

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	04 OCT 2001
NO. JUDUL :	
NO. INV. :	559/TA/JTS
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

120003157001

**PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG
UNTUK BANGUNAN BERTINGKAT
PADA TANAH LEMPUNG LUNAK**



MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

IRAWAN BASUKI WIBOWO S.

No. Mhs. 94 310 240

PRAPTI HARTIWI

No. Mhs. 95 310 054

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

2001

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG UNTUK BANGUNAN BERTINGKAT PADA TANAH LEMPUNG LUNAK

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

Oleh :

Nama : Irawan Basuki Wibowo S.

No. Mhs. : 94 310 240

Nirm. : 940051013114120234

Nama : Prapti Hartiwi

No. Mhs. : 95 310 054

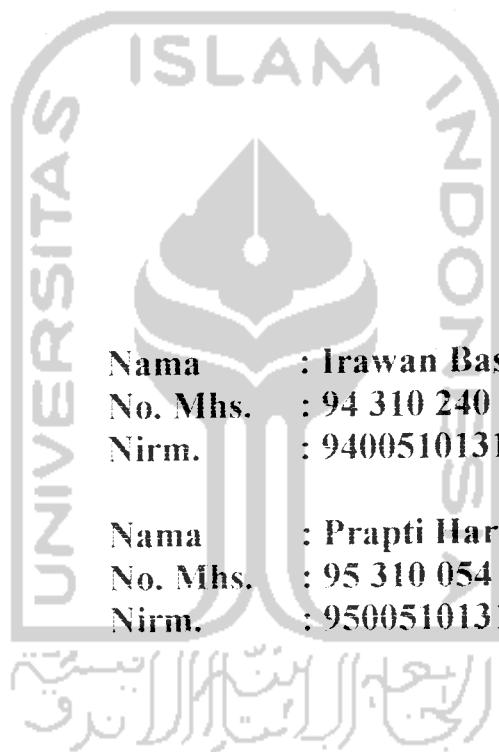
Nirm. : 950051013114120053

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2001**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG
UNTUK BANGUNAN BERTINGKAT
PADA TANAH LEMPUNG LUNAK**

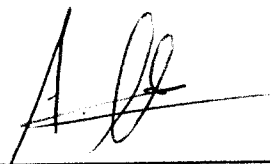


Nama : Irawan Basuki Wibowo S.
No. Mhs. : 94 310 240
Nirm. : 940051013114120234


Nama : Prapti Hartiwi
No. Mhs. : 95 310 054
Nirm. : 950051013114120053

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. A. Marzuko, MT
Dosen Pembimbing I


Tanggal : 17.9.2001

Januarti, ST, MT
Dosen Pembimbing II


Tanggal : 12 September 2001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. wb.

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir dengan judul **Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Pada Tanah Lempung Lunak Untuk Bangunan Bertingkat**, yang merupakan salah satu syarat dalam menenpuh ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih tak lupa disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan baik sebelum maupun selama pengerjaan tugas akhir ini.

1. Kepada yth, Bpk. Ir. H. Widodo, MSCE, PHd, Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Kepada yth, Bpk. Ir. H. Munadhir, MS, Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
3. Kepada yth, Bpk Ir. A. Marzuko, MT, selaku dosen Pembimbing I tugas akhir .
4. Kepada yth, Ibu. Januarti , ST, MT, selaku dosen Pembimbing II tugas akhir kami
5. Kepada yth, Bpk Ir. Ibnu Sudarmadji, MS, selaku dosen tamu dalam sidang dan pendadaran tugas akhir .

6. Kepada yth segenap dosen di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan masukan dan saran dalam penyusunan tugas akhir ini
7. Kepada segenap staf dan pengurus Pengajaran di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
8. Kepada segenap staf dan pengurus Perpustakaan di lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
9. Rekan-rekan mahasiswa/i yang telah memberikan masukan dan dorongan semangat dalam penyusunan tugas akhir.

Kami menyadari akan keterbatasan pengetahuan yang dimiliki, oleh karena itu segala kritik dan saran yang ada akan diterima dengan tangan terbuka sehingga dapat menjadi bahan masukan yang berguna agar tugas akhir ini menjadi lebih baik.

Wassalamu'alaikum wr, wb.

Yogyakarta, Juni 2001

Penulis

“ ...Allah meninggikan orang yang beriman di antara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan, beberapa derajat...”(QS. Al Mujaadalah: 11)



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Persembahkan kecil untuk

➤ *Bapak & Ibu tercinta, Mba' Yudha, & Imron*

➤ *Untuk family Bali, Papi & Mami, Mas Eko, Mba' Nana, Abang Henry, Mba' Nita*

DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR NOTASI.....	xviii
INTISARI.....	xxi
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Karakteristik Tanah dan Struktur Bangunan Dalam Perencanaan Pondasi Tiang pancang.....	2
1.3. Tujuan.....	4
1.4. Manfaat Perancangan.....	4
1.5. Batasan Masalah.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pondasi Tiang.....	7

2.2. Definisi Umum	17
2.3. Pertimbangan Sifat-sifat Tanah Dalam Analisis Desain Pondasi Tiang.....	19
BAB III. LANDASAN TEORI	21
3.1 Karakteristik Tanah	21
3.2 Penyelidikan Tanah untuk Perencanaan Pondasi Tiang.....	22
3.2.1. Tahap Penyelidikan Tanah dan Studi Pondasi	23
3.2.2. Jumlah dan Kedalaman Pemboran.....	25
3.2.3. Teknik Pemboran	27
3.2.4. Pengujian Laboratorium.....	29
3.2.4.1. Klasifikasi, Berat Isi dan Pengujian Indeks Tanah... ..	29
3.2.4.2. Uji Kuat Geser.....	29
3.2.4.3. Uji Kuat Tekan Bebas (<i>Unconfined Compression Test</i>)	30
3.2.4.4. Uji Geser Langsung.....	30
3.2.4.5. Uji Konsolidasi.....	30
3.2.4.6. Uji Triaxial.....	30
3.2.5. Uji Lapangan (<i>In-situ Test</i>)	31
3.2.5.1. Uji <i>Sondir</i> atau CPT (<i>Cone Penetration Test</i>)	32
3.2.5.2. Uji SPT (<i>Standard Penetration Test</i>).....	33
3.2.5.3. Uji Kipas Geser (<i>Vane Shear Test</i>)	33
3.2.5.4. Uji <i>Pressuremeter</i>	34

3.2.5.5. Uji Dilatometer	34
3.2.6. Pengamatan Muka Air Tanah.....	35
3.2.7. Pelaporan Hasil Penyelidikan Tanah.....	35
3.3. Pondasi Tiang Pancang Secara Umum.....	35
3.4. Klasifikasi Pondasi Tiang Pancang.....	37
3.5. Konsep Perancangan Pondasi Tiang Pancang Beton	39
3.5.1. Mekanisme Pemikulan Beban Pada Pondasi Tiang.....	40
3.5.2. Daya Dukung Ijin dan Faktor Keamanan.....	43
3.6. Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Pada Tanah Lempung.....	46
3.6.1. Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang Tunggal (Qu)	
Cara Statis	47
3.6.1.1. Daya Dukung Ujung Tiang (Qp) Pada Tanah	
Lempung.....	47
3.6.1.2. Daya Dukung Selimut Tiang (Qs) Pada Tanah	
Lempung.....	48
3.6.2. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal	
Berdasarkan UjiCPT.....	53
3.7. Tiang Pancang Kelompok	55
3.7.1. Penentuan Tiang Pancang Kelompok.....	55
3.7.2. Penentuan Panjang Tiang.....	58
3.7.3. Efisiensi Tiang Pancang Kelompok	59
3.8. Daya Dukung Kelompok Tiang Pada Tanah Lempung.....	60
3.9. Penurunan Pondasi Tiang Pada Tanah Lempung.....	64

3.10. Dasar-dasar Perencanaan.....	67
3.11. Data Struktur dan Prosedur Perencanaan.....	68
BAB IV. ANALISA PEMBEBANAN.....	70
4.1. Umum.....	70
4.2. Kriteria Analisa	70
4.2.1. Data Bangunan.....	70
4.2.2. Fungsi Bangunan.....	71
4.2.3. Pembebanan Struktur.....	71
4.2.4. Kombinasi Pembebanan.....	73
4.2.5. Peraturan Terpakai dalam Analisis Pembebanan.....	73
4.2.6. Pemodelan Struktur.....	74
4.2.7. Penyaluran Beban.....	75
4.3. Konsep Perhitungan Pembebanan dengan SAP 90.....	77
4.4. Perhitungan Beban Gravitasi dan Beban Hidup.....	78
4.5. Perhitungan Beban Titik.....	87
4.6. Ringkasan Hasil Perhitungan	101
4.7. <i>Input</i> Data Pada analisa SAP 90.....	104
4.8. Pembahasan.....	120
BAB V. ANALISA PONDASI TIANG PANCANG.....	131
5.1. Umum.....	131
5.2. Kriteria Analisa	131

5.2.1. <i>Parameter</i> Tanah Desain.....	131
5.2.2. Data Tiang Pancang.....	134
5.2.3. Karakteristik Tanah.....	134
5.3. Analisa Tiang Pancang Tunggal.....	135
5.3.1. Penentuan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal pada Tanah Lempung Berdasarkan Uji CPT (<i>Sondir</i>).....	135
5.4. Analisa Tiang Pancang Kelompok.....	137
5.4.1. Penentuan Jumlah Tiang dalam Kelompok.....	137
5.4.2. Penentuan Formasi Tiang dalam Kelompok.....	137
5.4.3. Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang pada Tanah Lempung.....	139
5.4.4. Analisa Daya Dukung Blok dalam Kelompok Tiang Pancang	141
5.4.5. Ringkasan Analisa Tiang Pancang Kelompok pada Kolom Struktur Lainnya.....	144
5.5. Analisis Penurunan Kelompok Tiang Pada Tanah Lempung Akibat Konsolidasi.....	156
5.6. Pembahasan Hasil Analisa Pondasi Tiang Pancang.....	159

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	162
6.1. Kesimpulan.....	162
6.2. Saran.....	164

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1. Sambungan tiang di dalam tiang pancang.....	13
2.2. Perincian khusus tiang pancang beton pracetak.....	16
2.3. Berbagai jenis tiang pancang <i>cast-in-place</i>	17
3.5. Klasifikasi tiang berdasarkan teknik pemasangan	39
3.6. Mekanisme pengalihan beban pada tanah melalui pondasi tiang	40
3.7. Kurva beban-penurunan.....	41
3.8. Distribusi pemikulan beban pada pondasi tiang di titik A (a), B (b) dan D (c).....	42
3.9. Grafik faktor daya dukung ujung tanah	48
3.10. Koefisien λ Vijayvergiya dan focht.....	50
3.11. Penentuan harga rata-rata C_u dan σ'	51
3.12. Variasi nilai α terhadap nilai C_u	52
3.13. Perhitungan daya dukung ujung tiang (Sumber: Schertmann, 1978)...	54
3.14. Tegangan-tegangan yang mengelilingi tiang pancang	56
3.15. Pola kelompok tiang pancang	57
3.16. Efisiensi tiang pancang kelompok.....	60
3.17. Kelompok tiang sebagai pondasi blok.....	61
3.18. Penurunan pada kelompok tiang pancang	64
4.19. Portal As $(A12' - B12') = (J12' - L12')$	74

4.20. Bagan alir penyaluran beban	75
4.21. Daerah pembebanan portal As (A12'-B12') = (J12'-L12')	76
4.22. Distribusi daerah pembebanan portal As (A12'-B12') sama dengan (J12'-L12')	77
4.23. Daerah pembebanan portal As (A12'-B12') = (J12'-L12') untuk beban titik	87
4.24. Distribusi daerah beban titik portal As (A12'-B12') = (J12'-L12') ..	88
4.25. Beban merata dan beban titik pada portal As (A12'-B12') sama dengan (J12'-L12')	103
4.26. Elemen dan join portal As (A12'-B12') hasil analisa SAP 90	117
4.27. Beban aksial pada portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	118
4.28. Moment yang terjadi pada portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	119
4.29. Beban merata dinding ½ batu portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	120
4.30. Beban merata segitiga (<i>load condition 2</i>) portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	121
4.31. Beban merata segitiga (<i>load condition 3</i>) portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	122
4.32. Beban merata segitiga (<i>load condition 4</i>) portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	123
4.33. <i>Deformasi</i> pada portal As (A12'-B12'") hasil analisa SAP 90	124
5.34. Lapisan tanah	132
5.35. Grafik hasil sondir (CPT)	133

5.36. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 3 tiang pancang.....	138
5.37. Dimensi kelompok 3 tiang pancang.....	138
5.38. Dimensi kelompok 4 tiang	156
5.39. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 4 tiang	160
5.40. Dimensi kelompok 5 tiang	160
5.41. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 5 tiang	160
5.42. Dimensi kelompok 6 tiang	160
5.43. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 6 tiang	160
5.44. Dimensi kelompok 7 tiang	160
5.45. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 7 tiang	161
5.46. Dimensi kelompok 8 tiang	161
5.47. Dimensi <i>poer</i> pada kelompok 8 tiang	161

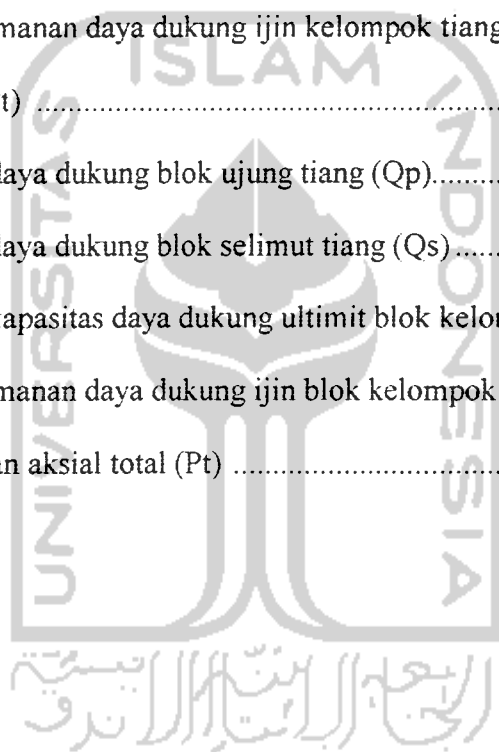


DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
3.1. Penentuan jarak titik bor	26
3.2. Kedalaman minimum pemboran	26
3.3. Faktor keamanan untuk pondasi tiang	46
3.4. Jarak antara tiang pancang	57
4.5. Beban merata balok A-A' = A''-B daerah beban segitiga 1	82
4.6. Beban merata balok A-A' = A''-B daerah beban segitiga 2 luifel.....	83
4.7. Beban merata balok A-A' = A''-B akibat berat sendiri dinding ½ batu....	83
4.8. Beban merata balok A'-A'' daerah beban segitiga 3 luifel.....	85
4.9. Beban merata balok A'-A'' akibat berat sendiri dinding ½ batu.....	85
4.10. Beban merata balok kantilever daerah beban segitiga 5	87
4.11. Beban merata balok kantilever daerah beban segitiga 4	87
4.12. Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A12'	93
4.13. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A12'	94
4.14. Beban titik ultimit tinjau kolom A12'	94
4.15. Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A'12'	98
4.16. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A'12'	98
4.17. Beban titik ultimit tinjau kolom A'12'	98
4.18. Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A*12' = K12'	100
4.19. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A*12'	100

4.20. Beban titik ultimit tinjau kolom A*12'	100
4.21. Beban merata pada balok portal As (A12'-B12') = As (J12'-L12')	
(satuan dalam kg/m).....	101
4.22. Beban merata balok portal As A12'-B12' akibat berat sendiri dinding	
½ batu, satuan dalam kg/m.....	102
4.23. Beban titik portal As (A12'-B12') = As (J12'-L12') satuan dalam kg ..	102
4.24. Beban per kolom pada portal As (A12'-B12') = portal As (J12'-L12')..	125
4.25. Beban per kolom pada portal As (A12 - M12).....	125
4.26. Beban per kolom pada portal As M (12-11).....	125
4.27. Beban per kolom pada portal As (A11-M11).....	126
4.28. Beban per kolom pada portal As L (12'-11).....	126
4.29. Beban per kolom pada portal As K' (12'-11) = portal As J' (12'-11)	
= portal As A'' (12'-11).....	126
4.30. Beban per kolom pada portal As J (12'-11) = portal As B (12'-11).....	126
4.31. Beban per kolom pada portal As I (12-11) = portal As C (12-11).....	127
4.32. Beban per kolom pada portal As D (12-Gal) = portal As H (12-Gal)	
= As E (12-Gal) = As G (12-Gal) = As F (12-Gal).....	127
4.33. Beban per kolom pada portal As A' (12'-10).....	127
4.34. Beban per kolom pada portal As A (12'-10).....	127
4.35. Ringkasan beban per kolom.....	128
4.36. Beban total rencana pada kolom.....	129
5.37. Parameter tanah desain berdasarkan uji laboratorium	131
5.38. Parameter tanah desain berdasarkan uji sondir (CPT)	132

5.39. Data tiang pancang	134
5.40. Penentuan jumlah tiang dalam kelompok	145
5.41. Penentuan formasi tiang dalam kelompok	146
5.42. Perhitungan kapasitas daya dukung ujung kelompok tiang (Q_p).....	148
5.43. Perhitungan kapasitas daya dukung selimut kelompok tiang (Q_s).....	149
5.44. Perhitungan daya dukung ultimit kelompok tiang (Q_u).....	150
5.45. Tinjauan keamanan daya dukung ijin kelompok tiang (Q_a) terhadap beban aksial total (P_t)	151
5.46. Perhitungan daya dukung blok ujung tiang (Q_p).....	152
5.47. Perhitungan daya dukung blok selimut tiang (Q_s).....	153
5.48. Perhitungan kapasitas daya dukung ultimit blok kelompok tiang (Q_u)..	154
5.49. Tinjauan keamanan daya dukung ijin blok kelompok tiang (Q_a) terhadap beban aksial total (P_t)	155



