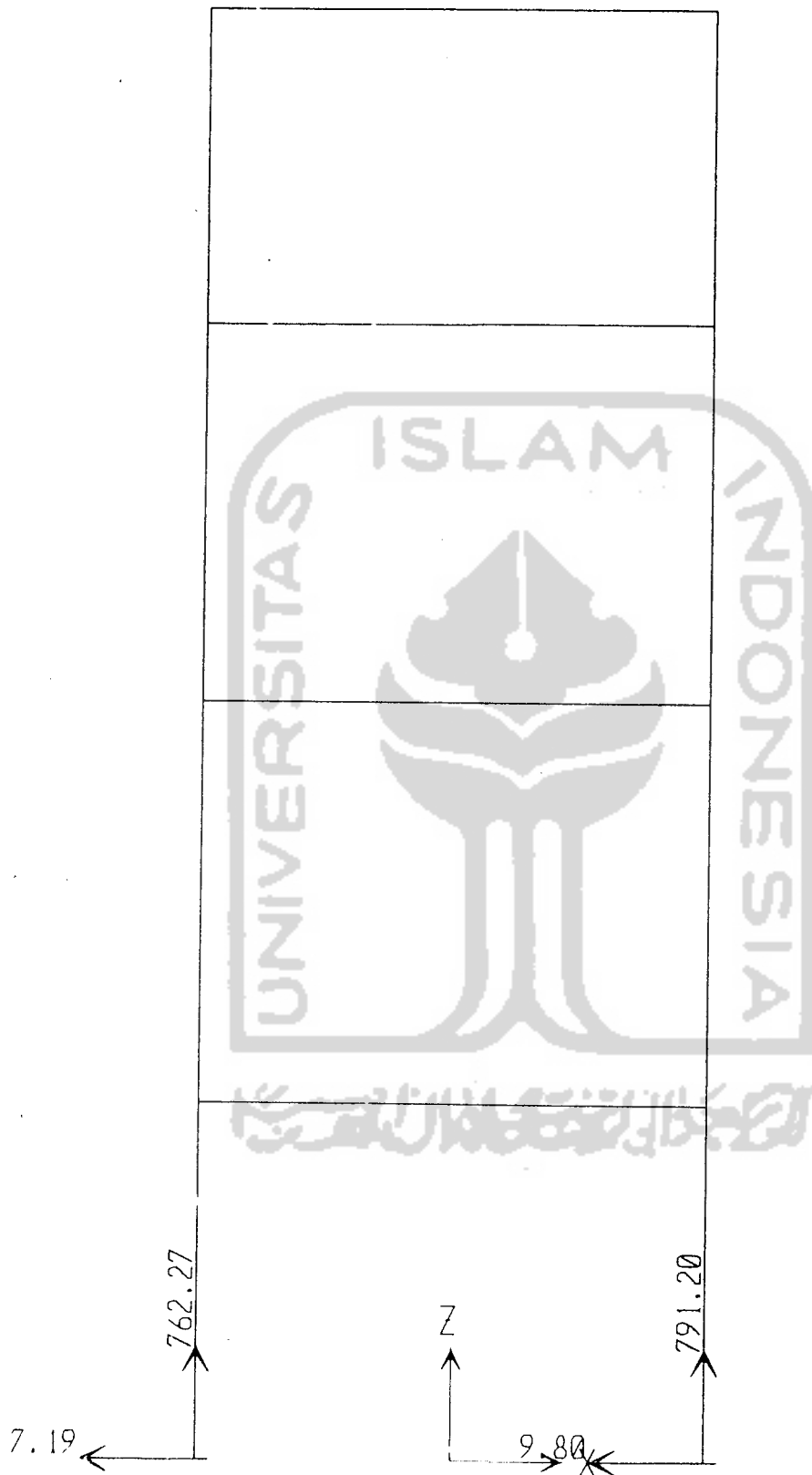
PHI = 8.52097 DEG
C = 0.36492 KG/CM²

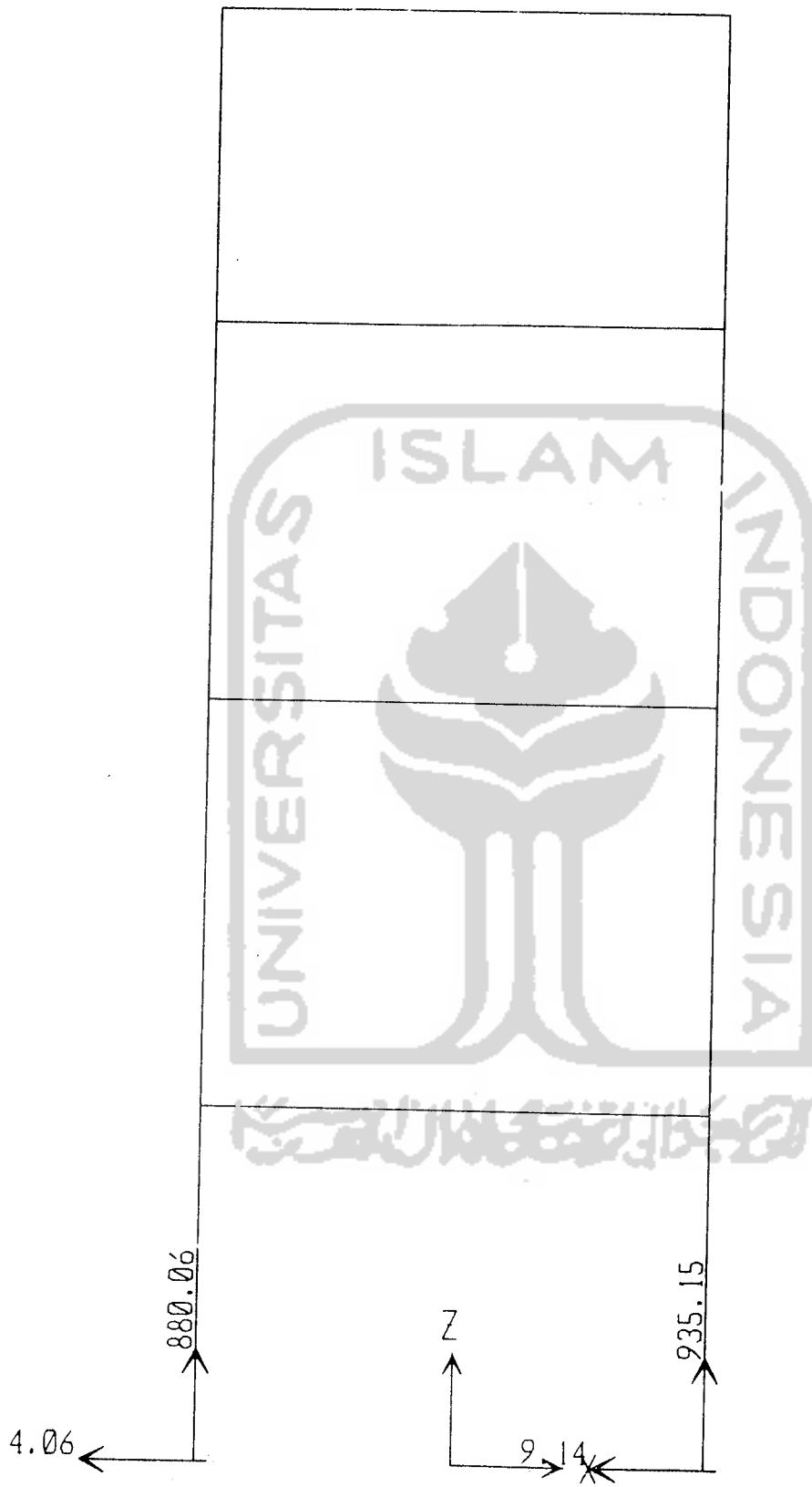
LAMPIRAN 3

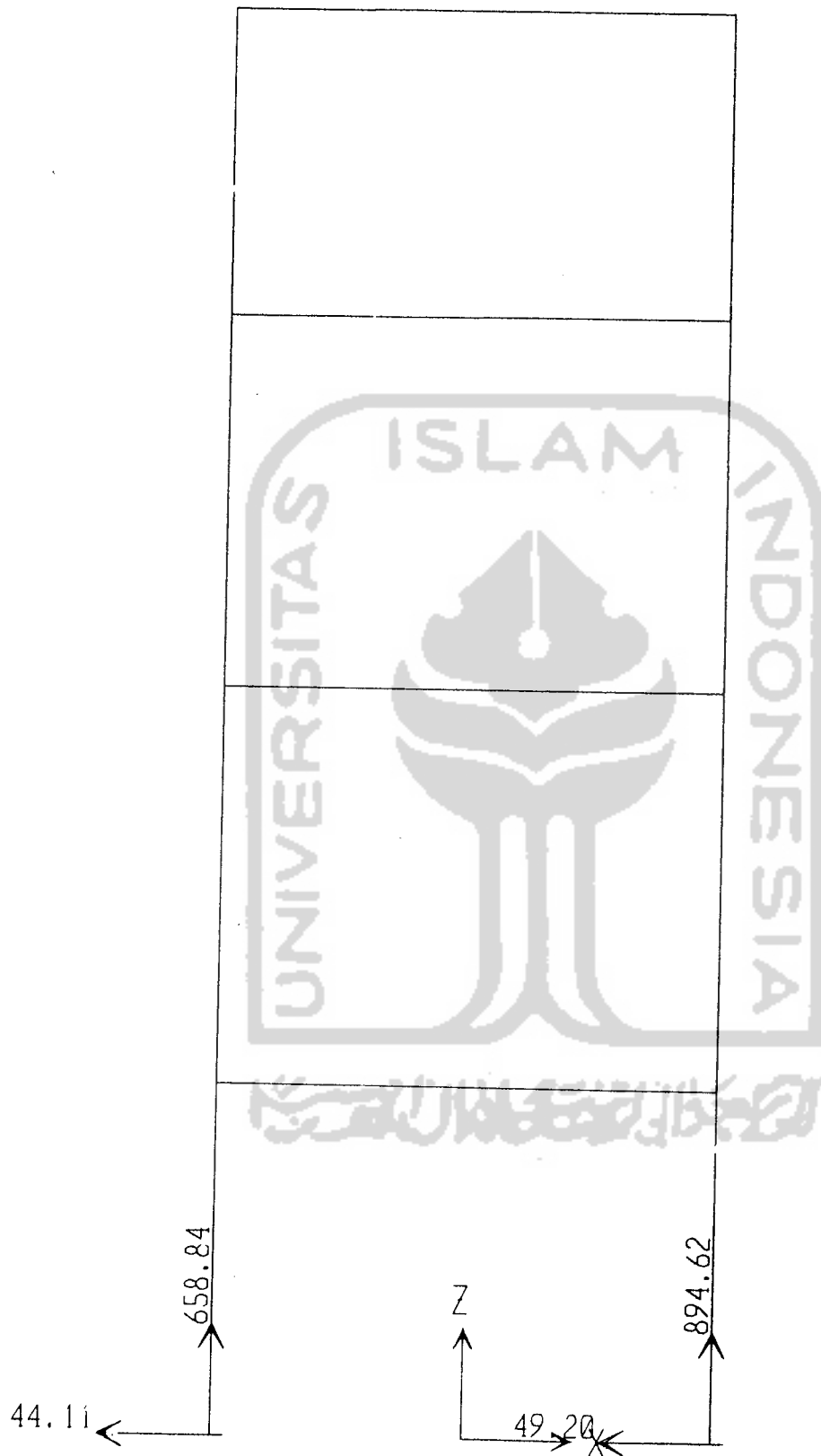
Output SAP 2000

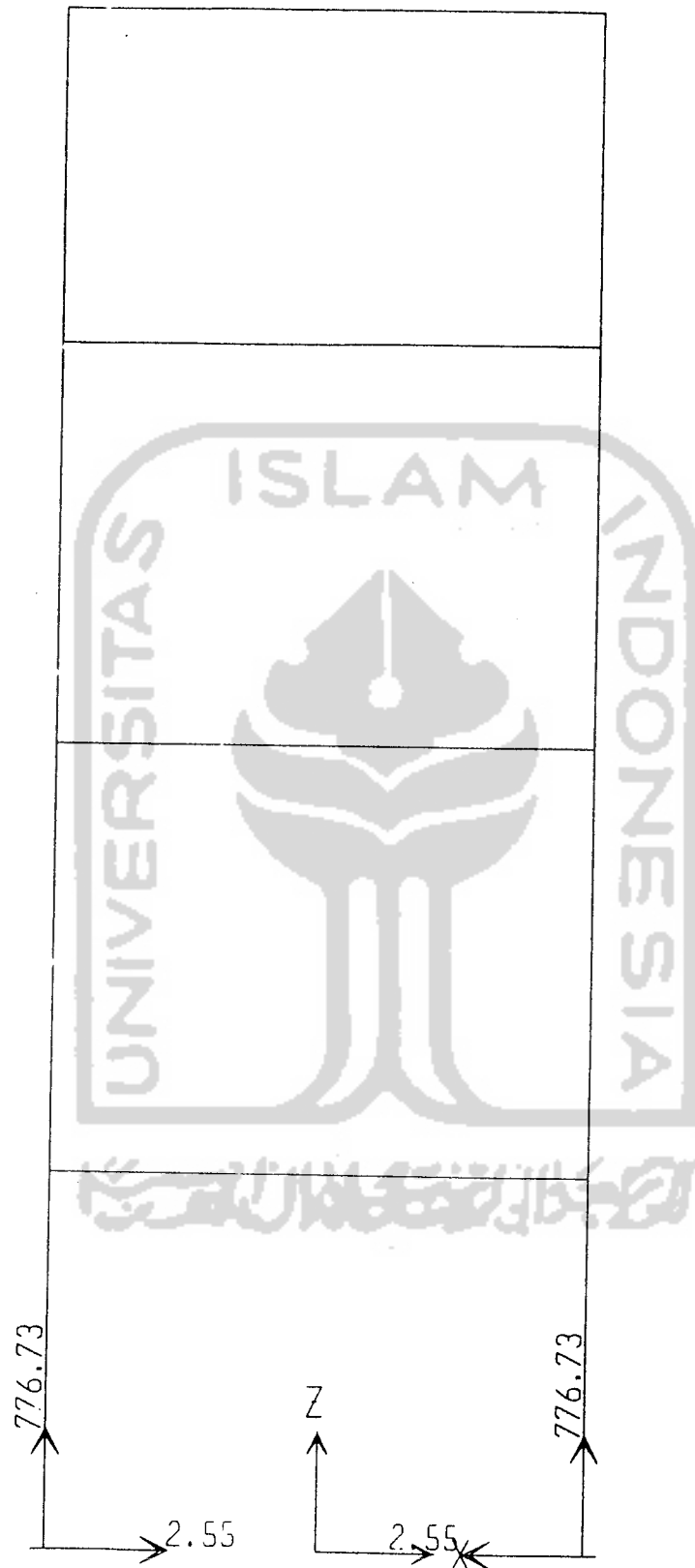


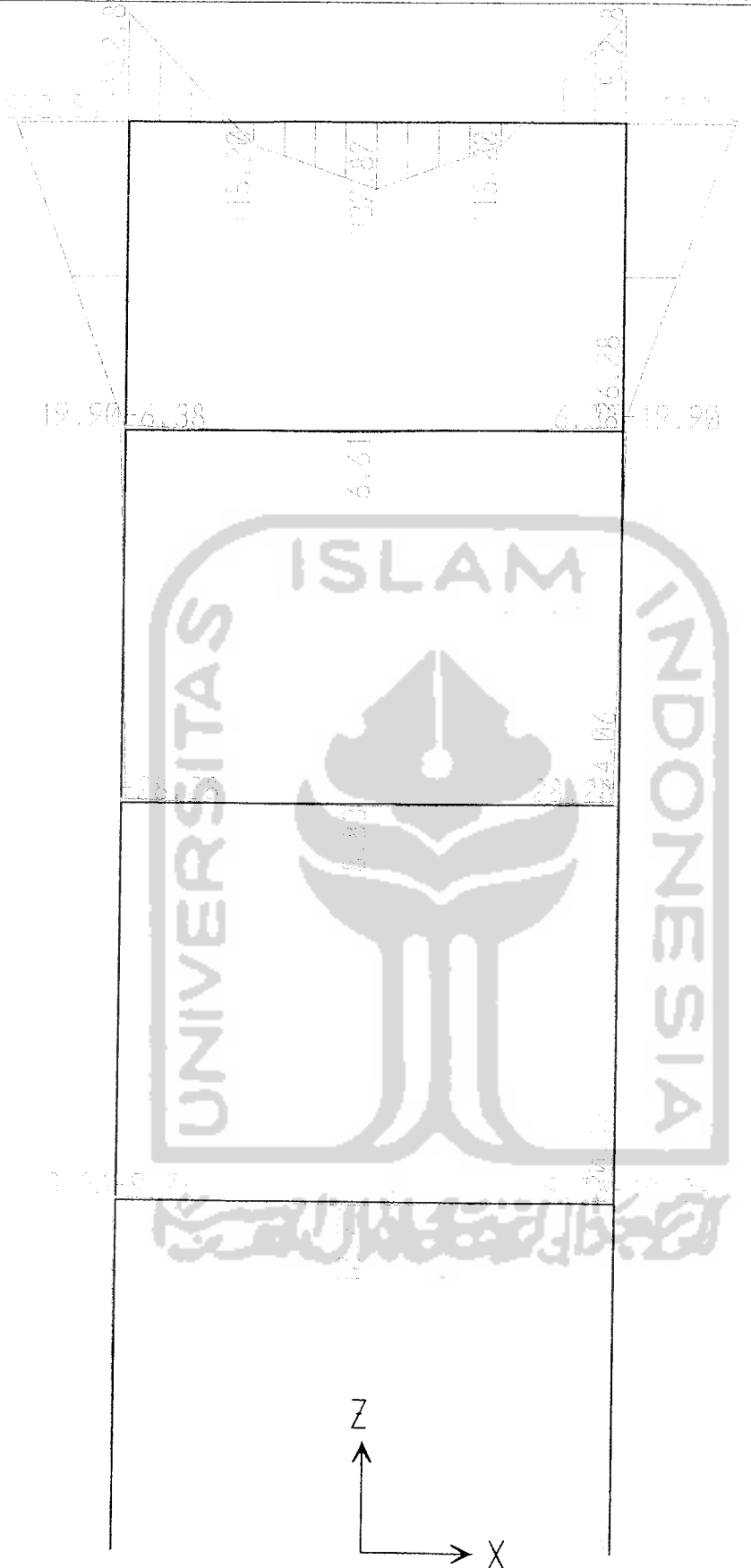


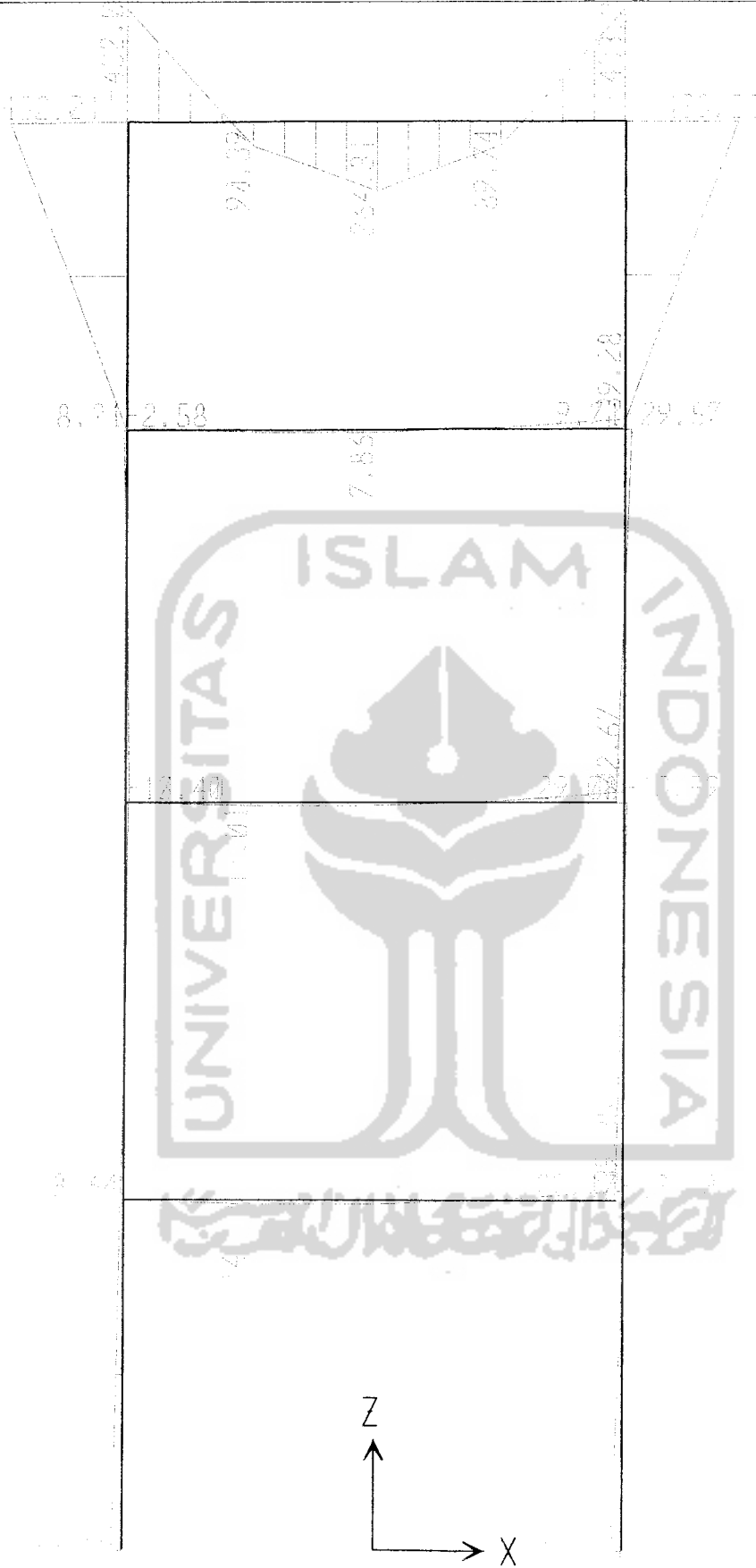


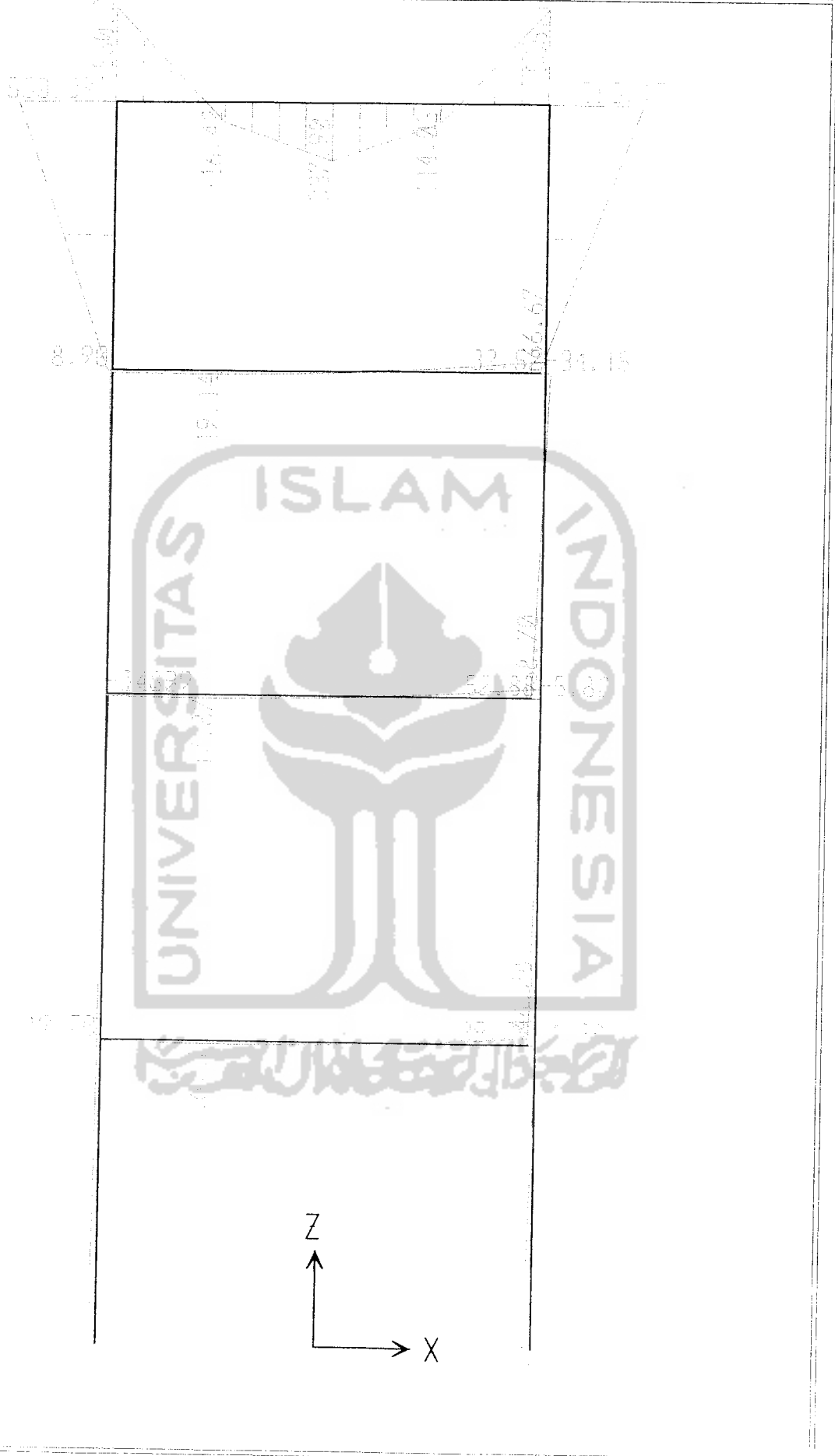


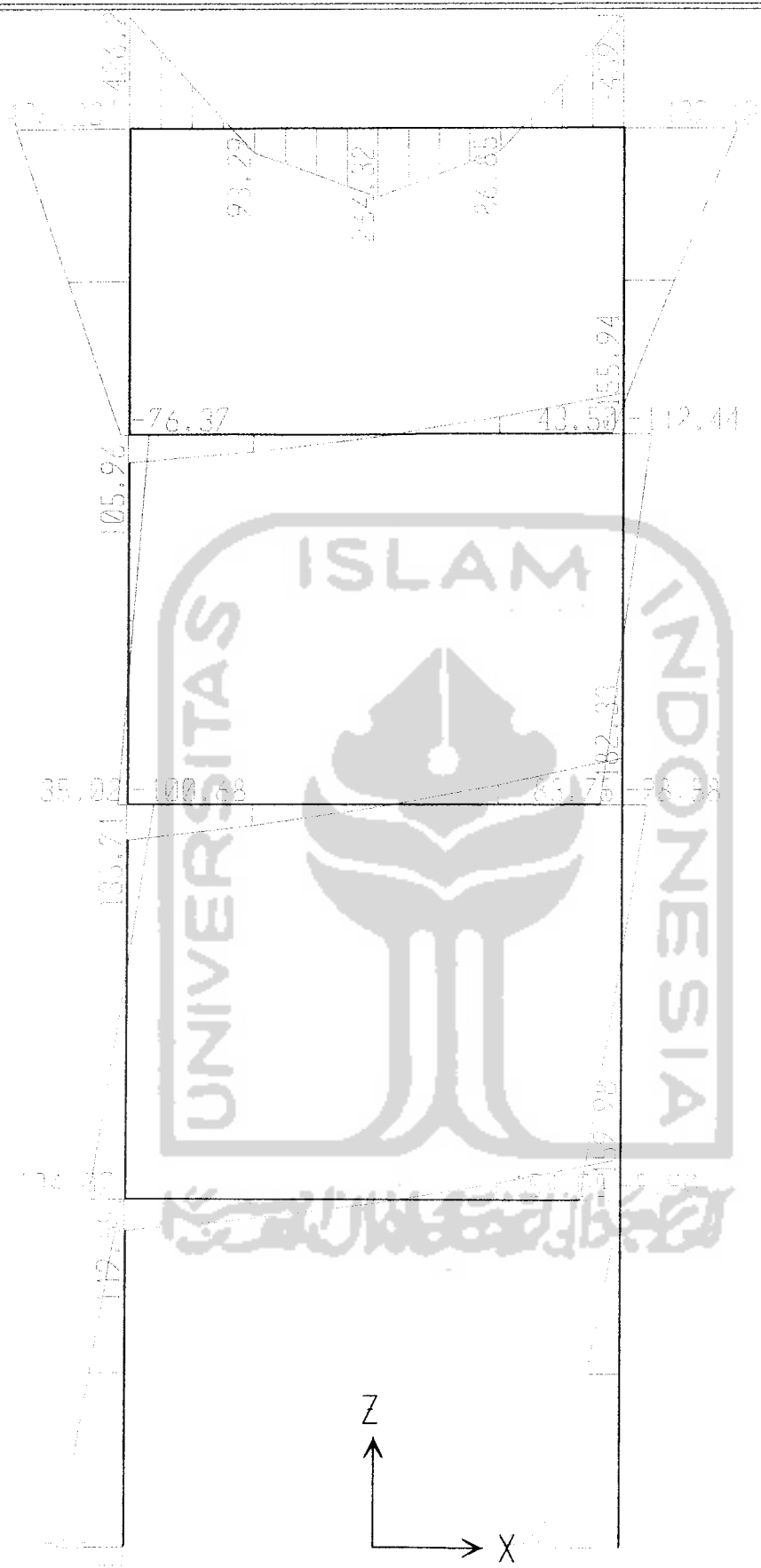


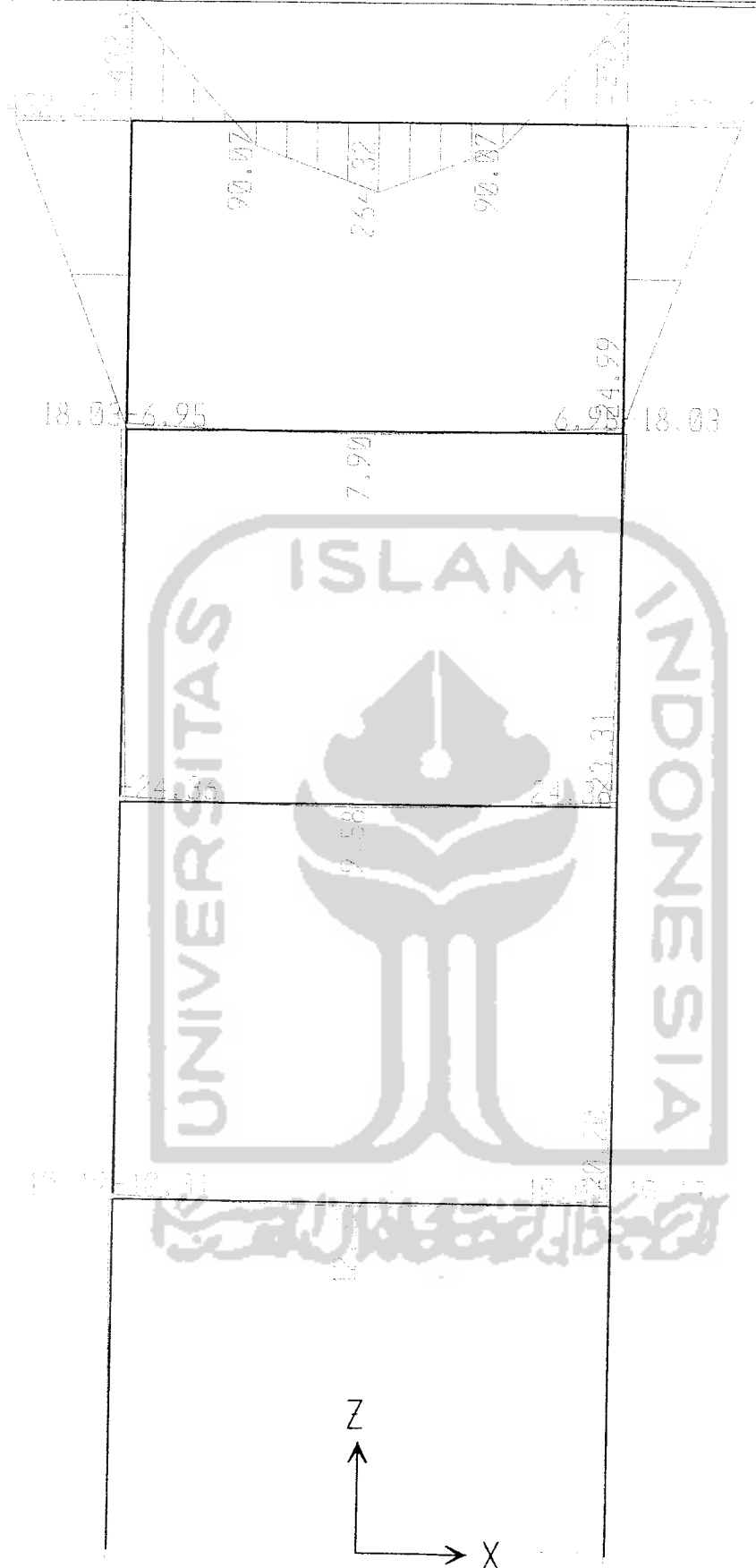


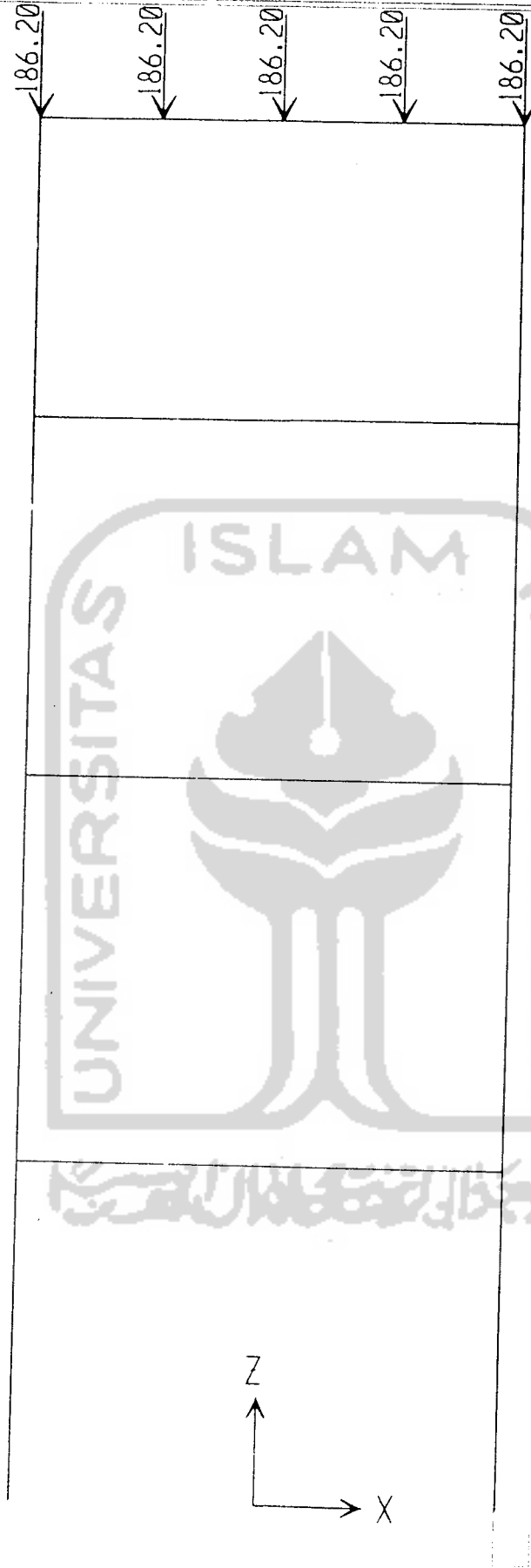


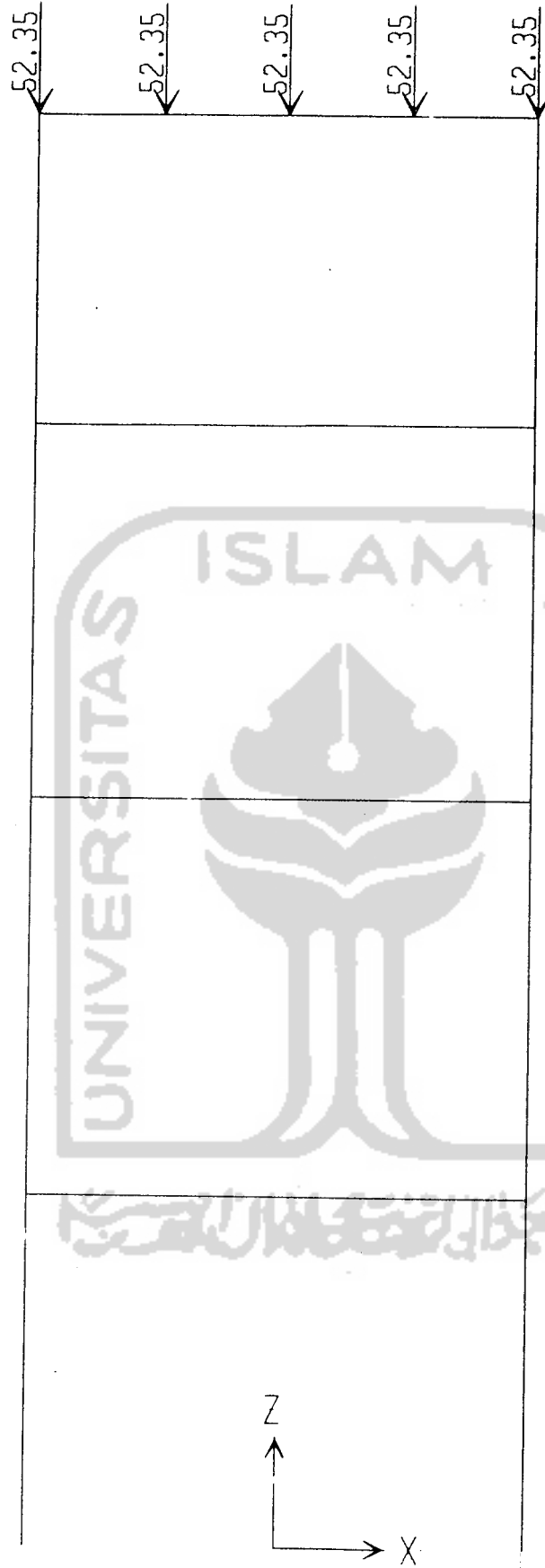