DAFTAR NOTASI

	Satuan
A_i = luas diagram tegangan vertikal efektif	Cm^2
A_p = luas penampang tiang	Cm^2
A_s = luas selimut tiang	Cm^2
B_g = lebar kelompok tiang	Meter
$C = C_u$ = kohesi	Kg/cm^2
$C_{u_{ave}}$ = kohesi rata-rata	Kg/cm^2
C_c = koefisien konsolidasi	-
C_r = <i>rebound compression indeks</i>	-
d = diameter tiang pancang	Meter
D = kedalaman kelompok tiang	Meter
E_g = efisiensi tiang pancang kelompok	-
f = gesekan antara tanah dengan permukaan tiang	Kg/cm^2
f_{ave} = gesekan selimut rata-rata	Kg/cm^2
H = ketebalan dari lapisan tanah yang mengalami pemampatan	Meter
ΔH = kedalaman lapis tanah tinjauan	Meter
i = banyaknya lapis tanah	-
JHP = jumlah hambatan pelekat	Kg/cm
L = panjang tiang	Meter
ΔL = panjang segmen tiang	Meter
L_g = panjang kelompok tiang	Meter

m	= banyaknya tiang dalam satu kolom kelompok tiang.....	-
n	= banyaknya tiang dalam satu baris kelompok tiang	-
N	= banyaknya tiang dalam kelompok.....	-
Nc'	= faktor daya dukung tanah.....	-
Nc	= faktor daya dukung tanah.....	-
Nq	= faktor daya dukung tanah.....	-
N _γ	= faktor daya dukung tanah.....	-
Nk	= faktor yang merupakan fungsi dari indeks plastisitas tanah	-
OCR	= <i>over consolidation ratio</i>	-
p	= keliling kelompok tiang	Meter
P	= Beban vertikal dari struktur atas pada masing-masing kolom....	Ton
P _t	= beban vertikal total pada titik pusat kelompok tiang.....	Ton
Δp	= kenaikan tegangan tanah.....	T/m ²
Q _a	= daya dukung ijin tiang pancang.....	Ton
Q _e	= daya dukung ultimit tiang pancang tunggal	Ton
Q _p	= daya dukung ujung tiang pancang.....	Ton
Q _s	= daya dukung selimut tiang pancang.....	Ton
Q _u	= daya dukung ultimit tiang pancang.....	Ton
Q	= beban kerja.....	Ton
q _c	= nilai konis.....	Kg/cm ²
q _o	= <i>overborden pressure</i>	-
s	= jarak antar tiang.....	Meter
SF	= Faktor aman.....	-

S_g	= penurunan total pondasi tiang	Cm
S_u	= kuat geser <i>undrain</i>	Kg/cm ²
T	= torsi.....	Kg
W_L	= beban hidup	Kg
W_D	= beban mati	Kg
W_p	= berat tiang.....	Kg
W_U	= beban ultimit	Kg
x, y	= sumbu x dan y	-
Δe	= nilai perubahan angka pori.....	-
e_o	= angka pori awal	-
ϕ	= sudut geser dalam tanah.....	Derajat
λ	= koefisien dari Vijayvergiya dan Focht	-
σ_v	= tegangan total tanah	T/m ²
$\sigma' = p_o'$	= tegangan efektif tanah	T/m ²
σ'_{ave}	= tegangan efektif tanah rata-rata.....	T/m ²
α	= faktor adhesi.....	-
γ_b	= berat jenis tanah basah	Kg/cm ²
γ_k	= berat jenis tanah kering	Kg/cm ²
γ'	= berat jenis tanah jenuh air	Kg/cm ²

INTISARI

Pondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan pada tanah dasar. Pondasi tiang pancang digunakan apabila kondisi tanah di bawah bangunan tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban atau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup kuat letaknya amat dalam. Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk dapat merencanakan pondasi tiang sesuai beban riil di lapangan dengan kondisi tanah berupa tanah lempung lunak serta penurunan yang dapat terjadi pada pondasi dengan menggunakan metode statis dalam analisis perhitungan. Pondasi tiang pancang yang dipakai adalah pondasi tiang vertikal.

Pembebanan pada struktur atas dianalisa dengan menggunakan program SAP 90 dua dimensi dan tinjauan beban adalah arah vertikal. Untuk beban arah horisontal dan momen dipikul oleh *tie beam*.

Pondasi kelompok tiang pancang dianalisa berdasarkan daya dukung perindividu tiang dalam kelompok dan berdasarkan daya dukung *group* dalam satu kesatuan kelompok tiang pancang. Dari kedua nilai daya dukung yang diperoleh akan diambil nilai terkecil sebagai kapasitas daya dukung desain dari pondasi kelompok tiang pancang.

Dengan adanya laporan tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan ilmu tentang perencanaan pondasi tiang pancang pada bangunan bertingkat khususnya pada kondisi tanah jelek.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pondasi merupakan struktur bawah suatu bangunan yang berfungsi untuk meneruskan berat dan beban bangunan pada tanah dasar. Pondasi harus ditentukan sedemikian rupa sehingga tanah dasar mampu mendukung beban yang berada di atasnya dan penurunan bangunan yang terjadi akibat beban bangunan masih dalam toleransi yang aman bagi bangunan.

Seiring dengan perkembangan zaman yang berakibat pada pesatnya pertumbuhan penduduk, hal ini berdampak pada makin meningkatnya penggunaan lahan baik untuk pemukiman maupun bangunan sarana penunjang lainnya. Dengan semakin sempitnya lahan yang ada untuk mendirikan suatu bangunan berdampak pada kecenderungan pembangunan gedung berkembang ke arah vertikal (bertingkat) maupun horisontal (*basement*).

Munculnya berbagai tipe struktur bangunan bertingkat dengan beragam tipe dan karakteristik tanah dasar tidak menjadikan penghalang bagi pembangunan gedung bertingkat dewasa ini karena perkembangan teknologi yang semakin pesat di bidang perancangan pondasi untuk bangunan bertingkat.

Garis besar penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan pondasi tiang pancang yang dapat mendukung beban struktur bertingkat dalam hal ini adalah Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia. Di dalam perencanaannya, Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia menggunakan pondasi *foot plate* mengingat tanah dasar yang ada di lokasi pembangunan di Jl. Kaliurang KM 14,4 Ngaglik, Sleman, Yogyakarta memungkinkan pemakaian pondasi tersebut. Jika Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia dibangun di suatu daerah yang sifat dan karakteristik tanahnya jelek seperti yang terdapat di Desa Sida Mulya, Kec. Kemrajen, Kab. Banyumas, maka perencanaan pondasi untuk Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia tidak dapat menggunakan pondasi *foot plate*. Dalam hal perencanaan pondasi ini, dipilih pondasi tiang pancang. Dengan demikian, studi perencanaan ini adalah *redesign* pondasi gedung bertingkat yang sudah ada tetapi dengan mengganti sifat dan karakteristik tanahnya.

1.2 Karakteristik Tanah dan Struktur Bangunan Dalam Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Data mengenai kondisi dan sifat tanah dasar merupakan salah satu faktor yang menentukan dalam perancangan jenis, kedalaman dan daya dukung suatu pondasi. Data tanah yang dipakai sebagai pedoman perancangan pondasi tiang pancang di sini didapat dari hasil penyelidikan tanah di Desa Sida Mulya, Kecamatan Kemrajen, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah. Penyelidikan laboratorium untuk mendapatkan tipe dan karakteristik tanah telah dilaksanakan oleh Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Islam Indonesia.

Data-data perencanaan struktur bangunan bertingkat yang dipakai sebagai pedoman adalah data perencanaan Proyek Pembangunan Kampus Terpadu Unit VII, Universitas Islam Indonesia di Jl. Kaliurang KM 14,4, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, D.I Yogyakarta. Bangunan berlantai empat dengan satu lantai *basement* dan dalam perencanaannya bangunan dibagi menjadi beberapa blok rencana (blok A, B, C, D dan E).

Dari hasil penyelidikan tanah serta pengujian laboratorium yang telah dilaksanakan didapat informasi bahwa kondisi tanah di Desa Sida Mulya Kec. Kemrajen adalah tanah lempung lunak. Sebagian besar tanah pada lokasi penyelidikan merupakan tanah lempung berlanau abu-abu dan coklat kemerah-merahan yang mempunyai tingkat kepadatan sangat rendah.

Dengan memperhatikan kondisi tanah asli berupa lempung lunak dan dari hasil pengujian laboratorium dimungkinkan menggunakan beberapa alternatif pondasi diantaranya pondasi tiang pancang, pondasi *bored pile* dan pondasi

sumuran sebagai alas pondasi *foot plat*. Dari segi ekonomis dan pertimbangan teknis, pondasi dapat direncanakan menggunakan pondasi sumuran, tetapi melihat tanah dasar berupa tanah lempung lunak, sebagaimana diketahui bahwa tanah jenis ini merupakan tipe tanah yang mempunyai daya dukung sangat rendah maka dalam penyusunan tugas akhir ini, pondasi tiang pancang dijadikan sebagai alternatif dalam perancangan pondasi untuk bangunan bertingkat.

Untuk struktur atas dipergunakan data perencanaan pada Proyek Pembangunan Kampus terpadu Unit VII, Universitas Islam Indonesia mengingat pada saat penyusunan laporan Tugas Akhir ini dibuat, bangunan masih dalam tahap pelaksanaan pekerjaan struktural hingga memudahkan untuk melakukan pengamatan langsung pada proyek pembangunan khususnya perletakan kolom-kolom struktur bangunan. Di samping itu bangunan Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia dalam perencanaannya berlantai empat dengan satu lantai *basement* sangat tepat dijadikan acuan sebagai rencana pembebanan struktur atas sebagai bahan analisis desain pondasi tiang pancang untuk bangunan bertingkat.

1.3. Tujuan

Tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah merencanakan pondasi tiang pancang sesuai beban riil di lapangan dengan kondisi tanah berupa tanah lempung lunak serta penurunan yang dapat terjadi pada pondasi dengan menggunakan metode statis dalam analisis perhitungan.

1.4. Manfaat Perancangan

Laporan tugas akhir ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan pengetahuan tentang perencanaan pondasi tiang pancang pada bangunan bertingkat khususnya pada kondisi tanah jelek.

1.5. Batasan Masalah

Permasalahan yang sangat kompleks yang dapat dijumpai pada perancangan pondasi tiang pancang serta mengingat keterbatasan waktu dan kemampuan penulis, maka objek permasalahan akan dibatasi meliputi beberapa hal sebagai berikut ini:

1. Kondisi tanah lempung lunak hasil pengujian Laboratorium Mekanika Tanah FTSP UII dari hasil penyelidikan tanah di Desa Sida Mulya, Kec. Kemrajen, Kab. Banyumas.
2. Data pembebanan struktur atas berdasarkan data perencanaan Proyek Kampus Terpadu Unit VII, UII, blok B.
3. Analisa pembebanan struktur bangunan atas menggunakan program SAP 90, asumsi perletakan adalah sendi.
4. Analisa perancangan fondasi tiang pancang menggunakan metode statis.
5. Tiang yang akan digunakan adalah tiang pancang vertikal (data tiang pancang bersumber dari PT. Teno Indonesia dan mitra kerjanya).
6. Gaya angkat gaya lateral dan beban gempa pada pondasi tiang pancang tidak diperhitungkan.
7. Pondasi tiang pancang direncanakan hanya menahan beban aksial.

8. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang beton pracetak (*precast piles*).
9. Penurunan yang terjadi tidak diperhitungkan dengan alasan tiang dipancang mencapai kedalaman lapisan tanah keras.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1. Pondasi Tiang

Pondasi adalah bagian dari struktur yang berfungsi meneruskan beban akibat berat struktur secara langsung ke tanah yang terletak di bawahnya. Perancangan yang seksama diperlukan agar beban pondasi tidak mengakibatkan timbulnya tekanan yang berlebihan pada tanah di bawahnya karena tekanan yang berlebihan dapat mengakibatkan penurunan yang sangat besar dan dapat pula mengakibatkan keruntuhan. Jika tanah dekat permukaan mampu mendukung beban struktur di atasnya pondasi dirancang menggunakan pondasi dangkal, jika tanah dekat permukaan tidak mampu mendukung beban struktur di atasnya pondasi dapat dirancang memakai pondasi sumuran atau pondasi tiang. Pondasi tiang dapat mendukung beban struktur yang sangat besar karena kedalamannya dapat dibuat sedemikian rupa sampai menembus ke lapisan tanah keras.

Dalam perancangan pondasi terdapat dua persyaratan yang harus dipenuhi :

1. Faktor aman terhadap keruntuhan tanah akibat terlampauinya daya dukung tanah harus dipenuhi.
2. Penurunan pondasi harus masih dalam batas-batas nilai yang ditoleransikan.

(Hardiyatmo, 1994)

Teknik Pondasi adalah suatu pekerjaan desain khusus yang secara *spesific* berkaitan dengan sifat tanah dan penampilannya pada pertemuan dari super struktur (elemen di atas tanah) dan sub struktur (pondasi) dengan tanah. Tiang-tiang yang dipancang ke dalam lempung lunak akan membentuk struktur tanah pada suatu zone di sekitar tiang itu. Kapasitas pembebanan awal biasanya sangat rendah, tetapi sesudah 30 hari atau lebih pembebanan desain akan dapat terbentuk akibat adanya *adhési* di antara lempung dan tiang. (Bowles.J.E, 1986)

Tiang pancang adalah bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton atau baja, yang digunakan untuk mentransmisikan beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam *massa* tanah. Hal ini merupakan distribusi vertikal dari beban sepanjang poros tiang pancang atau pemakaian beban secara langsung terhadap lapisan yang lebih rendah melalui ujung tiang pancang, semua tiang pancang berfungsi sebagai kombinasi tahanan samping dan dukung ujung kecuali jika tiang pancang menembus tanah yang sangat lembek sampai ke dasar padat maka tiang pancang berfungsi sebagai dukung ujung sedangkan tahanan samping dapat diabaikan. (Bowles.J.E, 1986)

Kegunaan umum dari pemakaian tiang pancang :

1. Untuk membawa beban-beban dari konstruksi di atas tanah ke dalam atau melalui sebuah lapisan tanah.
2. Untuk menahan gaya desakan ke atas atau momen guling seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh.

3. Mengontrol penurunan bila kaki-kaki pondasi yang tersebar atau telapak pondasi berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan tanah yang kemampatannya tinggi.
4. Sebagai faktor keamanan tambahan di bawah tumpuan jembatan khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.
5. Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban-beban di atas permukaan air melalui air dan ke dalam tanah yang mendasari air tersebut.

Ada beberapa cara memancang tiang pancang, yaitu:

1. Pemancangan dengan pukulan berurutan secara tetap pada puncak tiang pancang dengan menggunakan sebuah martil tiang pancang. Cara ini menimbulkan suara berisik dari getaran setempat yang mungkin tidak diperbolehkan oleh peraturan setempat atau badan-badan pemelihara lingkungan yang dapat merusak bangunan sekitarnya.
2. Pemancangan yang menggunakan alat penggetar yang ditempatkan (diikatkan) pada puncak tiang pancang. Cara ini relatif sedikit menimbulkan suara berisik dan getaran pemancangan yang tidak berlebihan.
3. Dengan mendongkrak tiang pancang. Cara ini dipakai untuk bagian-bagian kaku yang pendek.
4. Dengan membore sebuah lubang dan memancang sebuah tiang pancang kedalamnya atau yang lebih umum lagi, mengisi rongga dengan beton sehingga menghasilkan sebuah tiang pancang setelah dikeraskan.

Bila pondasi tiang pancang telah ditetapkan sebagai pilihan, maka penampang tiang pancang dan panjangnya dihitung berdasarkan beban yang berasal dari bagian konstruksi di atas tanah, tegangan yang diperkenankan untuk bahan tiang pancang serta sifat-sifat tanahnya. Penentuan kapasitas penampang tiang pancang adalah sangat sukar. Banyak persamaan yang berbeda digunakan dan biasanya persamaan-persamaan tersebut memberikan hasil perhitungan kapasitas berbeda. Perlu diperhatikan, walaupun persamaan kapasitas tiang pancang adalah untuk sebuah tiang pancang tunggal, namun jarang digunakan sebuah tiang pancang tunggal, tapi dua atau tiga atau lebih tiang pancang yang digunakan dalam sebuah kelompok. (Bowles.J.E, 1988)

Tiang merupakan bagian dari struktur yang terbuat dari baja, beton atau kayu. Bahan-bahan inilah yang dipakai untuk membuat tiang pondasi. Tipe yang berbeda dari masing-masing tiang yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi tergantung dari tipe beban yang akan dipikul, kondisi tanah atau lapisan tanah dan perbedaan tinggi muka air tanah.

Tiang pancang dapat dibedakan menjadi beberapa kategori yaitu :

1. Tiang pancang baja (*steel piles*)

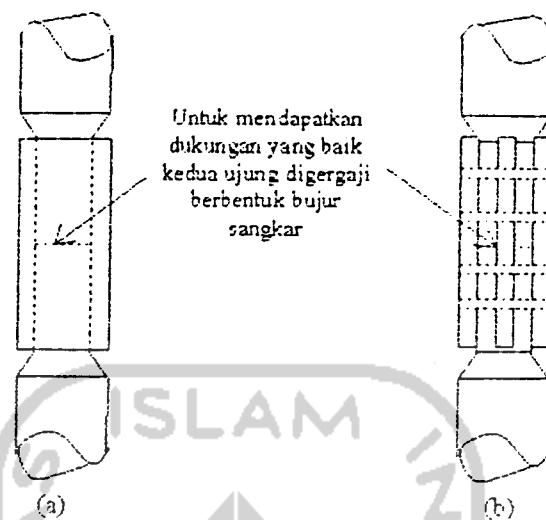
Biasanya berbentuk H atau merupakan tiang pancang pipa, balok yang mempunyai *flens* lebar (balok I) juga dapat digunakan. Bentuk H khususnya digunakan untuk menahan pancangan yang keras yang dialami oleh tiang pancang tersebut. Tiang pancang H adalah tiang pancang yang mempunyai perpindahan volume yang kecil karena daerah penampangnya tidak terlalu besar. Keuntungan pemakaian tiang pancang H adalah kekakuan yang

dimilikinya sehingga dapat memecah bongkah-bongkah batu kecil atau memindahkannya ke satu sisi yang lain. Tiang pancang pipa merupakan tiang pancang yang berpatri maupun yang tak mempunyai sambungan lipat yang dapat dirancang dengan ujung terbuka maupun tertutup. Keuntungan pemakaian tiang pancang pipa ujung terbuka dilihat dari tempat masuk permukaan untuk memecah bongkah-bongkah batu yang ditemukan dengan menggunakan mata bor, peledak dan pemindahan *fragmen-fragmen* batuan. Sambungan-sambungan dalam tiang pancang baja (jika ada) dibuat dengan mengelas atau dengan pemakaian baut. Tiang pancang baja sangat rentan terhadap korosi bila dipancang pada daerah berawa, daerah buangan air limbah, daerah pantai dan bermacam tanah yang mempunyai sifat korosif tinggi. Tanah yang mempunyai nilai pH di atas 7 tidaklah terlalu korosif. Untuk melawan korosi yang mungkin terjadi pada tiang baja digunakan cat. Beberapa baja campuran tembaga dan baja berkekuatan tinggi memiliki daya tahan korosif yang cukup tinggi. Sayangnya tiang-tiang pancang H berkekuatan tinggi jarang diperlukan karena pertimbangan geoteknik (kapasitas dukung batuan atau daya tahan tanah) dan pertimbangan tegangan-tegangan konstruksi untuk baja sesuai aturan yang diijinkan $f_a = 0,35$ sampai $0,5 f_y$.

2. Tiang pancang kayu (*wooden piles*)

Tiang ini dibuat dari batang pohon yang cabang-cabangnya telah di potong dengan hati-hati dan biasanya diberi bahan pengawet dan didorong dengan ujungnya yang kecil sebagai bagian yang runcing. Ujung runcing

dapat dilengkapi dengan sepatu pemancang logam untuk menembus tanah keras atau tanah berkerikil. Kebanyakan tiang pancang kayu mempunyai panjang maksimum antara 10-20 m (30-65 ft). Menurut kode bangunan Chicago, diameter ujung tebal 250 mm jika tiang pancang di bawah 7,6 m dan diameter ujung tebal sebesar 300 mm jika tiang pancang lebih panjang dari 7,6 mm. Kode bangunan New York membatasi tiang pancang kayu dengan sebuah tirus poros seragam pada diameter ujung runcing sebesar 150 mm untuk beban dibawah 220 kN dan diameter minimum sebesar 200 mm untuk beban yang lebih besar. Kapasitas beban yang dapat dipikul oleh tiang pancang kayu terbatas sebesar 220-270 kN (25-30 tons). Tiang pancang kayu akan memiliki umur panjang jika terletak di bawah bidang batas jenuh air permanen, jika mengalami pembasahan dan pengeringan secara bergantian kemungkinan tiang pancang kayu hanya bertahan 1 tahun kecuali jika diberi pengawet. Tiang kayu yang berada di atas bidang batas air jenuh dapat juga di rusak oleh serangga pemakan kayu (rayap) jika tidak diberi pengawet. Sambungan pada tiang pancang kayu sebenarnya tidak diinginkan, tetapi pada kondisi tertentu diperbolehkan seperti terlihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Sambungan tiang di dalam tiang pancang kayu.

- (a) Dengan menggunakan selubung muai logam dengan ujung yang dipotong dengan hati-hati untuk dukungan.
- (b) Dengan menggunakan pelat-pelat sambungan.

3. Tiang pancang komposit (*composite piles*)

Bagian atas dan bawah dari tiang pancang komposit terbuat dari bahan yang berbeda. Sebagai contoh, tiang komposit yang terbuat dari beton dan baja atau beton dan kayu. Tiang pancang beton-baja terbuat dari sedikit bagian baja dan bagian terbanyak adalah beton cor. Tipe tiang semacam ini digunakan jika panjang dari tiang dibutuhkan untuk meningkatkan kapasitas dukung pada tiang beton cor di tempat yang sederhana. Tiang pancang beton-kayu mempunyai sedikit bagian tiang kayu pada daerah yang terletak di bawah air jenuh permanen dan lebih banyak bagian betonnya. Dalam beberapa kasus, sangat susah untuk mendapatkan hasil yang memuaskan dari dua material yang berbeda, oleh sebab itu tiang pancang komposit sangat jarang digunakan. (Das, 1990)

4. Tiang pancang beton (*concrete piles*)

Tiang pancang beton di bagi menjadi 2 kategori dasar yaitu tiang pancang pra-cetak (*precast piles*) dan tiang pancang cor di tempat (*cast-in-place piles*).

a. Tiang pancang beton pracetak (*precast piles*).

Tiang dicetak di pabrik sesuai dengan panjang tiang yang sudah ditentukan, dipelihara dan kemudian dikirim ke tempat konstruksi. Tiang beton pracetak dibuat dengan menggunakan penguat cetakan biasa atau dengan menggunakan tiang pancang prategang (*prestressed piles*). Tiang pancang pracetak dibuat dengan perkuatan biasa untuk tegangan-tegangan lentur selama waktu pengambilan (*pickup*) dan pengangkutan ke tempat proyek, untuk momen-momen lentur dari beban lateral, serta untuk menyediakan tahanan yang mencukupi terhadap beban vertikal dan terhadap setiap gaya tegangan yang timbul selama pemancangan. Tiang pancang prategang dibentuk dengan menekan baja berkekuatan tinggi, dengan f_{ult} sebesar 1705 sampai 1860 Mpa, dengan menegangkan suatu kabel ke suatu nilai pada orde 0,5-0,7 f_{ult} serta dengan tiang pancang beton di sekitar kabel tersebut. Bila beton mengeras maka kabel prategang dipotong sehingga gaya tekanan di dalam kabel menghasilkan tegangan tekan dalam tiang pancang beton. Tegangan beton tekan akhir yang disebabkan oleh prategang biasanya berada pada orde 4-6 Mpa. Beton dengan kekuatan lebih tinggi (35-55 Mpa) biasa digunakan dalam tiang pancang prategang.

Tiang pancang beton dianggap permanen tetapi pada tanah organik, beton dapat rusak akibat bahan-bahan tanah organik yang dapat membentuk asam. Air garam juga dapat merusak beton kecuali diadakan usaha pencegahan khusus dengan penambahan campuran tertentu. Beton prategang yang digunakan dalam konstruksi harus mempunyai kriteria sebagai berikut :

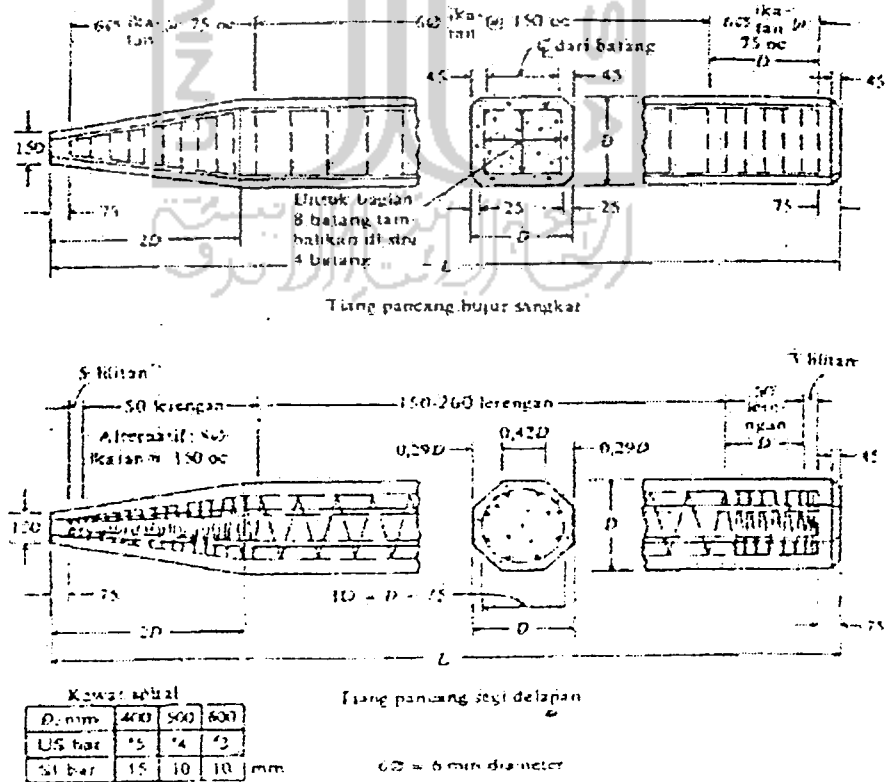
1. Menggunakan agregat yang tak bereaksi (tak reaktif)
2. Menggunakan semen yang mempunyai ketahanan tinggi terhadap sulfat
3. Menggunakan perbandingan $W/C \leq 0,53$ (perbandingan berat)
4. Menggunakan $8\frac{1}{2}$ sampai 10 karung semen per meter kubik dari beton
5. Menggunakan beton udara (*air-entrained concrete*) dalam daerah sedang dan dingin.
6. Menggunakan paling sedikit 75 mm tutup bersih pada semua penguatan baja.

b. Tiang pancang beton cor dilapangan (*cast-in-place piles*)

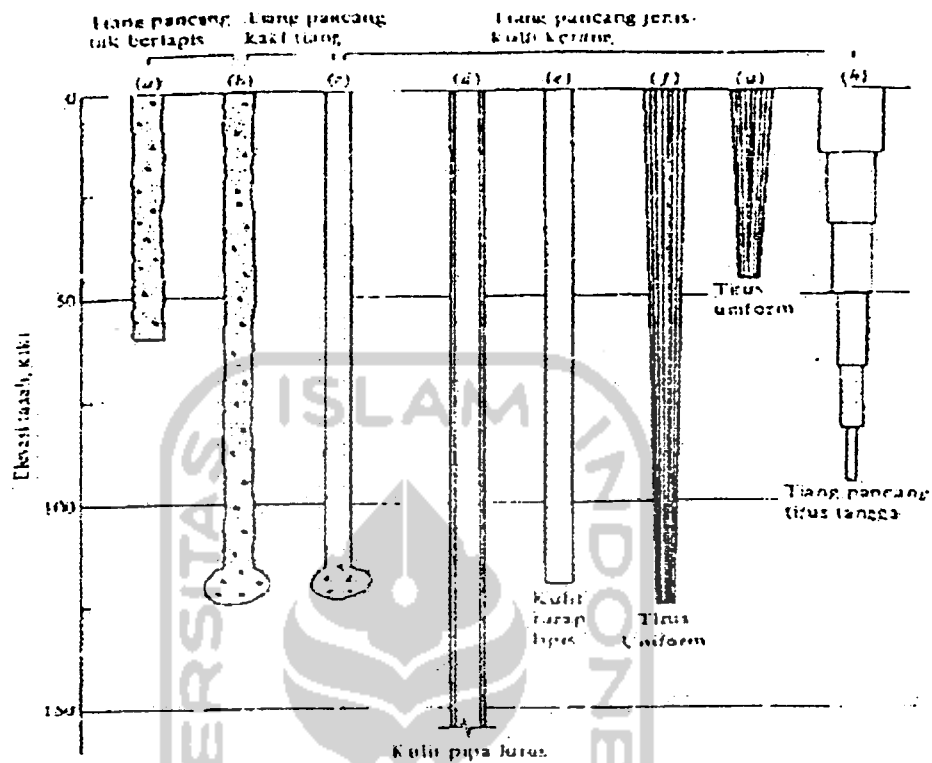
Tiang pancang yang dicor langsung di tempat, dibentuk dengan membuat sebuah lobang dalam tanah dan mengisinya dengan beton. Lobang tersebut dapat dibor (seperti di dalam *kaison*), tapi lebih sering dibentuk dengan memancarkan sebuah sel (*shell*) atau corong ke dalam tanah. Corong tersebut dapat diisi dengan sebuah paksi (*mandreal*) dengan kondisi pada penarikan balik paksa akan mengosongkan corong.

Corong dapat juga dipancang dengan sebuah ujung pemancang pada titik yang menyediakan sebuah sel yang siap untuk segera diisi dengan beton atau corong dapat dipancang dengan ujung terbuka dan tanah yang terperangkap dalam corong dapat dikeluarkan setelah pemancangan diselesaikan.

Berbagai metode dengan hasil akhir yang sedikit berbeda telah dipatenkan. Gambar 2.3 menunjukkan beberapa di antara tiang pancang yang dicor langsung di tempat yang umumnya tersedia dan telah dipatenkan. Dapat diperhatikan, pada dasarnya ada tiga jenis tiang pancang yaitu : (1) berbentuk sel atau corong (2) tak bersel (tak bercorong) atau (3) jenis kaki tiang (*pedestal*).



Gambar 2.2. Perincian khusus tiang pancang beton pracetak



Gambar 2.3. Berbagai jenis tiang pancang *cast-in-place*.

2.2. Definisi Umum

Secara umum terdapat tiga definisi dasar dalam perencanaan pondasi tiang pancang yaitu :

1. Tumpuan Ujung (*point bearing*)

Tiang-tiang yang dimasukkan sampai ke dalam lapisan tanah keras teoritis dianggap bahwa seluruh beban tiang dipindahkan ke lapisan keras melalui ujung tiang.

Lapisan tanah pendukung yang baik dapat ditentukan sebagai berikut :

- Lapisan tanah *non kohesif* (pasir, kerikil) mempunyai harga *Standard Penetration Test* (SPT) $N > 35$.
- Lapisan tanah *kohesif* mempunyai harga kuat tekan bebas (*unconfined compression strength*) q_u antara 3 kg/cm^2 sampai 4 kg/cm^2 .
- Dari hasil *sondir* dapat dipakai kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ untuk lapisan tanah *non kohesif* dan kira-kira $q_c \geq 70 \text{ kg/cm}^2$ untuk lapisan tanah *kohesif*.

Yang perlu diperhatikan pada tumpuan ujung ini adalah, apabila di bawah lapisan pendukung terdapat lapisan lembek, sedangkan ketebalan lapisan pendukung sendiri tipis, sehingga penurunan perlu diperhitungkan untuk selanjutnya apakah tumpuan ujung berlaku pada perhitungan pondasi tiang itu sendiri.

2. Tumpuan Geser (*friction*)

Tidak jarang keadaan lapisan yang memenuhi syarat sebagai lapisan pendukung ditemui pada kedalaman yang sangat dalam, sehingga untuk tumpuan ujung terlalu mahal.

Dalam hal ini daya dukung tanah teoritis hanya akan didapat pada geseran antar tiang dan tanah disekelilingnya. Pada kenyataannya walaupun kecil, perlawanan ujung akan ikut juga memberikan sumbangan kekuatan.

Tergantung dari sifat-sifat tanah dan lapisannya, maka besarnya perlawanan geser ini dapat diperhitungkan pada seluruh panjang tiang yang berada di dalam tanah atau hanya sebagian saja. Yang perlu mendapat perhatian adalah pengaruh kelompok tiang pada perhitungan tiang geser.

3. Daya dukung ijin

Faktor-faktor yang menentukan daya dukung suatu tiang adalah daya dukung tanah, tegangan pada bahan tiang dan perpindahan kepala tiang yang semuanya tidak boleh melebihi syarat-syarat yang telah ditentukan.

2.3. Pertimbangan Sifat-sifat Tanah Dalam Analisis Desain Pondasi Tiang

Dalam keadaan tertentu haruslah sangat berhati-hati dalam menentukan sifat-sifat tanah untuk kedalaman yang mungkin penting, sehingga dapat ditentukan dengan tepat pondasi tiang pancang yang diperlukan. Sebaiknya analisa biaya dibuat untuk menentukan jenis tiang pancang (baja, beton, kayu) yang digunakan agar lebih ekonomis.

Sifat-sifat tanah yang dipergunakan dalam perencanaan diambil dari program penyelidikan tanah. Sifat-sifat tanah yang ada mungkin akan berbeda sedikit atau banyak bila pondasi akan di pakai tergantung pada bagaimana tiang pancang tersebut ditempatkan dan banyaknya tiang pancang dalam kelompok.

Parameter tanah yang diperlukan untuk analisis kapasitas tiang pancang *statik* dan kelompok terdiri dari sudut gesekan dalam tanah (ϕ) dan kohesi (c). Tiang pancang yang dipancang ke dalam *massa* tanah selalu menghasilkan perubahan bentuk tanah secukupnya di sekitar tiang pancang (misalnya tiga sampai lima diameter tiang pancang).

Kapasitas tiang pancang untuk tanah lempung lunak bertambah dengan waktu serta dengan kekuatan tertinggi yang didapat kembali dalam waktu antara 1 sampai 3 bulan. Hal ini terjadi karena tekanan pori yang tinggi dan efek volume

yang berpindah yang menghasilkan penyaluran cepat dan konsolidasi tanah yang sangat dekat dengan tiang pancang (dapat mencapai 50 sampai 200 mm), sebagai akibatnya diameter efektif tiang pancang bertambah sebesar 5 sampai 7 persen melebihi nilai yang sesungguhnya.

Bahan pustaka tentang tiang pancang mengandung sejumlah besar kesimpulan-kesimpulan yang saling bertentangan yang diperoleh dari interpretasi-interpretasi yang benar dan tidak benar dari hasil-hasil pengujian beban terukur dan anomali-anomali tanah yang terjadi secara alamiah. (Bowles. J. E, 1988)



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1. Karakteristik Tanah

Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang *kohesif*. Lanau (*silt*) merupakan partikel batuan berukuran dari 0,002-0,074 mm. Apabila suatu ukuran partikel merupakan deposit yang terbanyak, maka deposit tersebut akan diberi nama partikel tadi, misalnya pasir, kerikil, kerikil kepasiran, lempung dan sebagainya. Perkecualian terdapat pada lempung dan lanau, deposit lanau yang dominan dengan kandungan lempung dari 10% sampai 25%, akan disebut “lempung”. Dengan persentase relatif ini partikel-partikel yang lebih besar akan terlarut dalam *matriks* tanah berbutir halus. Apabila 80-90 % dari bahan deposit lebih kecil dari saringan No. 200 (0,075 mm), cukup 5-10 % lempung yang ada telah menyebabkan tanah tersebut *kohesif*.