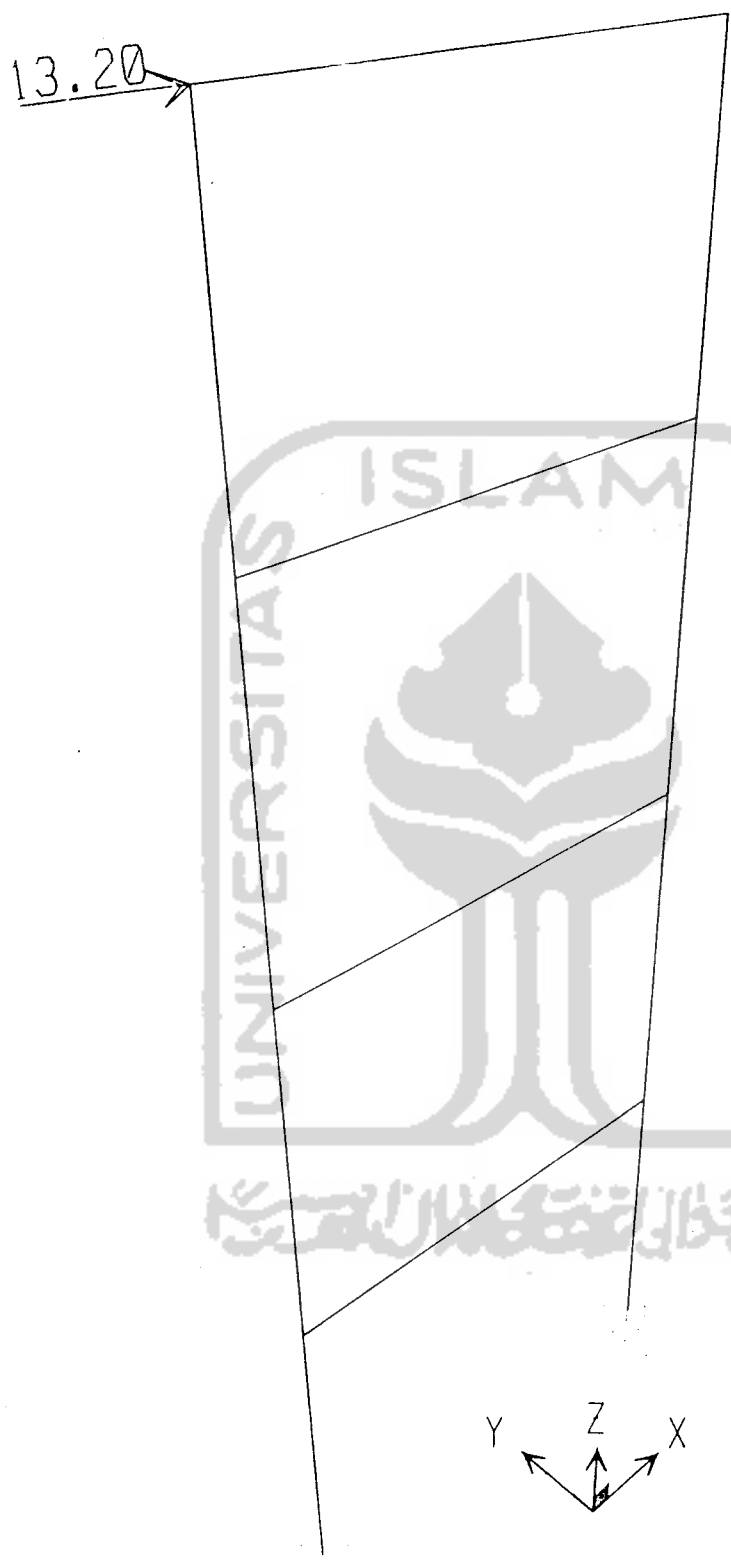


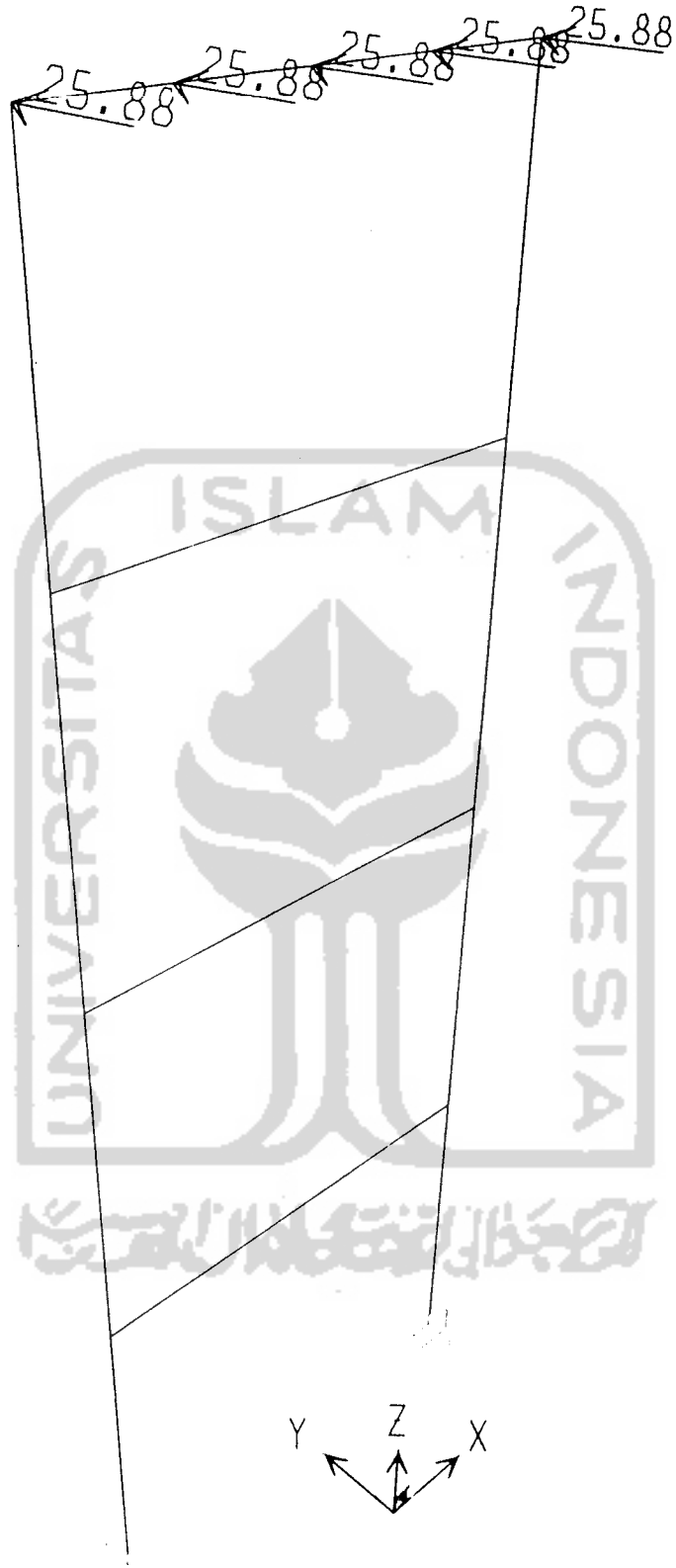


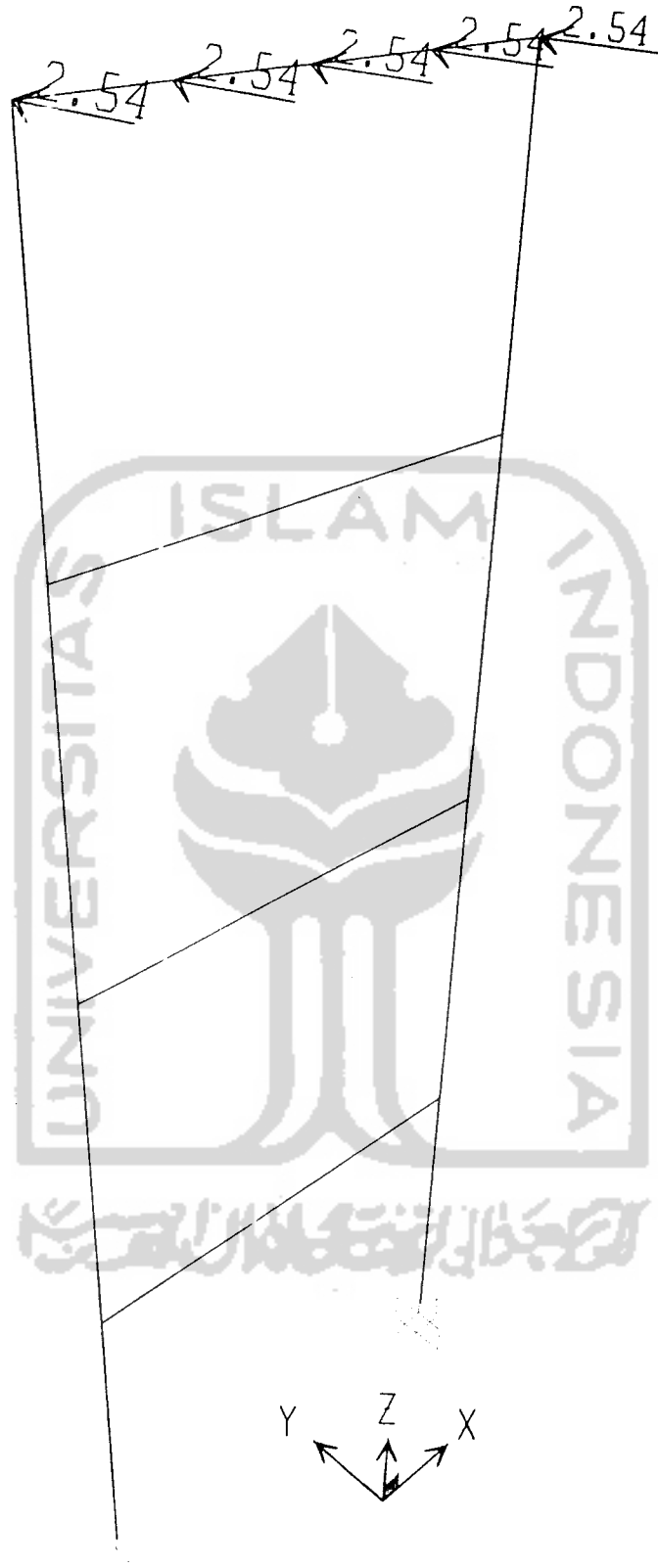


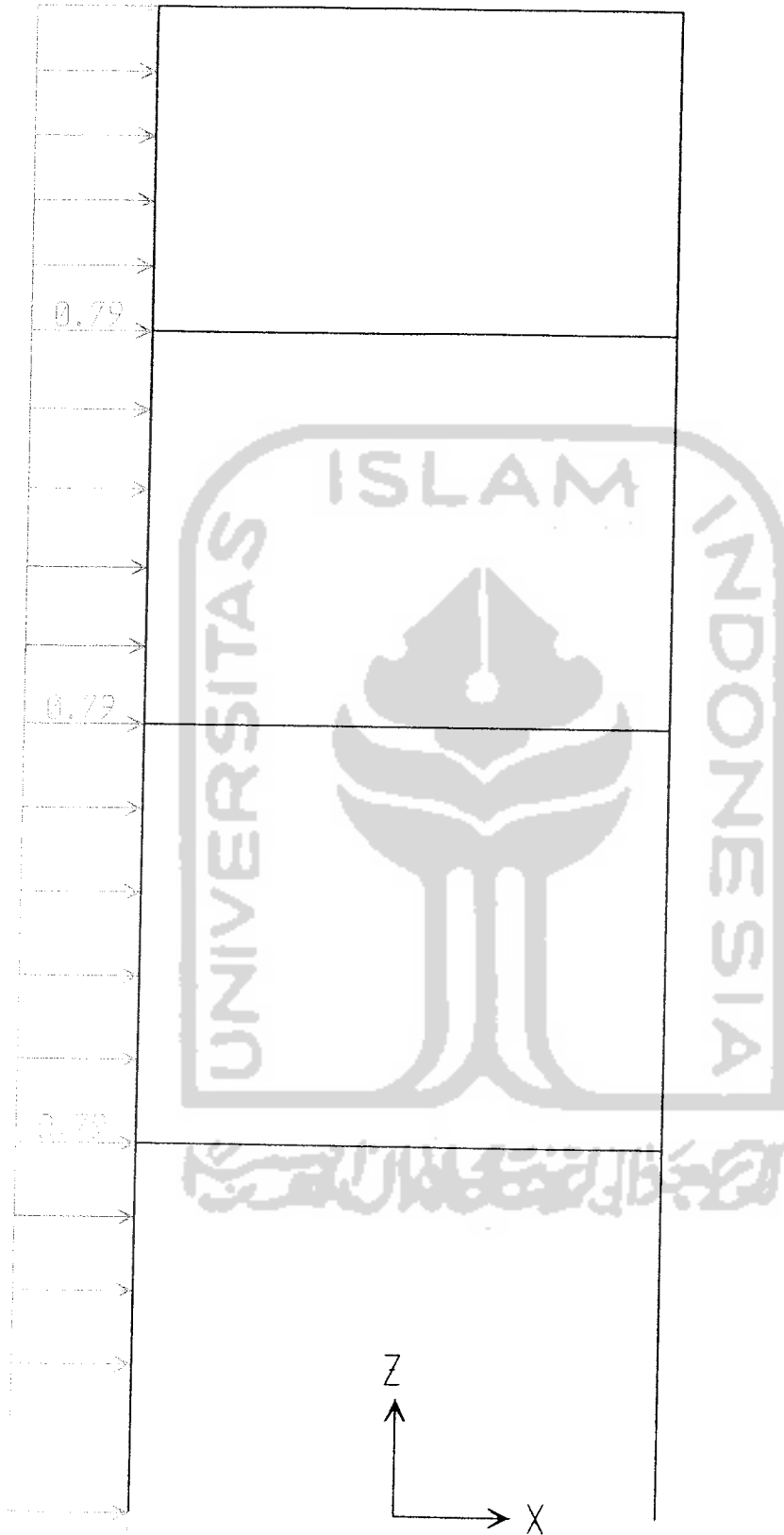






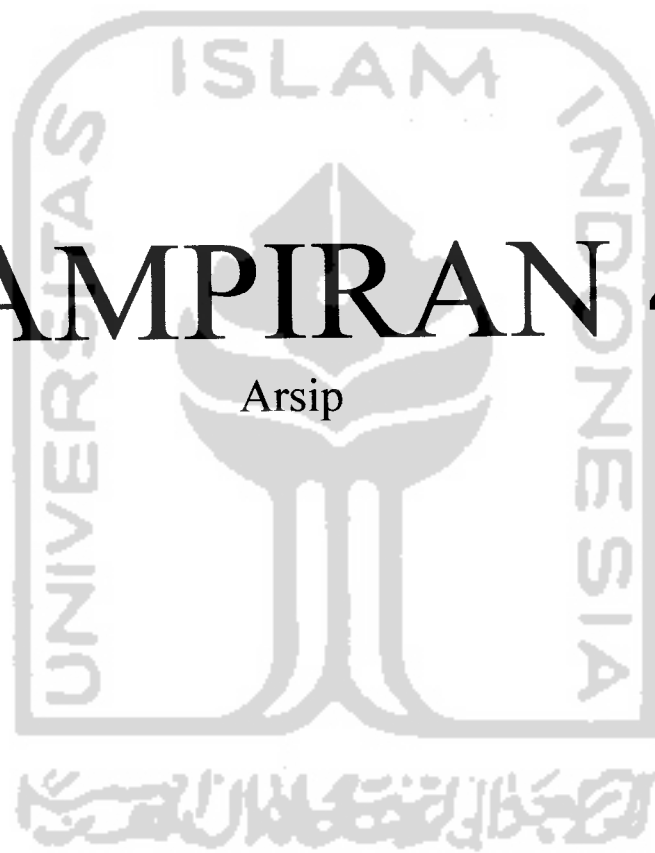






LAMPIRAN 4

Arsip





UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 216 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ W /200 7
Lamp. :
Hal : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

FM-UII-AA-FPU-09
Jogjakarta, 2/28/2007

Kepada:

Bapak/Ibu: **EDY PURWANTO, Dr**
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Nama : BARZEZ ZESMA RAMADONA
No. Mhs. : 02511018

dapat diberikan petunjuk-petunjuk serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir dengan Dosen Pembimbing sebagai berikut:

Dosen Pembimbing I : **EDY PURWANTO, Dr**
Dosen Pembimbing II : **EDY PURWANTO, Dr**

Dengan mengambil Topik/ Judul :

Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Bor Pada Jembatan Kebon Agung II

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.
Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan

Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. H. Faisol AM, MS. p



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@fsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : **316** /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ II /2007
Lamp. :
Hal : **BIMBINGAN TUGAS AKHIR**
Periode Ke : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

Jogyakarta, 2/28/2007

Kepada:

Bapak/Ibu: **EDY PURWANTO, Dr**
di -
Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Nama : BARZEZ ZESMA RAMADONA
No. Mhs. : 02511018

dapat diberikan petunjuk-petunjuk serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir dengan Dosen Pembimbing sebagai berikut:

Dosen Pembimbing I : **EDY PURWANTO, Dr**
Dosen Pembimbing II : **EDY PURWANTO, Dr**

Dengan mengambil Topik/ Judul :

Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Bor Pada Jembatan Kebon Agung II

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

an. Dekan
Ketua Prodi Teknik Sipil