Deposit tanah *kohesif* dapat lunak, kaku, keras dan sebagainya, tergantung pada kadar air waktu itu dan sejarah geologisnya dalam menghasilkan setiap penggabungan partikel-partikel. Campuran yang diperlukan untuk membuat suatu deposit tanah menjadi bersifat *kohesif* adalah mineral lempung, terkadang disebut

jumlah kohesi tergantung kepada ukuran relatif dan jumlah dari berbagai butiran tanah. Tanah *kohesif* (berbutir halus) dapat didefinisikan sebagai kumpulan dari partikel-partikel mineral yang mempunyai indeks plastisitas sesuai dengan batas *atteberg*, pada waktu mengering membentuk suatu masa yang bersatu sehingga diperlukan gaya untuk memisahkan butiran *mikroskopis* itu. Tanah disebut *kohesif* apabila karakteristik fisis yang selalu terdapat pada *massa* butir-butir tanah pada pembasahan atau pengeringan yang menyusul butir-butir tanah bersatu sesamanya sehingga suatu gaya diperlukan untuk memisahkan dalam keadaan kering tersebut. Tanah disebut tak *kohesif* apabila butir-butir tanah terpisah-pisah sesudah dikeringkan dan hanya bersatu apabila berada dalam keadaan basah karena gaya tarik permukaan di dalam air.

3.2. Penyelidikan Tanah untuk Perancangan Pondasi Tiang

Penyelidikan tanah diperlukan untuk menentukan spesifikasi (pelapisan) tanah dan karakteristik tanah sehingga perancangan dan konstruksi pondasi dapat dilaksanakan dengan ekonomis.

Tujuan penyelidikan tanah adalah:

1. Untuk mendapatkan informasi pelapisan tanah dan batuan

Dari spesifikasi tanah yang diperoleh dapat diketahui lapisan tanah keras yang dapat dijadikan pendukung untuk pondasi, ketebalan tanah yang *kompresibel* dan variasi kondisi tanah.

2. Untuk mendapatkan informasi muka air tanah

Pada bangunan yang mempunyai lantai *basement* diperlukan informasi tinggi muka air tanah agar dapat ditentukan besarnya tekanan pada *basement* baik tekanan pada dinding *basement* maupun besarnya gaya angkat. Selain itu juga perlu dipertimbangkan metode konstruksi dan sistem *dewatering*.

3. Untuk mendapatkan informasi sifat-sifat fisis dan sifat-sifat mekanis tanah atau batuan.

Sifat-sifat fisis tanah adalah karakteristik dari suatu material yang diperoleh secara alami. Sifat-sifat mekanis tanah adalah respon material terhadap pembebanan. Sifat-sifat fisis dipergunakan untuk klasifikasi tanah sedangkan sifat-sifat mekanis untuk memperkirakan kemampuan tanah mendukung beban yang direncanakan dan deformasi pada tanah.

4. Menentukan parameter tanah

Dari informasi tanah di atas dapat diturunkan parameter tanah untuk analisis pondasi.

3.2.1. Tahap Penyelidikan Tanah dan Studi Pondasi

Umumnya penyelidikan tanah dapat dikategorikan atas “*confirmatory*” atau “*eksploratory*”. Jika kondisi tanah telah diketahui oleh pelaksana maka kategori *confirmatory* lebih menonjol dan sebaliknya pada daerah yang sama sekali baru maka bersifat *eksploratory*. Dalam kategori *eksploratory*, untuk penghematan sering dilakukan penyelidikan pendahuluan dan kemudian baru

dilakukan penyelidikan terperinci. Umumnya data ini diperoleh bersamaan dengan pelaksanaan penyelidikan tanah.

Tahapan penyelidikan tanah dan studi pondasi dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

1. Evaluasi dan studi kondisi lapangan

Sebelum diadakan suatu penyelidikan tanah, diperlukan informasi keadaan di lapangan. Pengamatan mengenai topografi, vegetasi, bangunan yang telah ada, jalan akses dan lain-lain. Informasi lain yang dapat dikumpulkan adalah kondisi geologi, kegempaan regional, peraturan setempat dan besarnya beban dari struktur, informasi ini akan membantu memutuskan tahap penyelidikan selanjutnya.

2. Penyelidikan tanah awal

Pada tahap ini dilakukan pemboran dan uji lapangan dalam jumlah yang terbatas. Gunanya adalah untuk merencanakan penyelidikan tanah selanjutnya, tetapi pada proyek skala kecil, tahap ini ditiadakan. Penyelidikan tahap awal juga sering dilakukan untuk studi kelayakan.

3. Penyelidikan tanah terinci

Pada tahap ini informasi keadaan tanah yang dibutuhkan untuk perancangan dan konstruksi pondasi dalam dikumpulkan. Informasi ini harus mencukupi agar perencana dan kontraktor dapat menentukan jenis, kedalaman dan daya dukung pondasi dan untuk mengantisipasi penurunan yang akan terjadi, masalah yang mungkin timbul selama konstruksi dan lain-lain.

Untuk itu pada tahap ini diperlukan sejumlah pemboran yang dilengkapi dengan SPT, pengambilan sampel, sondir (CPT), pengamatan muka air tanah dan penyelidikan lapangan yang lain. Faktor yang menentukan disini adalah skala proyek, kepentingan penyelidikan tanah untuk perancangan dan konstruksi bangunan, ketersediaan dana, ketersediaan waktu dan ketersediaan informasi dari sumber-sumber yang lain. Pada beberapa proyek besar, beberapa kontraktor melakukan penyelidikan tanah tambahan untuk memastikan bahwa konstruksi dapat dilaksanakan sesuai spesifikasi yang tertulis dalam dokumen perencanaan.

3.2.2. Jumlah dan Kedalaman Pemboran

Jumlah dan kedalaman pemboran amat bergantung pada kondisi di lapangan. Pada kategori *confirmatory* maka kedalaman pengujian pada umumnya dapat ditetapkan secara lebih pasti. Perencanaan penyelidikan tanah meliputi penentuan banyaknya titik bor, kedalamannya, jumlah sampel yang hendak diambil dan diuji di dalam laboratorium, pengamatan muka air tanah dan hal lainnya yang dianggap perlu.

1. Jarak dan jumlah titik bor

Bila kondisi tanah cukup homogen, maka jumlah titik bor dapat dikurangi. Tetapi bila pelapisan tanah amat acak, maka sejumlah titik bor dibutuhkan untuk dapat menggambarkan potongan melintang melalui titik-titik bor tersebut. Jarak antara titik bor untuk pekerjaan pondasi tiang pada *abutment* jembatan umumnya dikonsentrasikan pada lokasi *abutment*. Untuk

bangunan gedung bertingkat pada umumnya sebuah titik bor mewakili hingga radius 20 meter sampai 30 meter.

Tabel 3.1. Penentuan jarak titik bor

Jenis Struktur	Jarak Titik Bor (m)
Gedung tinggi	15 – 45
Bangunan industri	30 – 90

2. Kedalaman pemboran

Pemboran harus dilaksanakan hingga kedalaman dimana lapisan tanah keras dicapai beberapa meter. Bila di bawah lapisan tanah keras masih terdapat tanah *kompresibel*, maka pemboran diteruskan kecuali jika lapisan tersebut tidak akan mengakibatkan penurunan yang berlebihan. Bila terdapat rencana penggalian, maka kedalaman pemboran dilokasi tersebut sekurangnya 1,5 sampai 2 kali kedalaman galian. Hal ini dimaksudkan untuk memungkinkan analisis kestabilan lereng galian. Bila didapat lapisan *aquifer*, maka pemboran mungkin dapat lebih dalam lagi. Bila kaki pondasi tiang diharapkan masuk kedalam batuan, maka pemboran dilakukan sekurangnya 3 meter kedalam lapisan batuan tersebut.

Tabel 3.2. Kedalaman minimum pemboran

Jenis Struktur	Kedalaman Bor (m)
Sempit dan ringan	$3 \cdot S^{0,7}$
Luas dan berat	$6 \cdot S^{0,7}$

Tanda (S) adalah banyaknya lantai dalam gedung bertingkat.

3.2.3. Teknik Pemboran

Teknik pemboran umum dipakai dalam penyelidikan tanah untuk pondasi dalam. Dengan pemboran, contoh tanah dan batuan dapat diambil dan diuji di laboratorium untuk klasifikasi dan pengujian sifat-sifat fisis maupun mekanis dari tanah.

Jenis-jenis pemboran untuk pengambilan sampel tanah antara lain:

1. Bor tangan

Digunakan untuk mengambil sampel tanah pada kedalaman maksimum 6 meter dan hanya untuk mendeteksi tanah dekat permukaan. Alat yang digunakan berupa suatu *auger* yang diputar secara manual.

2. Bor mesin

Pengambilan sampel tanah menggunakan bor mesin terdiri atas:

- Bor basah (*wash booring*)

Dilakukan dengan jalan kombinasi pemotongan dan *jelling* air ke dalam tanah. Hasil pemotongan tanah diangkat ke atas dengan aliran air bertekanan melalui *cassing*. Untuk pengambilan sampel tanah alat pemotong diganti dengan tabung contoh tanah. Jenis tanah diidentifikasi secara visual dari material yang terbawa oleh air pencuci. Pemboran basah dapat dilakukan dengan atau tanpa *cassing*, karena *cassing* ini digunakan bila dijumpai tanah pasiran yang umumnya runtuh jika dibor.

- Pemboran perkusi (*percussion drilling*)

Dilakukan dengan cara memukul-mukul alat bor ke dalam lobang dengan diameter 600 mm. Tanah yang terpotong bercampur dengan air

menjadi bubur (*slurry*). Bubur ini secara berangsur-angsur dikeluarkan dengan *bailer* atau pompa lumpur. Jenis tanah diidentifikasi dari lumpur yang diangkat keluar. Kejelekan dari cara ini adalah karena tanah mengalami gangguan yang besar sehingga sampel yang diambil memiliki kualitas rendah.

- Bor kering (*Rotary Drilling* atau *Dry Coring*)

Metoda pemboran dengan cara kering tanah (*Rotary Drilling Dry Coring*) dilakukan tanpa air, dengan menggunakan rotasi pada mata bor bersamaan dengan penekanan untuk membuat lubang bor. Pelaksanaan pemboran dengan cara ini memerlukan waktu yang lebih lama daripada menggunakan metode bor basah. Bor kering memiliki keuntungan karena dengan metode ini contoh tanah dapat disimpan pada *core-box* dan diidentifikasi secara visual. Di samping itu cara ini umumnya dapat digunakan pada jenis tanah apapun dan dapat dilakukan untuk membor batuan.

Dalam perancangan pondasi tiang pancang dalam laporan ini, metode pengambilan sampel tanah yang telah dilaksanakan menggunakan bor tangan dengan kedalaman pemboran 4,5 meter.

3.2.4. Pengujian Laboratorium

Contoh tanah yang diperoleh dari pemboran, diuji dilaboratorium untuk klasifikasi dan pengujian sifat mekanisnya. Tujuan pengujian laboratorium adalah untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan untuk analisis.

3.2.4.1. Klasifikasi, Berat Isi dan Pengujian Indeks Tanah

Pengujian rutin untuk tanah adalah uji klasifikasi, berat isi dan pengujian indeks tanah. Yang termasuk ke dalam pengujian ini adalah :

- Kadar air (w)
- Berat isi tanah (γ)
- Batas *Atterberg* (w_p atau w_l)
- Uji gradasi atau saringan dan *hidrometer*

3.2.4.2. Uji Kuat Geser

Kuat geser tanah mempunyai pengaruh yang besar dalam perancangan pondasi sehingga salah satu tujuan penyelidikan tanah yang penting adalah untuk menentukan parameter tanah tersebut. Beberapa uji laboratorium yang umum digunakan adalah uji geser langsung, uji Triaxial dan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*)

3.2.4.3. Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*)

Merupakan cara uji yang sederhana untuk tanah kohesif. Contoh tanah silinder ditekan dengan kecepatan konstan hingga runtuh. Cara ini umumnya memberikan kohesi yang lebih rendah karena peniadaan tegangan keliling.

3.2.4.4. Uji Geser Langsung

Ukuran contoh tanah dalam uji geser langsung umumnya 60 mm dan pergeseran dilakukan hingga 6 mm. Contoh tanah diberi tegangan normal kemudian digeser untuk menentukan hubungan antara tegangan normal tersebut dengan tegangan geser saat runtuh. Pengujian dilakukan tiga kali dengan tegangan normal yang berbeda dan hasilnya diplotkan untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ).

3.2.4.5. Uji Konsolidasi

Uji konsolidasi terutama adalah untuk menentukan sifat kemampuan tanah dan kecepatan pengaliran air dalam satu arah yang merupakan fenomena konsolidasi.

3.2.4.6. Uji Triaxial

Pada uji triaxial, contoh tanah diberi tegangan keliling sebelum digeser. Cara ini adalah yang paling ideal untuk penentuan kuat geser tanah. Contoh tanah

diuji dengan tiga buah tegangan keliling untuk menentukan perilakunya. Uji yang lazim digunakan adalah;

- Uji UU (*Unconsolidated Undrained*)

Tegangan sel diberikan dalam kondisi air dalam contoh tanah tidak teralir. Demikian pula saat pergeseran, air tidak diberi kesempatan mengalir sehingga pembebanan dalam kondisi *undrained*.

- Uji CU (*Consolidated Undrained*)

Konsolidasi tanah dilakukan dengan memberikan tegangan sel, kemudian saat pergeseran aliran air ditutup (*Undrained*)

- Uji CD (*Consolidated Drained*)

Pada uji CD tanah diberi kesempatan berkonsolidasi di bawah tegangan sel dan pengujian diberikan amat lambat dalam keadaan air dari contoh tanah teralir sehingga terjadi perubahan volume pada contoh tanah tetapi tekanan air pori nol.

3.2.5. Uji Lapangan (*In-Situ Test*)

Uji lapangan menjadi populer karena dapat memberikan informasi profil tanah secara kontinyu dan dewasa ini telah dikembangkan untuk perancangan pondasi tiang langsung dengan korelasi empirik.

3.2.5.1. Uji Sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*)

Uji sondir ini bermanfaat untuk memperkirakan profil atau pelapisan tanah karena jenis perilaku tanah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung dan gesekan selimutnya. Pada sondir mekanis, sementara penetrasi ujung konus dilakukan mendahului selimutnya, gaya pada konus diukur, kemudian baru penetrasi ujung dan selimut dilakukan bersama-sama sehingga tercatat perlawanan total. Selisih antara pengukuran perlawanan kedua dan pertama adalah gaya yang bekerja pada selimut sondir, sehingga gesekan selimut (f_s) dapat ditentukan.

Pengujian uji sondir yang makin luas penggunaannya terutama disebabkan oleh beberapa faktor :

1. Cukup ekonomis dan dapat dilakukan ulang dengan hasil yang konsisten
2. Korelasi empirik semakin andal
3. Perkembangan yang semakin meningkat khususnya dengan adanya penambahan sensor pada sondir listrik seperti batu pori dan *stress cell* untuk mengukur respon tekanan lateral tanah.
4. Kebutuhan untuk pengujian di lapangan (*in-situ test*) jika sampel tanah tidak dapat diambil (tanah lembek dan pasir).
5. dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dengan baik.

Pengujian awal dengan sondir merupakan arahan untuk pemilihan jenis uji tanah berikutnya dan dapat membantu menentukan posisi (kedalaman) pengujian di titik yang lain maupun lokasi pengambilan sampel tanah untuk uji

laboratorium. Untuk pengujian lapangan sebaiknya uji *sondir* dilaksanakan lebih dahulu.

3.2.5.2. Uji SPT (*Standard Penetration Test*)

Metode pengujian dengan cara SPT termasuk cara yang cukup ekonomis untuk memperoleh informasi mengenai kondisi di bawah permukaan tanah dan diperkirakan 85 % dari desain pondasi untuk gedung bertingkat menggunakan cara ini. Karena banyaknya data SPT dalam pengujian, korelasi empiris telah banyak memperoleh kemajuan diantaranya koreksi nilai SPT terhadap tegangan vertikal efektif tanah, korelasi nilai SPT dengan kepadatan relatif, korelasi nilai SPT dengan kuat geser tanah yang kesemuanya berhubungan dengan jenis tanah pasir.

Perancangan pondasi tiang dalam laporan tugas akhir ini, kondisi tanah berupa lempung lunak dan uji lapangan terpakai adalah menggunakan *sondir* (CPT) maka dalam laporan tugas akhir ini tidak akan dibahas secara lebih jauh mengenai pengujian SPT.

3.2.5.3. Uji Kipas Geser (*Vane Shear Test*)

Uji ini dilakukan dengan cara memasukkan kipas pada kedalaman titik uji dan memutar kipas tersebut dengan kecepatan 6° per menit hingga runtuh. Torsi (T) diukur dan nilai kuat geser *undrain* (S_u) akan didapatkan dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$S_u = \frac{6T}{7 \cdot D^2} \dots\dots\dots (3.1)$$

D adalah diameter dari kipas.

3.2.5.4. Uji *Pressuremeter*

Uji ini dikembangkan oleh Menard, berupa silinder karet yang dimasukkan kedalam lubang bor dan dikembangkan. Respon tanah (perubahan volume atau jari-jari lubang) terhadap pengembangan karet diukur dan diinterpretasikan kedalam besaran kuat geser dan sifat kemampatan tanah. Keuntungan dari uji ini adalah modulus tanah dapat diperoleh dilapangan demikian pula dengan besarnya tegangan tanah saat kondisi diam (*at rest*). Parameter lain seperti kuat geser tanah dan tekanan air pori juga dapat diperoleh dari uji ini.

3.2.5.5. Uji *Dilatometer*

Merupakan uji lapangan yang sederhana untuk mengukur modulus tanah. Alat ini berupa suatu *blade* dengan lebar 95 mm dan tebal 15 mm. Didalamnya terdapat suatu plat lingkaran yang dapat bergerak keluar jika dikembangkan. Setiap pengujian hanya membutuhkan waktu 1 sampai 2 menit. Keuntungan utama dari *dilatometer* adalah dapat mengukur tekanan tanah kondisi diam (*at rest*) dilapangan dan dapat memperoleh nilai kemampatan tanah (*modulus subgrade*). (Marchetti, 1980 dan Schertmann, 1988)

3.2.6. Pengamatan Muka Air Tanah

Pengamatan muka air tanah dan *fluktuasinya* untuk beberapa proyek amat dibutuhkan khususnya pengaruh dari muka air tanah memberikan beban *hidrostatik*. disamping itu, pengetahuan mengenai kondisi muka air tanah juga amat dibutuhkan untuk tahapan konstruksi. Cara umum untuk memperoleh informasi muka air tanah adalah dengan menggunakan *piezometer* yang dapat dipasang pada bekas lubang bor.

3.2.7. Pelaporan Hasil Penyelidikan Tanah

Pelaporan hasil penyelidikan tanah mencakup informasi yang dibutuhkan untuk perancangan pondasi maupun untuk penentuan teknik pelaksanaan oleh kontraktor. Bagian terpenting dari isi laporan penyelidikan tanah adalah :

- Geologi dan topografi dilokasi proyek
- Bor log dan potongan-potongan melintang profil tanah
- Posisi muka air tanah
- Hasil uji laboratorium
- Kondisi lapangan seperti bangunan sekitar yang sudah ada, jalan akses, lokasi sungai atau selokan dan lain-lain.

3.3. Pondasi Tiang Pancang Secara Umum

Pondasi dalam sering kali diidentikkan sebagai pondasi tiang yaitu suatu struktur pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal dengan menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang *monolit* dengan

menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi dengan tumpuan pondasi.

Pondasi tiang pancang digunakan untuk mentransfer beban pondasi kelapisan tanah yang dalam hingga dapat dicapai daya dukung yang lebih baik dan dapat pula digunakan untuk menahan gaya angkat akibat tingginya muka air tanah dan akibat adanya gaya gempa. Pada tanah lunak penggunaan tiang umumnya untuk menghindari penurunan berlebihan yang mungkin terjadi.

Daya dukung suatu pondasi tiang pancang berupa tahanan ujung dan tahanan selimut. Pada kondisi tanah tertentu yaitu lapisan atas merupakan tanah lunak dan tiang dipancang hingga mencapai lapisan tanah keras, tiang ini disebut sebagai tiang tahanan ujung (*end bearing piles*) karena sebagian besar gaya dukung diperoleh dari tahanan ujung tiangnya. Pada kasus lain, tiang tidak mencapai lapisan tanah keras maka daya dukung tiang didominasi oleh tahanan selimut. Jenis tiang semacam ini disebut tiang gesekan (*friction piles*).

Tiang pancang memiliki keuntungan karena dapat dilaksanakan dengan cepat, kualitas bahan lebih terkontrol dan dapat dipancang pada daerah berair. Sebaliknya tiang pancang mempunyai kelemahan karena pada saat pemancangan menimbulkan getaran yang dapat mengganggu lingkungan dan tidak dapat menembus pasir padat kecuali dengan disertai pemboran (*pre-drilling*). Untuk mengatasi masalah getaran dapat dilakukan pemancangan dengan getaran (*vibration hammer*) atau dengan pemancangan hidrolik.

Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh suatu pondasi tiang yaitu:

1. Beban yang diterima oleh pondasi tidak melebihi daya dukung tanah untuk menjamin keamanan bangunan.
2. Pembatasan penurunan yang terjadi pada bangunan pada nilai yang dapat diterima dan tidak merusak struktur.
3. Pengendalian atau pencegahan efek dari pelaksanaan konstruksi pondasi atau galian atau pekerjaan pondasi yang lain untuk membatasi pergerakan bangunan atau struktur lain disekitarnya.

3.4. Klasifikasi Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa kelompok baik menurut perpindahannya maupun menurut teknik pemasangannya.

1. Klasifikasi pondasi tiang menurut perpindahan

- a. Tiang-tiang perpindahan (tiang-tiang pancang) *displacement piles* atau *driven types*.

Kayu berpenampang bundar dan segi empat dengan sambungan atau menerus (*timber piles*), tiang beton (*precast concrete piles*) atau tiang beton pratekan (*prestressed concrete piles*) berpenampang masif atau bulat dengan sambungan atau menerus, pipa baja (*steel tube*) dipancang dengan ujung tertutup, pipa baja dengan penampang segi empat (*steel box*) dipancang dengan ujung tertutup, pipa baja yang ujungnya membesar atau mengecil (*fluted and tapered steel tube*), pipa baja dengan ujung tertutup dimasukkan dengan cara di tekan (*jacked down steel tube with close end*),

pipa beton dimasukkan dengan cara ditekan (*jacked down solid concrete cylinder*).

- b. Tiang-tiang perpindahan (tipe di pancang dan di cor di tempat *displacement piles* atau *driven and cast in situ type*)

Pipa baja dipancang setelah dicor atau diisi beton kemudian pipa di tarik (*steel tube driven and with drawn after placing concrete*), tiang pracetak beton yang diisi dengan beton (*precast concrete shell filled with concrete*), pipa baja berdinding tipis dipancang kemudian diisi beton.

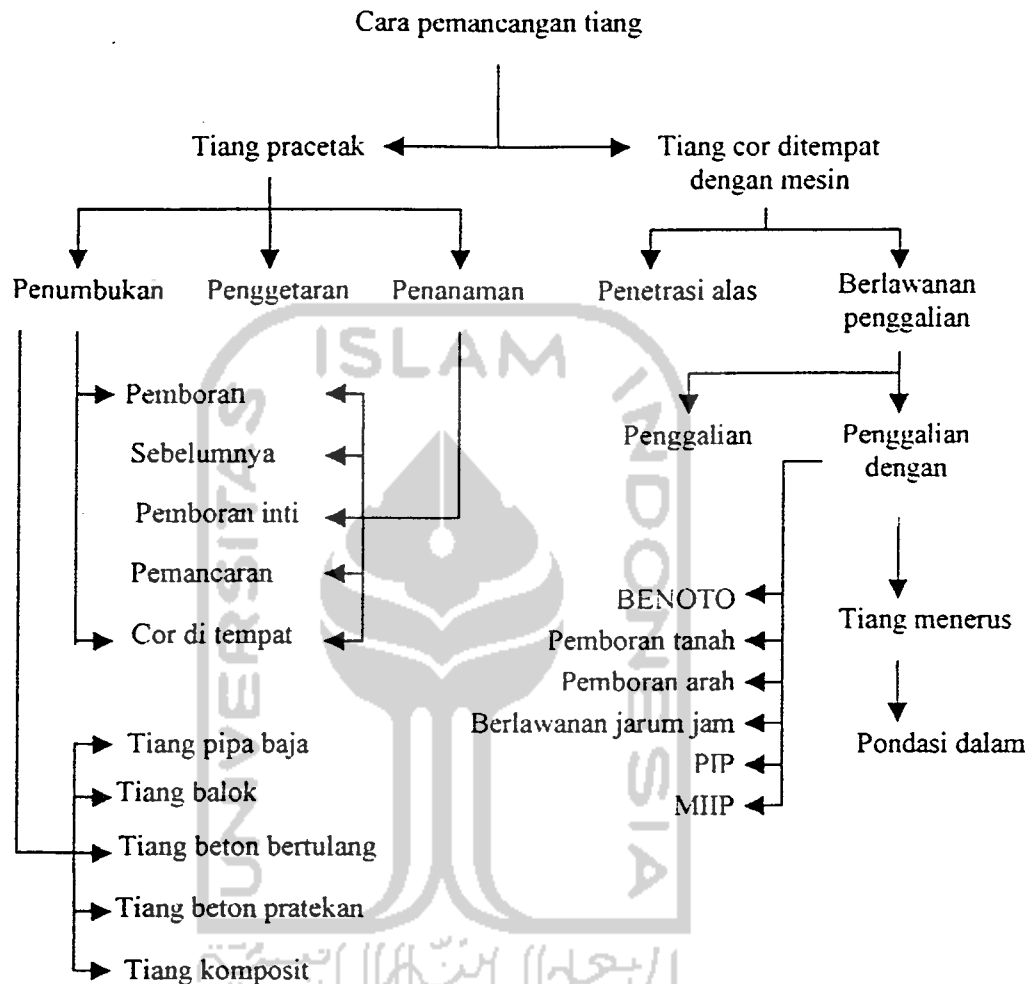
- c. Tiang-tiang perpindahan dengan panjang minimum (*small-displacement piles*)

Tiang pracetak atau pratekan beton, penampang pipa dipancang dengan penampang tiang terbuka, tiang baja profil H, tiang baja penampang kotak, bulat atau pipa, dipancang dengan ujung terbuka dan tanah dapat dibuang kalau diperlukan, tiang ulir dan tiang selinder ulir.

- d. Tiang tanpa perpindahan (*non displacement piles*)

Beton yang dituang pada lubang bor, pipa-pipa diletakkan pada lubang bor dan diisi dengan beton sepanjang yang diperlukan, unit-unit tiang pracetak beton diletakkan pada lubang bor, *mortar* semen diinjeksikan pada lubang bor, tiang baja atau tiang pipa yang diletakkan pada lubang bor.

2. Klasifikasi tiang berdasarkan teknik pemasangannya



Gambar 3.5. Klasifikasi tiang berdasarkan teknik pemasangan.

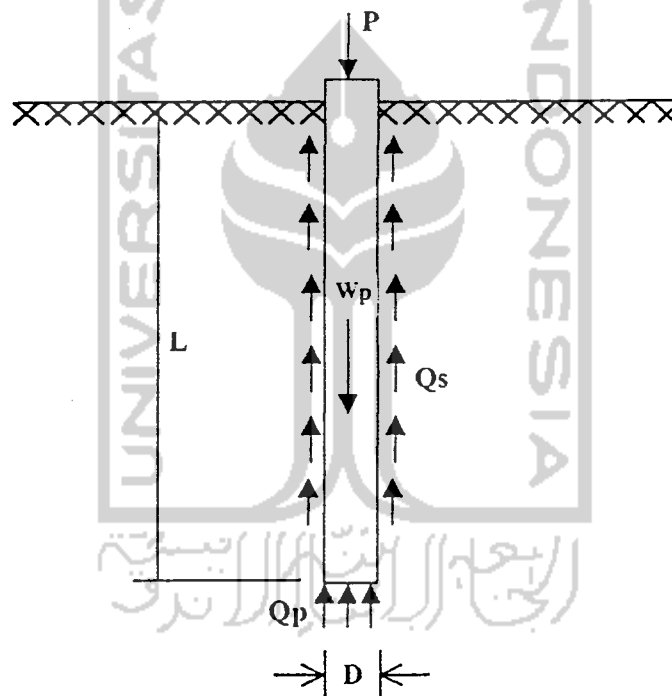
3.5. Konsep Perancangan Pondasi Tiang Pancang Beton

Secara umum tiang pancang beton dapat dibedakan atas tiang pancang beton pracetak (*precast concrete pile*), tiang pancang beton prategang (*prestressed concrete pile*) dan tiang pancang beton cetak di tempat (*cast in place concrete pile*).

Konsep perancangan pada pondasi tiang meliputi mekanisme pemikulan beban dan daya dukung ijin serta faktor keamanan, yang akan diuraikan lebih lanjut.

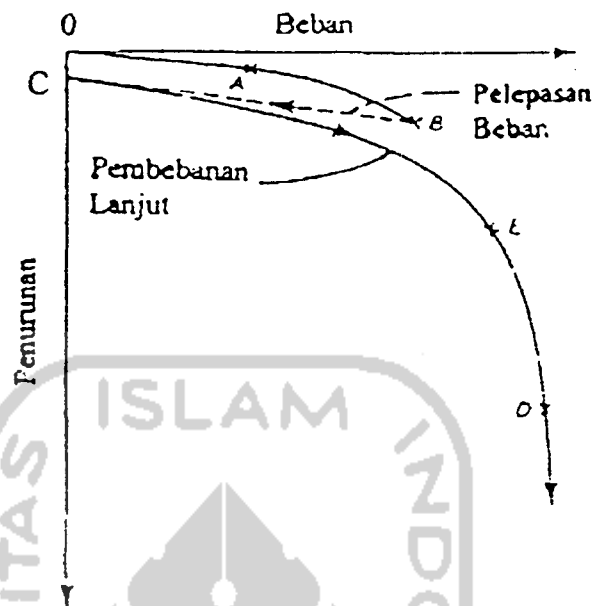
3.5.1. Mekanisme Pemikulan Beban Pada Pondasi Tiang

Pondasi tiang mengalihkan beban kepada tanah melalui dua mekanisme yaitu gesekan selimut dan tahanan ujung seperti terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6. Mekanisme pengalihan beban pada tanah melalui pondasi tiang

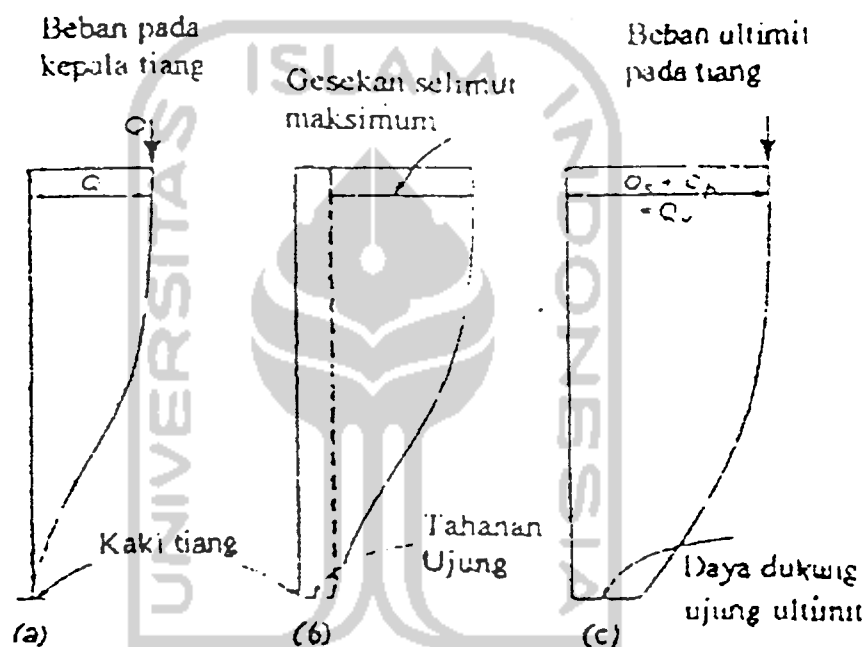
Gesekan selimut diperoleh sebagai akibat *adhesi* atau perlawanan geseran antara selimut tiang dengan tanah disekitarnya sedangkan tahanan ujung timbul karena desakan ujung pondasi terhadap tanah. Jika pondasi tiang dibebani maka akan menghasilkan kurva beban-penurunan seperti ditunjukkan oleh gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kurva hubungan antara beban dan penurunan

Pada awalnya sistem tiang akan berperilaku secara elastis. Terbentuk garis lurus sampai titik A dan jika beban dilepaskan kepala tiang akan kembali ke titik semula. Pada kondisi pembebanan ini seluruh beban masih dipikul oleh tahanan selimut pada tiang. Gambar 3.8 (a) menunjukkan distribusi pemikulan beban dititik A. Jika beban dinaikkan hingga titik B maka sebagian dari gesekan selimut dibagian atas tiang mencapai ultimit dan terjadi gelincir antara tiang dengan tanah. Pada saat ujung tiang bergerak, tahanan ujung mulai dimobilisasi. Jika beban dilepaskan lagi maka kepala tiang tidak akan kembali ke titik semula melainkan ke titik C meninggalkan suatu penurunan tetap sebesar OC. Pergerakan yang dibutuhkan untuk memobilisasi gesekan ultimit pada selimut tiang umumnya amat

kecil berkisar 2,0 mm sampai 5,0 mm sedangkan untuk memobilisasi tahanan ujung tiang dibutuhkan gerakan yang lebih besar. Oleh sebab itu gesekan selimut tiang ultimit tercapai lebih dahulu. Jika beban ditambahkan terus maka tahanan selimut tiang tidak dapat lebih tinggi dan beban-beban berikutnya dialihkan kepada tahanan ujung tiang.



Gambar 3.8. Distribusi pemikulan beban pada pondasi tiang di titik A (a), B (b) dan D (c)

Ketika mobilisasi tahanan ujung tercapai penuh (titik D), tiang bergerak terus kebawah tanpa disertai peningkatan beban yang berarti. Kondisi inilah yang disebut daya dukung ultimit pondasi tiang. Gambar 3.8 memperlihatkan distribusi pemikulan beban oleh tanah pada pondasi tiang ketika mencapai titik B dan saat mencapai beban ultimit (titik D). pada titik D baik tahanan selimut tiang maupun tahanan ujungnya mencapai nilai ultimit.

Konsep yang memisahkan gesekan selimut dan tahanan ujung pondasi tiang merupakan dasar perhitungan daya dukung tiang secara statis. Persamaan dasar dalam menghitung daya dukung ultimit (Q_u) adalah :

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

Q_u = Daya dukung ultimit tiang pancang

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung selimut tiang

W_p = Berat tiang

Karena berat tiang (W_p) umumnya kecil sehingga dapat diabaikan, persamaan daya dukung ultimit tiang pancang menjadi :

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots\dots\dots (3.3)$$

3.5.2. Daya Dukung Ijin dan Faktor Keamanan

Daya dukung ijin pondasi tiang (Q_a) untuk beban aksial umumnya diperoleh dengan membagi daya dukung ultimit (Q_u) dengan suatu faktor keamanan (SF) baik secara keseluruhan atau dengan masing-masing faktor keamanan pada selimut tiang (*friksi*) dan pada tahanan ujungnya (*end bearing*).

Rumus umum terpakai dalam mencari daya dukung ijin suatu pondasi tiang adalah sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} \dots\dots\dots (3.4)$$

$$Q_a = \frac{Q_p}{SF_1} + \frac{Q_s}{SF_2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

- Q_a = Daya dukung ijin pondasi tiang pancang
 Q_u = Daya dukung ultimit pondasi tiang pancang
 Q_p = Daya dukung tahanan ujung (*end bearing*) pondasi tiang pancang
 Q_s = Daya dukung selimut (*friksi*) pondasi tiang pancang
 SF_1 = Faktor keamanan untuk daya dukung tahanan ujung ($SF_1 = 3$)
 SF_2 = Faktor keamanan untuk daya dukung *friksi* ($SF_2 = 2$)

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penentuan faktor keamanan yaitu:

1. Jenis dan kepentingan struktur.
2. Variasi kondisi tanah.
3. Tingkat keandalan penyelidikan tanah.
4. Banyak dan jenis penyelidikan tanah.
5. Banyak dan jenis pengujian tanah.
6. Ketersediaan data uji pembebanan didekat lokasi.
7. Tingkat pengawasan dan pengendalian mutu pekerjaan pondasi.
8. Probabilitas beban rencanan yang akan terjadi sepanjang masa bangunan.