AKUMULASI TEKNIK SIPIL
DAN PERENCANAAN
Ir. H. Faisol AM, MS. *WF*

TA
X
4
1
13
1
9
9
7
6
7
6
1
8



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NAMA MAHASISWA	NO. MHS.	BIDANG STUDI
BARZEZ ZESMA RAMADONA	02511018	TEKNIK SIPIL

PERIODE KE : 3 (Maret 2007 - Ags 2007)

No.	Kegiatan	BULAN KE:					
		MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGS
1	Pendaftaran	■					
2	Penentuan Dosen Pembimbing	■					
3	Pembuatan Proposal		■				
4	Seminar Proposal		■				
5	Konsultasi Penyusunan TA		■	■	■	■	
6	Sidang-Sidang			■	■	■	■
7	Pendadaran						■

Dosen Pembimbing I : EDY PURWANTO, Dr
Dosen Pembimbing II: EDY PURWANTO, Dr

JUDUL TUGAS AKHIR

Analisis Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Bor Pada Jembatan Kebon Agung II






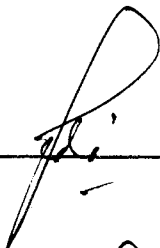
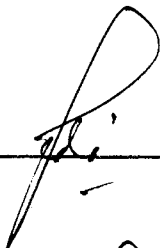
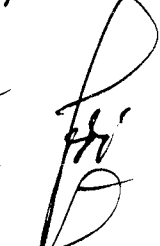


Jogyakarta, 2/28/2007
an. Dekan

Ir. H. Faisol AM, MS.

Catatan:
Seminar :
Sidang :
Pendadaran :

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
28/03-07	Perbaiki sesuai koreksi Tambahan : daftar isi, pustaka dsb nya	
4/04-07	see untuk Seminar Proposal TA	
15/06-07	- Perbaiki sesuai koreksi - lengkapi dg daftar isi, tabel, gambar, pustaka.	
9/08-07	- Perbaiki sesuai koreksi - Laporan TA minimal dibuat 60 halaman	
1/08-07	- Perbaiki sesuai koreksi - lampiran di beri halaman & judul (misal: gambar no... ..)	
7/08-07	- Perbaiki - Lampiran di beri halaman & judul	
	see untuk majalah Sidang Seminar TA	
3/09-07	see untuk majalah ujian Pendaftaran TA	
20/05-07	see di gigit	