Dalam penentuan faktor keamanan dapat digunakan klasifikasi dari struktur itu sendiri sebagai berikut ini :

1. Bangunan monumental, memiliki umur rencanan melebihi 100 tahun seperti Monas, Monumen Garuda Wisnu Kencana dan jembatan-jembatan besar.

2. Bangunan permanen, memiliki umur rencana 50 tahun seperti bangunan-bangunan pada umumnya, jalan kereta api, jembatan jalan raya dan lain sebagainya.
3. Bangunan sementara, umur rencana kurang dari 25 tahun bahkan mungkin hanya beberapa saat selama konstruksi berlangsung.

Faktor kewanatan juga ditentukan berdasarkan tingkat pengendalian pada saat konstruksi, yaitu :

1. Pengendalian baik

Kondisi tanah cukup homogen dan konstruksi didasarkan program penyelidikan tanah secara profesional, terdapat uji pembebanan dilokasi proyek atau dekat lokasi dan pengawasan konstruksi dilaksanakan secara ketat.

2. Pengendalian normal

Merupakan situasi yang paling umum. Hampir sama dengan kondisi pengendalian baik hanya saja kondisi tanah bervariasi dan tidak tersedia data pengujian tiang.

3. Pengendalian kurang

Tidak ada uji pembebanan pada tiang, kondisi tanah sulit dan bervariasi tetapi pengujian tanah dilakukan dengan baik, pengawasan pada saat konstruksi kurang.

4. Pengendalian buruk

Kondisi tanah amat buruk dan sukar ditentukan serta penyelidikan tanah tidak memadai.



Tabel 3.3. Faktor keamanan untuk pondasi tiang.

Klasifikasi Struktur	Bangunan Monumental	Bangunan Permanen	Bangunan Sementara
Probabilitas kegagalan yang dapat diterima	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}
SF : Pengendalian baik	2,3	2,0	1,4
SF : Pengendalian normal	3,0	2,5	2,0
SF : Pengendalian kurang	3,5	2,8	2,3
SF : Pengendalian buruk	4,0	3,4	2,8

Di Indonesia digunakan nilai faktor keamanan untuk tiang tahanan ujung $SF_1 = 3$ dan untuk tiang gesekan selimut $SF_2 = 2$

3.6. Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Pada Tanah Lempung

Daya dukung ultimit dari suatu pondasi tiang pancang dapat dihitung secara statis, berdasarkan korelasi langsung dengan uji lapangan (*in-situ test*), dengan formula dinamik, analisis perambatan gelombang dan dengan pengujian dilapangan. Metode statis menggunakan parameter-parameter tanah dalam menghitung kapasitas daya dukung dan metode dinamik mengestimasi kapasitas daya dukung dari hasil analisis pemancangan tiang. Parameter tanah yang dipakai dalam metode statis adalah kohesi (c), sudut gesek (ϕ), berat volume tanah (γ) dan faktor daya dukung tanah (N_c , N_q , N_γ). Nilai faktor daya dukung dipengaruhi oleh sudut gesek dalam, bila ϕ besar maka harga daya dukung bertambah.

3.6.1. Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang Tunggal (Q_u) Cara Statis

Seperti yang telah diterangkan dimuka bahwa konsep perhitungan daya dukung ultimit tiang pancang cara statis ditinjau berdasarkan daya dukung ujung tiang dan daya dukung selimut tiang. Rumus umum dalam menghitung daya dukung ultimit tiang pancang menggunakan persamaan 3.3.

3.6.1.1. Daya Dukung Ujung Tiang (Q_p) Pada Tanah Lempung

Penentuan daya dukung ujung tiang pancang pada tanah lempung menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$Q_p = A_p \cdot q_p = A_p \cdot C_u \cdot N_c' \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan :

- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- A_p = Luas penampang ujung tiang
- N_c' = Faktor daya dukung tanah pada ujung tiang
- C_u = Kohesi

Pada tanah kohesif nilai C_u dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

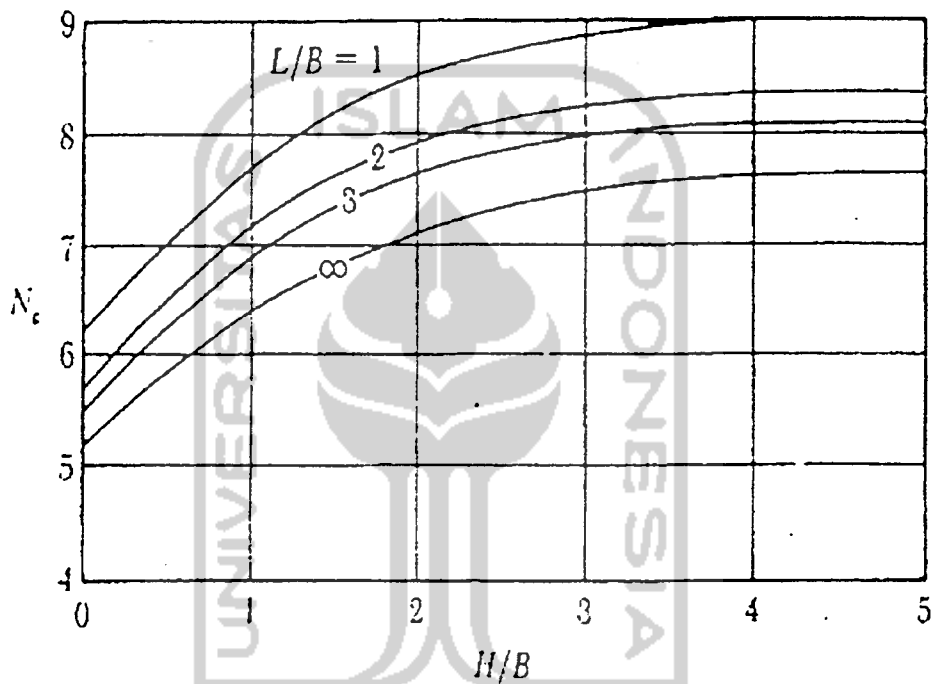
$$C_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{N_k} \dots\dots\dots (3.7)$$

Keterangan :

- q_c = Tahanan ujung sondir
- σ_v = Tegangan total tanah
- N_k = Faktor yang merupakan fungsi dari indeks plastisitas tanah

Nilainya bervariasi dari 9 - 21

Jika tidak terdapat data sudut geser tanah (ϕ) pada ujung tiang dari hasil uji laboratorium, biasanya diambil nilai N_c' adalah 9 ($\phi = 0$). Penentuan nilai N_c' juga dapat menggunakan gambar 3.9.



Gambar 3.9. Grafik faktor daya dukung ujung tanah

3.6.1.2. Daya Dukung Selimut Tiang (Q_s) Pada Tanah Lempung

Daya dukung selimut tiang ditentukan dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$Q_s = \sum A_s \cdot f \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan :

Q_s = Daya dukung selimut tiang

A_s = Luas selimut tiang = $p \cdot \Delta L$

- P = Keliling tiang
 ΔL = Panjang *segment* tiang
 f = Gesekan selimut satuan

Terdapat 3 metode yang dapat digunakan dalam menghitung nilai gesekan selimut (f) pada tanah lempung, yaitu :

1. Metode *lambda* (λ) dari Vijayvergiya dan Focht

Rumusan terpakai adalah :

$$f_{ave} = \lambda (\sigma'_{ave} + 2 \cdot Cu_{ave}) \dots \dots \dots (3.9)$$

Keterangan :

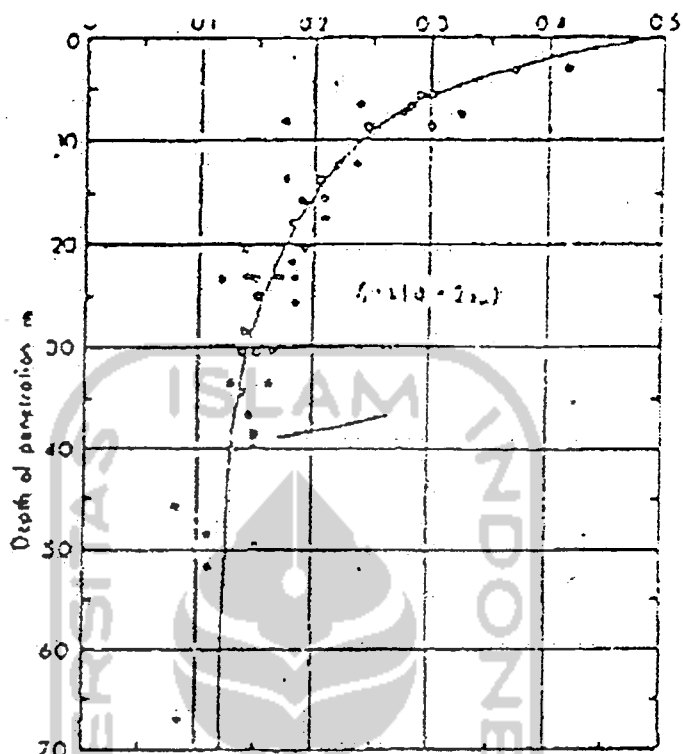
- f_{ave} = Gesekan selimut rata-rata
 λ = Konstanta (ditentukan dengan menggunakan gambar 3.10)
 σ'_{ave} = Tegangan vertikal efektif rata-rata
 Cu_{ave} = Kohesi rata-rata

Harga Cu_{ave} dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Cu_{ave} = \frac{\sum_{i=1}^n Cu_i \cdot L_i}{L} \dots \dots \dots (3.11)$$

Keterangan :

- Cu_i = Kohesi (lapis ke i)
 L_i = Panjang *segment* tiang (lapis ke i)
 L = Panjang tiang



Gambar 3.10. Koefisien λ Vijayvergiya dan Focht.

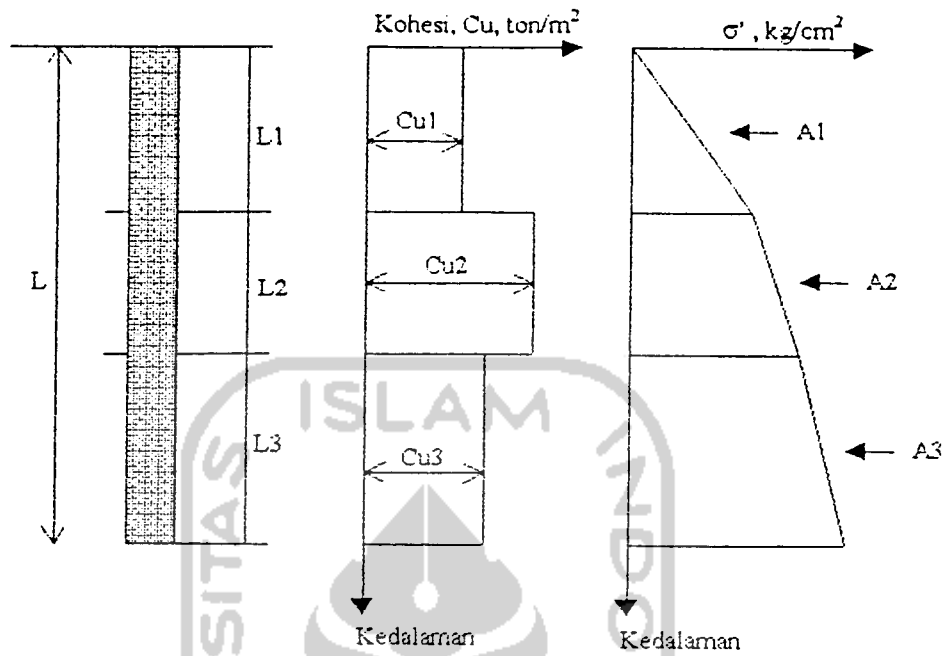
Harga rata-rata tegangan vertikal efektif dihitung dengan rumus berikut ini :

$$\sigma'_{avn} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{L} \dots\dots\dots (3.10)$$

Keterangan :

A_i = Luas diagram tegangan vertikal efektif (lihat gambar 3.11)

L = Panjang tiang



Gambar 3.11. Penentuan harga rata-rata Cu dan σ'

2. Metode *alpha* (α) dari Tomlinson

Rumus umum :

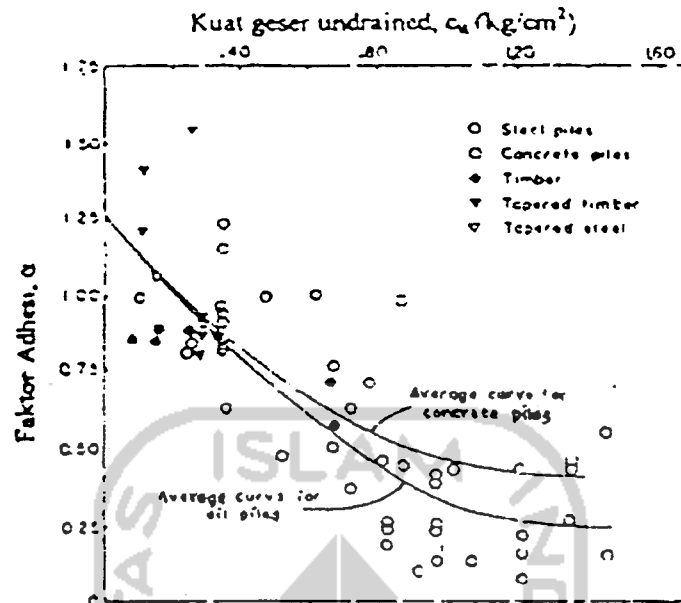
$$f = \alpha \cdot Cu \dots \dots \dots (3.12)$$

Keterangan :

f = Gesekan selimut

α = Konstanta (dapat dicari dengan menggunakan gambar 3.12)

Cu = Kohesi



Gambar 3.12. Variasi nilai α terhadap nilai C_u

3. Metode *beta* (β) (metode tegangan efektif)

Rumus terpakai dalam metode ini adalah :

$$f_{ave} = \beta \cdot \sigma' \dots \dots \dots (3.13)$$

Keterangan :

f_{ave} = Gesekan selimut rata-rata

β = $K \cdot \tan \varphi_r$

φ_r = Sudut geser dalam tanah pada kondisi terdrainase

(dari uji Triaksial CD)

K = $1 - \sin \varphi_r$ (untuk tanah terkonsolidasi normal)

K = $(1 - \sin \varphi_r) \sqrt{OCR}$ (untuk tanah *over consolidated*)

OCR = *Over consolidation ratio*

q_c = *Preconsolidated pressure*

q_0 = Overburden pressure

Setelah menghitung nilai daya dukung ujung tiang (Q_p) dan daya dukung selimut tiang (Q_s) selanjutnya menghitung daya dukung ultimit tiang pancang dengan menggunakan persamaan 3.3. Kemudian dihitung besar daya dukung ijin dari tiang pancang itu sendiri dengan menggunakan persamaan 3.4 atau persamaan 3.5 dengan nilai faktor keamanan yang telah disesuaikan.

3.6.2. Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Uji CPT

Karena cara statik membutuhkan parameter tanah yang umumnya tidak tersedia secara kontinyu sepanjang tiang, maka terdapat resiko karena menggunakan parameter untuk mewakili suatu lapisan tanah yang memiliki kuat geser dengan suatu rentang. Kecenderungan baru adalah menggunakan data uji lapangan yang lebih bersifat kontinyu, yaitu data CPT (sondir) dan SPT.

Metode yang diberikan oleh Schertmann-Nottingham ini hanya berlaku untuk pondasi tiang pancang. Schertmann-Nottingham (1975) menganjurkan perhitungan daya dukung ujung pondasi tiang menurut Begemann, yaitu diambil dari nilai rata-rata perlawanan ujung sondir $8d$ di atas ujung tiang dan $0,7d$ sampai $4d$ di bawah ujung tiang, d adalah diameter tiang.

$$Q_p = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \cdot A_p \dots\dots\dots (3.14)$$

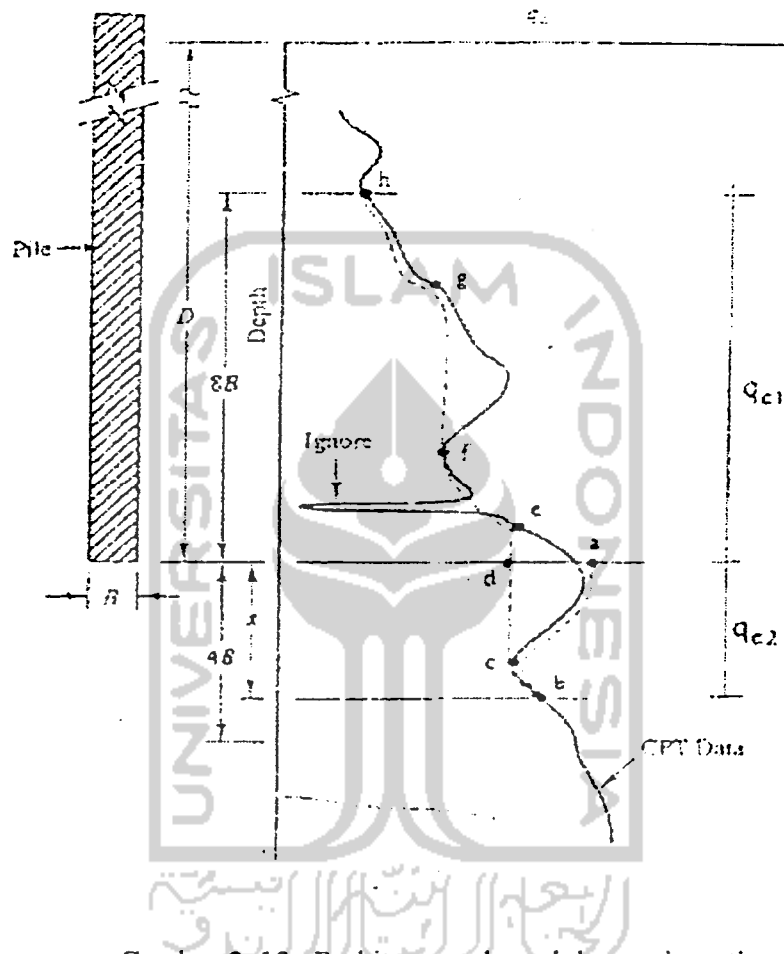
Keterangan:

Q_p = daya dukung ujung tiang

q_{c1} = nilai q_c rata-rata $0,7d$ sampai $4d$ di bawah ujung tiang

q_{c2} = nilai q_c rata-rata $8d$ di atas ujung tiang

A_p = luas proyeksi tampang



Gambar 3. 13. Perhitungan daya dukung ujung tiang

Bila zona tanah lembek di bawah tiang masih terjadi pada kedalaman $4d$ sampai $10d$, maka perlu dilakukan reduksi terhadap nilai rata-rata tersebut. Pada umumnya nilai perlawanan ujung diambil tidak lebih dari 100 kg/cm^2 untuk tanah pasir dan tidak melebihi 75 kg/cm^2 untuk tanah kelanauan.

Untuk mendapatkan daya dukung selimut tiang maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_s = p \cdot JHP \dots\dots\dots (3.15)$$

Keterangan:

Q_s = daya dukung selimut tiang

p = keliling tiang

JHP = Jumlah hambatan pelekat

3.7. Tiang Pancang Kelompok

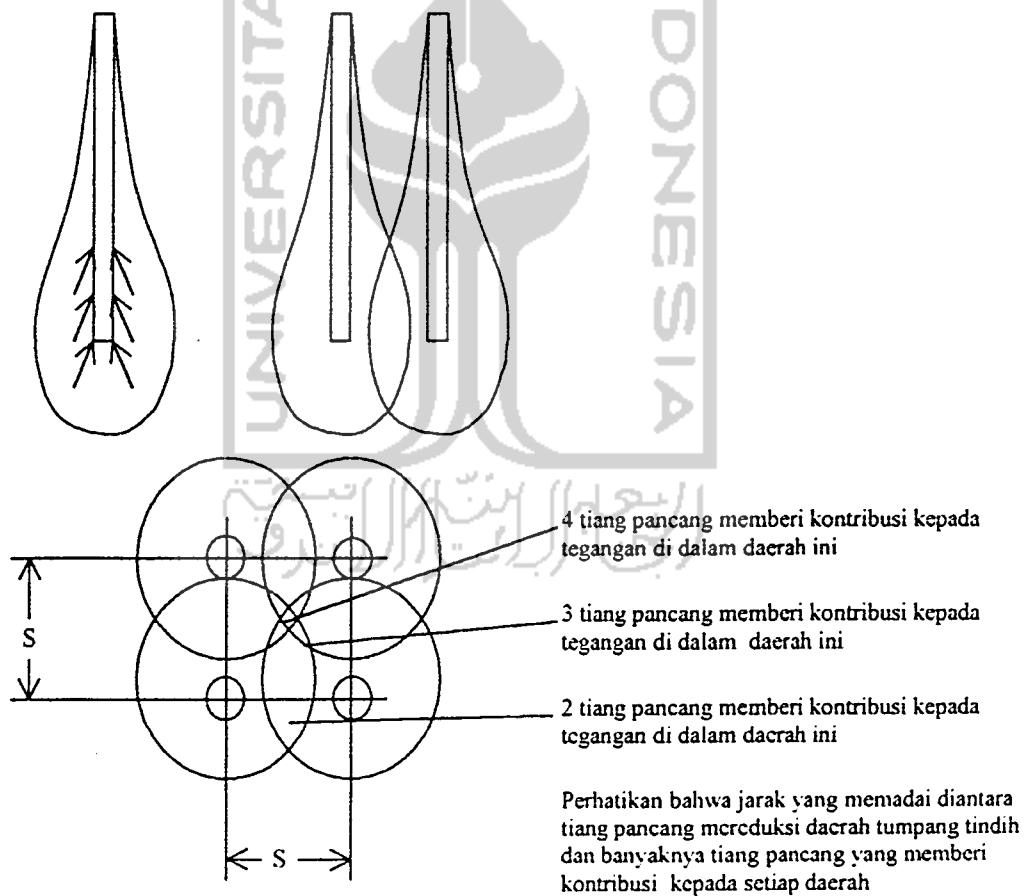
3.7.1. Penentuan Tiang Pancang Kelompok

Dalam mengatur letak tiang hendaknya diperhitungkan sehingga masing-masing tiang sejauh mungkin akan menerima beban yang sama. Untuk pelaksanaannya perlu diperhatikan pula faktor kekakuan *poer* dan distribusi bebannya. Walaupun tiang menumpu pada lapisan tanah yang cukup baik, namun dasar pembagian bebannya harus sama, agar dapat dihindari hal-hal yang tidak diperkirakan sebelumnya sebagai akibat penurunan yang tidak sama.

Kemungkinan konstruksi terdiri dari sebuah pondasi tiang pancang tunggal sangat jarang, umumnya paling sedikit dua atau tiga tiang pancang di bawah elemen pondasi atau kaki pondasi dikarenakan masalah penjajaran atau eksentrisitas yang kurang baik. Kode bangunan Chicago (pasal 70.4) menyebutkan sebuah kolom atau *poer* yang ditopang oleh tiang pancang harus didukung tidak kurang dari tiga tiang pancang. (Bowls. J.E, 1986)

Bila beberapa tiang pancang dikelompokkan, perkiraan bahwa tekanan-tekanan tanah (baik gesekan maupun dukung ujung) yang terjadi dalam tanah sebagai hambatan akan saling *overlap* (tumpang tindih) seperti pada gambar 3.14.

Intensitas tekanan bertumpuk (*superimposed*) bergantung pada beban dan jarak antar tiang pancang yang jika cukup besar akan mengakibatkan tanah runtuh karena geseran atau terjadi penurunan yang berlebihan. Intensitas dari geseran yang terjadi tumpang tindih (*overlapping*) tampak jelas menurun dengan meningkatnya jarak antar tiang pancang (s). Jarak antara yang besar seringkali tidak praktis karena sungkup tiang pancang (*pile cap*) dicor di atas kelompok tiang pancang (*pile group*) sebagai dasar kolom dan untuk menyebarkan beban pada beberapa tiang pancang dalam kelompok tersebut.



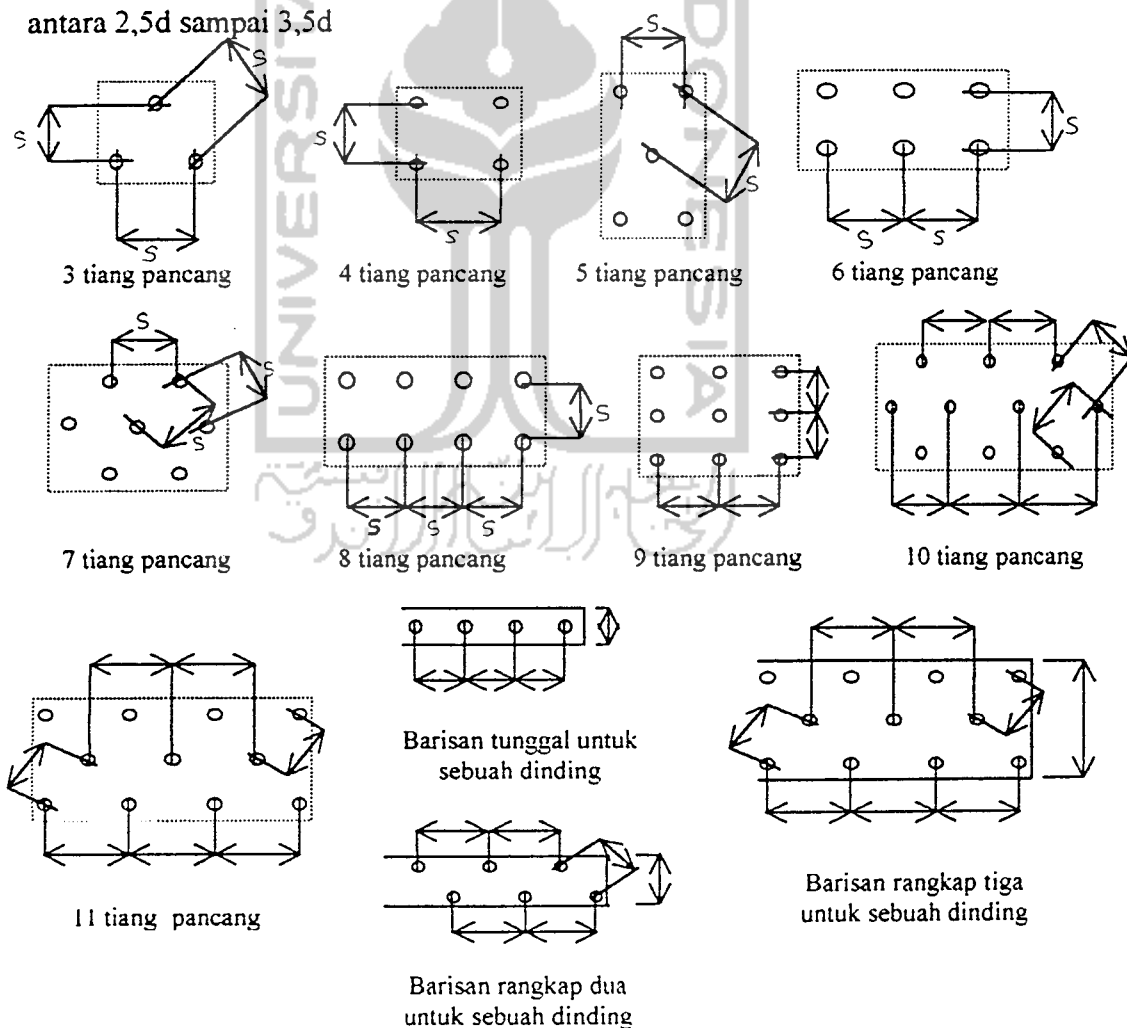
Gambar 3.14. Tegangan-tegangan yang mengelilingi tiang pancang.

Jarak minimum antar tiang pancang yang disarankan oleh beberapa peraturan bangunan adalah sebagai berikut :

Tabel 3.4. Jarak antara tiang pancang

Tipe tiang pancang	BOCA, 1984 (Pasal 1013.8)	NBC, 1976 (Pasal 912.17)	Chicago, 1987 (Pasal 70.4)
Gesekan	$2d$ atau $1,75 H \geq 30$ in	$2d$ atau $1,75 H \geq 30$ in	d atau $1,75 H \geq 30$ in
Ujung dukung	$2d$ atau $1,75 H \geq 24$ in	$2d$ atau $1,75 H \geq 24$ in	

d = diameter tiang pancang, H = diagonal empat persegi panjang atau tiang pancang H . Untuk beban-beban vertikal, jarak antara (s) yang optimal berkisar antara $2,5d$ sampai $3,5d$



Gambar 3.15. Pola kelompok tiang pancang

Jarak minimum tiang yang biasa dipergunakan dengan ketentuan jarak antara masing-masing tiang diukur dari masing-masing sumbu tiang 2,5 atau 3 kali diameter. Apabila jarak antara sumbu tiang $< 2,5$ kali diameter tiang, maka pengaruh kelompok tiang akan cukup besar pada tiang geser, sehingga gaya dukung setiap tiang di dalam kelompok akan lebih kecil dari gaya dukung tiang secara individu. Ini berarti bahwa efisiensi menurun, sehingga kemampuan tiang tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Sebaliknya apabila jaraknya $> 2,5$ kali diameter tiang, maka pengaruh kelompok tiang akan cukup kecil. Penempatan jarak tiang $< 2,5$ kali diameter tiang kadang-kadang terpaksa dilakukan apabila tempat pondasi terbatas. Dalam keadaan ini, pengaruh kelompok tiang harus diperhitungkan.

3.7.2. Penentuan Panjang Tiang

Dalam menentukan panjang tiang harus dicakup faktor-faktor, jenis-jenis dan fungsi bangunan di atasnya, mekanisme beban dan pelaksanaannya. Pemikiran bahwa pondasi tiang selalu harus ditumpu pada lapisan tanah keras pada saat sekarang tidaklah tepat lagi, sehingga penentuan panjang tiang tidak saja didasarkan untuk tumpuan ujung tetapi juga tumpuan geser. Hal tersebut disebabkan karena konstruksi bangunan atas banyak ragamnya, dan juga keadaan tanah banyak macamnya pula. Apabila tiang geser dipergunakan pada tanah yang jelek, jelas penurunan akan menjadi masalah. Akan tetapi keadaan tersebut tidak selalu dapat dihindari apabila kita menghadapi keadaan lapisan tanah dengan lapisan keras ditemukan sangat dalam.

Dengan memperhatikan luas dan macam bangunan atas, penggunaan tiang geser masih dapat diperhitungkan. Karena panjang tiang sangat berpengaruh terhadap biaya konstruksi, maka penentuan panjang tiang perlu dilakukan dengan dasar data-data yang baik seperti daya dukung tanah dan penurunan yang mungkin terjadi. Perlu pula diperhatikan adanya gaya geser negatif yang tentu akan terjadi apabila penggunaan pondasi tiang pada daerah timbunan baru.

3.7.3. Efisiensi Tiang Pancang Kelompok

Beberapa tiang pancang yang digabungkan pada sungkup tiang pancang menjadi satu kelompok, jika kapasitas yang ada merupakan jumlah dari beberapa tiang pancang individual maka efisiensi kelompok tiang adalah $E_g = 1,0$.

Ada bermacam pendapat mengenai efisiensi kelompok yang ditentukan sebagai berikut :

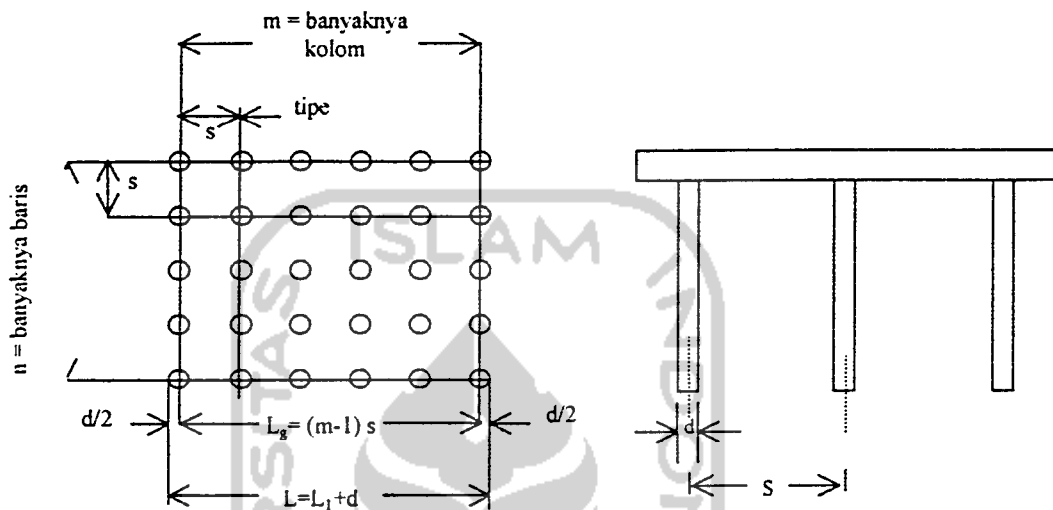
$$E_g = \frac{\text{kapasitas kelompok tiang pancang}}{\text{jumlah tiang pancang} \times \text{kapasitas tiang pancang individual}} \quad (3.16)$$

untuk tiang pancang gesekan dalam tanah *kohesif*, geseran blok ditambah titik dukung kelompok tiang pancang dalam rencana digunakan sebagai kapasitas *group* tetapi kapasitas *group* tidak boleh dianggap lebih besar dari kapasitas tiang pancang tunggal dikalikan dengan jumlah tiang pancang dalam *group*.

Rumus lain untuk menghitung kapasitas kelompok tiang pancang diberikan oleh persamaan Converse-Labarre (untuk tanah pasir) :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad (3.17)$$

Harga m, n dan d ditunjukkan dalam gambar 3.16, nilai $\theta = \tan^{-1} d/s$ dalam derajat. Persamaan ini terbatas penggunaannya untuk kelompok tiang pancang berbentuk empat persegi panjang dengan nilai $m \times n$ yang sudah diketahui.

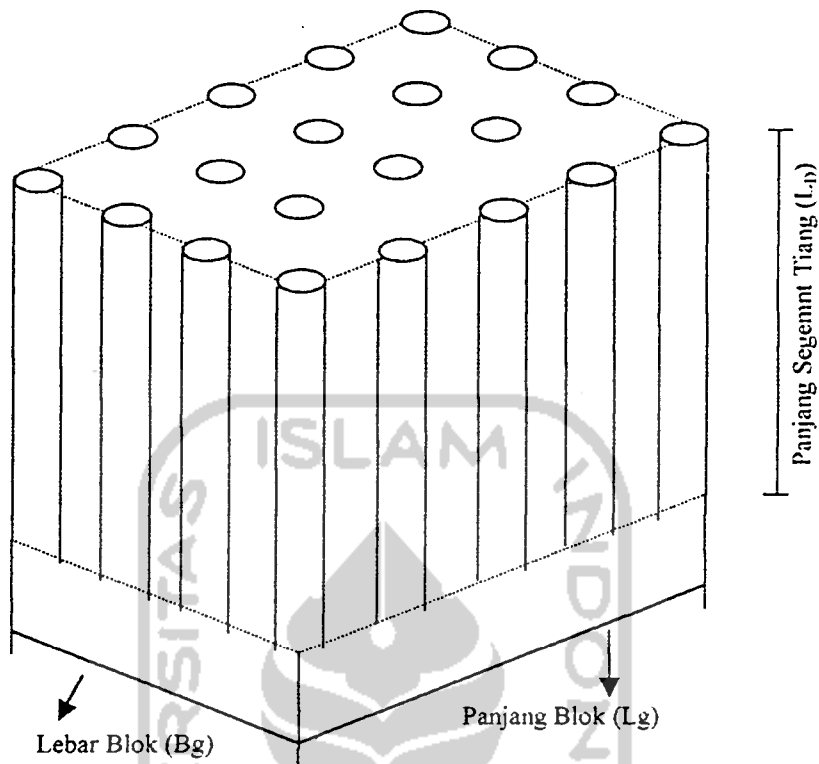


Gambar 3.16. Efisiensi tiang pancang kelompok

Pada tiang pancang titik dukung (*point bearing piles*) yang ditanam dalam batuan, kapasitas kelompok tiang pancang merupakan jumlah dari kapasitas titik individual. Vesic (1977) mencatat hasil-hasil dari pengujian beban terhadap lima *group* dalam tanah liat dan semuanya memperlihatkan efisiensi yang sama.

3.8. Daya Dukung Kelompok Tiang Pada Tanah Lempung

Daya dukung batas kelompok tiang pada tanah lempung didasarkan pada aksi blok yaitu bila kelompok tersebut berperan sebagai blok.



Gambar 3.17. Kelompok tiang sebagai pondasi blok

Daya dukung kelompok tiang dihitung sebagai berikut :

1. Analisa Kapasitas ultimit dari kelompok tiang

$$\Sigma Q_u = m \cdot n \cdot (Q_p + Q_s) \dots\dots\dots (3.18)$$

Daya dukung ujung kelompok tiang pada persamaan 3.18 adalah :

$$Q_p = 9 \cdot C_u \cdot A_p \dots\dots\dots (3.19)$$

Sedangkan daya dukung selimut tiang pada persamaan 3.18 adalah :

$$Q_s = \Sigma \alpha \cdot p \cdot C_u \cdot \Delta L \dots\dots\dots (3.20)$$

Keterangan :

Q_u = Daya dukung ultimit kelompok tiang

Q_p = Daya dukung ujung

- Q_s = Daya dukung selimut
 m = Banyak tiang dalam satu kolom kelompok tiang
 n = Banyak tiang dalam satu baris kelompok tiang
 C_u = Kohesi
 A_p = Luas penampang kelompok tiang
 p = Keliling kelompok tiang
 ΔL = Panjang segment tiang
 α = Konstanta (dicari dengan bantuan gambar 3.12)
 Σ = Merupakan fungsi penjumlahan sebagai akibat dari adanya lapisan tanah yang tidak homogen dengan kedalaman yang berbeda (perbedaan nilai C_u).

Pada analisa daya dukung selimut tiang, jika kondisi lapisan tanah berbeda-beda (tidak homogen) pada setiap lapisan tanahnya maka perhitungan harus ditinjau setiap ketebalan lapisan tanah dengan melihat harga C_u per lapisan kedalaman tanah.

2. Analisa daya dukung ultimit blok berukuran $L_g \times B_g \times L_D$

$$\Sigma Q_u = L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c' + \Sigma 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \dots \dots \dots (3.21)$$

Persamaan 3.21 merupakan fungsi penjumlahan dari daya dukung ujung blok tiang dan daya dukung blok selimut tiang sebagai berikut :

Daya dukung blok ujung tiang :

$$Q_p = L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c' \dots \dots \dots (3.22)$$

Daya dukung blok selimut tiang

$$\Sigma Q_s = 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \dots\dots\dots (3.23)$$

Keterangan :

L_g = Dimensi panjang dari kelompok tiang

B_g = Dimensi lebar dari kelompok tiang

C_u = Kohesi

ΔL = Panjang *segment* tiang

N_c' = Faktor daya dukung tanah (dicari dengan bantuan gambar 3.9)

Penentuan daya dukung ultimit kelompok tiang pancang yang akan dipakai sebagai daya dukung ultimit kelompok tiang dalam perencanaan nantinya, diambil nilai terkecil dari dua persamaan daya dukung ultimit kelompok tiang (persamaan 3.18 atau persamaan 3.21).

Daya dukung ijin dari kelompok tiang adalah :

$$Q_a = \frac{Q_{ug}}{SF} \dots\dots\dots (3.24)$$

Keterangan :

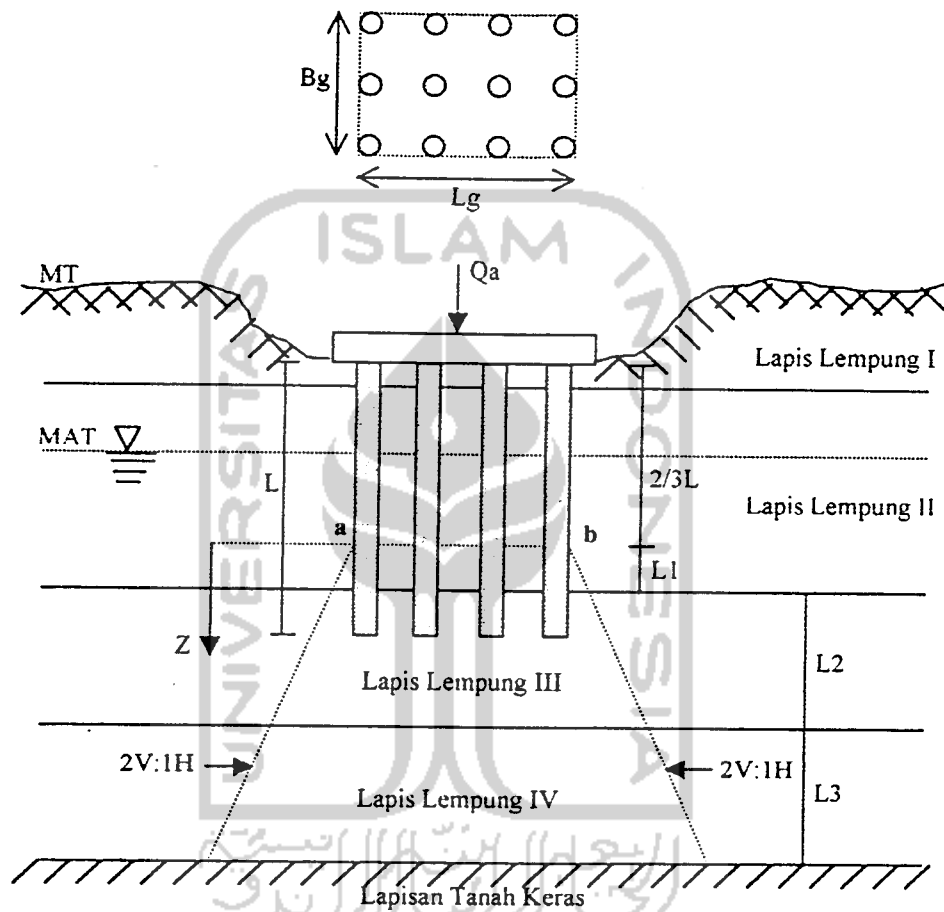
Q_a = Daya dukung ijin kelompok tiang

Q_{ug} = Daya dukung ultimit kelompok tiang

SF = Faktor aman

3.9. Penurunan Pondasi Tiang Pada Tanah Lempung

Perkiraan penurunan pondasi tiang kelompok pada tanah lempung seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.18.



Gambar 3.18. Penurunan pada kelompok tiang

Prosedur dalam menghitung penurunan yang mungkin terjadi pada tanah lempung adalah sebagai berikut :

1. Tentukan beban kerja

$$q = \frac{Q_a}{B_g \cdot L_g} \dots\dots\dots (3.25)$$

Beban kerja ini harus lebih kecil dari yang diijinkan

2. Tentukan panjang segment tiang yang masuk kedalam lapisan tanah (L), tentukan kapasitas daya dukung dari kelompok tiang yang terpakai (Q_u) dan daya dukung ijin (Q_a). Jika *pile cap* (*poer*) berada dibawah muka tanah (MT) maka nilai total Q_u adalah beban aksial total dari superstruktur yang dipikul oleh kelompok tiang dikurangi dengan berat efektif tanah (diatas *pile cap*) yang diambil (*removed*).
3. Asumsikan bahwa beban Q_u dialihkan ke lapisan tanah pada kedalaman $2/3 L$ (kedalaman ini dianggap $z = 0$) dari ujung atas tiang pancang (dibawah *pile cap*). Penurunan diatas kedalaman tersebut amat kecil dan dapat diabaikan.
4. Beban kerja disebarkan kebawah pondasi tiang dengan perkiraan pola penyebaran vertikal (V) : horisontal (H) adalah 2 : 1.
5. Tanah dibagi atas lapis-lapis dengan masing-masing lapis ditentukan parameter *kompresibilitasnya*, tegangan efektif awal (p_0') dan kenaikan tegangan (Δp).
6. Hitung kenaikan tegangan yang disebabkan beban terpikul pada masing-masing lapisan tanah.

$$\Delta p_i = \frac{Q_a}{(B_g + z_i)(L_g + z_i)} \dots \dots \dots (3.26)$$

Menentukan nilai (z) adalah :

Perhatikan gambar 3.18. Pada lempung lapis II, $z_i = \frac{L_1}{2}$, pada lempung lapis

III, $z_i = \frac{L_1 + L_2}{2}$ dan pada lempung lapis IV, $z_i = \frac{L_1 + L_2 + L_3}{2}$.

Menentukan tegangan efektif pada tanah :

$$p_o' = (\gamma_i \cdot L_i) \dots \dots \dots (3.27)$$

Tegangan efektif ini dihitung setiap lapisan tanah yang ada.

7. Kemudian *settlement* tiap lapisan dijumlahkan sebagai berikut:

$$S_g = \sum \frac{C_c \cdot \Delta H}{1 + e_o} \cdot \log \left[\frac{p_o' + \Delta p}{p_o'} \right] \dots \dots \dots (3.28)$$

Jika tanah *overkonsolidasi* maka harus diperhitungkan dengan C_r (*rebound compression index*) pada harga $(p_o' + \Delta p) < p_c$ (*preconsolidation pressure*) dan untuk $(p_o' + \Delta p)$ disesuaikan nilai penyebutnya

$$S_g = \sum \frac{C_r \cdot \Delta H}{1 + e_o} \cdot \log \left[\frac{p_c}{p_o'} \right] + \sum \frac{C_r \cdot \Delta H}{1 + e_o} \cdot \log \left[\frac{p_o' + \Delta p}{p_c} \right] \dots \dots \dots (3.29)$$

Keterangan gambar dan rumus :

- q = Beban kerja
- Qu = Daya dukung ultimit kelompok tiang
- Qa = Daya dukung ijin kelompok tiang
- Bg = Dimensi lebar kelompok tiang
- Lg = Dimensi panjang kelompok tiang
- L = Panjang segment tiang
- Li = Kedalaman lapisan tanah ke l
- p_o' = Tegangan efektif tanah
- Δp = Kenaikan tegangan tanah
- Cc = Koefisien konsolidasi
- Cr = *Rebound compression index*

- e_0 = Angka pori awal
 ΔH = Kedalaman lapis tanah
 S_g = *Settlement* (penurunan)

Penurunan kelompok tiang pancang yang dipancang sampai pada lapisan tanah keras (lapisan pasir padat) akan kecil sehingga tidak mempengaruhi bangunan di atasnya, karena itu perhitungan penurunan tidak perlu diperhitungkan. Kecuali bila di bawah lapisan tanah keras (lapisan pasir padat) tersebut terdapat lapisan lempung maka penurunan kelompok tiang pancang tersebut perlu diperhitungkan.

Pada perhitungan *settlement* kelompok tiang pancang dengan tahanan ujung (*end-bearing pile*) tegangan pada tanah akibat berat bangunan dapat diperhitungkan merata pada bidang yang melalui ujung bawah tiang. Kemudian tegangan ini disebarkan merata ke lapisan tanah sebelah bawah dengan sudut penyebaran 30° .

3.10. Dasar-dasar Perencanaan

Pondasi tiang hendaknya direncanakan sehingga gaya luar yang bekerja pada kepala tiang tidak melebihi daya dukung tiang yang diijinkan. Yang dimaksud daya dukung tiang yang diijinkan adalah meliputi aspek daya dukung tanah diijinkan, tegangan pada bahan tiang yang diijinkan dan perpindahan kepala tiang yang diijinkan. Disamping aspek-aspek tersebut perlu pula diperhitungkan

kemungkinan adanya gaya geser negatif dan gaya-gaya lain (perbedaan tekanan tanah aktif dan pasif).

3.11. Data Struktur dan Prosedur Perencanaan

Data struktur dan parameter tanah yang diperlukan dalam analisis desain pondasi tiang pancang adalah sebagai berikut :

1. Data Kondisi tanah lempung lunak dari hasil pengujian Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dari hasil penyelidikan tanah di Desa Sida Mulya, Kec. Kemrajen, Kab. Banyumas.
2. Data tiang pancang beton dari PT. Teno Indonesia dan mitra kerjanya.
3. Data pembebanan struktur atas berdasarkan data perencanaan Proyek Kampus Terpadu Unit VII, U11, blok B
4. Diameter tiang terpakai, jumlah tiang dalam kelompok, formasi kelompok tiang, jarak antar tiang dalam kelompok, panjang tiang terpakai dan lain-lain berdasarkan analisis perhitungan selanjutnya.

Secara umum perencanaan pondasi tiang biasanya dilaksanakan sesuai prosedur berikut ini :

1. Penyelidikan tanah dan pengujian laboratorium untuk mendapatkan parameter tanah desain. Panjang tiang diperkirakan dengan melihat hasil uji CPT (*sondir*)

2. Analisa daya dukung ijin tiang tunggal dengan menilik kondisi pembebanan yang ada. Untuk perencanaan secara terperinci tinjauan pembebanan sebaiknya berdasarkan beban vertikal, horisontal, momen dan gempa.
3. Analisis daya dukung ijin tiang kelompok, harga akhir akibat gabungan tiang ini atau gaya gesekan dinding tiang merupakan daya dukung yang diijinkan untuk pondasi tiang.
4. Selanjutnya, menghitung distribusi beban ke setiap kepala tiang, penetapan banyaknya tiang dan formasi tiang terpakai secara tepat. Menghitung beban-beban yang bekerja pada masing-masing tiang dan memeriksa apakah beban terhitung termasuk dalam batasan daya dukung ijin, bila melebihi perkiraan, diameter, jumlah tiang dan susunannya harus diganti.
5. Perhitungan secara lebih detail dapat dilakukan lebih lanjut setelah jenis dan diameter tiang telah ditetapkan. Tiang pipa baja dihitung ketebalan platnya, tiang beton dihitung banyaknya beton yang diperlukan, tiang beton pratekan dihitung mutu beton pratekannya dan banyaknya kabel baja yang diperlukan. Bila jenis tiang dan diameter perkiraan tidak memenuhi harga yang diperkenankan maka perencanaan harus diulang kembali.

BAB IV

ANALISA PEMBEBANAN

4.1. Umum

Bab ini menguraikan prosedur perhitungan beban struktur atap, lantai 4, lantai 3, lantai 2, lantai 1 dan *basement* dengan bantuan program SAP90 dan program Excel.

4.2. Kriteria Analisa

4.2.1. Data Bangunan

Nama : Kampus Terpadu Unit VII blok B UII

Jenis struktur : beton, baja dan kayu

Kolom : beton bertulang

Balok : beton bertulang

Dinding : pasangan ½ batu

Atap : genteng bentuk limasan

Jumlah lantai : 4 dengan 1 lantai *basement*

Luas bangunan : 1231 m²

4.2.2. Fungsi Bangunan

Gedung Kampus Terpadu Unit VII blok B Universitas Islam Indonesia berfungsi sebagai gedung perkuliahan terdiri dari 28 ruangan dengan perincian sebagai berikut :

1. Lantai 4 terdapat 3 ruangan terdiri dari 2 ruang studio perancangan dan 1 ruang komputasi grafis.
2. Lantai 3 terdapat 7 ruangan terdiri dari 1 ruang kelas besar, 1 ruang kelas kecil dan 5 ruang kelas sedang.
3. Lantai 2 sama dengan lantai 3 terdapat 7 ruangan terdiri dari 1 ruang kelas besar, 1 ruang kelas kecil dan 5 ruang kelas sedang.
4. Lantai 1 terdapat 4 ruangan terdiri dari 1 ruang *audio visual*, 1 ruang perpustakaan, 1 ruang kelas sedang dan 1 ruang kelas kecil.
5. Lantai *basement* terdapat 8 ruangan terdiri dari 1 ruang perbekalan, 1 ruang *mekanikal elektrik*, 1 ruang lab. Mekanika tanah, 1 ruang lab. Lingkungan, 1 ruang lab. Teknologi bahan, 2 ruang garasi dan 1 ruang kosong.

4.2.3. Pembebanan Struktur

Analisa pembebanan meliputi beban gravitasi akibat berat sendiri struktur (WD) dan beban hidup (WL). Secara garis besar dapat dijelaskan yang dimaksud beban mati merupakan berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu sedangkan beban hidup merupakan semua beban yang terjadi akibat penghunian

atau penggunaan suatu gedung dan didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa guna dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. (PBI, 1983)

Data struktur atas terpakai dalam analisa pembebanan struktur atap, lantai 4, lantai 3, lantai 2, lantai 1 dan *basement* adalah sebagai berikut :

1. Berat sendiri bahan bangunan per satuan volume (m^3)
 - a. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg
 - b. Berat jenis pasir : 1600 kg
2. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung per satuan luas (m^2)
 - a. Berat Sendiri plafon : 50 kg
 - b. Berat sendiri spesi per cm tebal : 21 kg
 - c. Berat sendiri tegel per cm tebal : 24 kg
 - d. Berat sendiri dinding $\frac{1}{2}$ batu : 250kg
3. Beban hidup (WL) per satuan luas (m^2)
 - a. Beban hidup rencana untuk atap : 100 kg
 - b. Beban hidup rencana untuk lantai 4
 - Studio perancangan : 400 kg
 - Komputasi grafis : 250 kg
 - c. Beban hidup rencana untuk lantai 3 dan lantai 2
 - Kelas besar, sedang dan kecil : 250 kg
 - Galeri (balkon) : 300 kg

d. Beban hidup rencana untuk lantai 1

- *Audio visual* : 250 kg
- Perpustakaan : 400 kg
- Kelas sedang dan kecil : 250 kg

e. Beban hidup rencana untuk lantai *basement*

- Laboratorium : 400 kg

4.2.4. Kombinasi Pembebanan

Beban ultimit rencana dihitung berdasarkan rumusan :

$$WU = 1,2WD + 1,6 WL \dots\dots\dots (4.30)$$

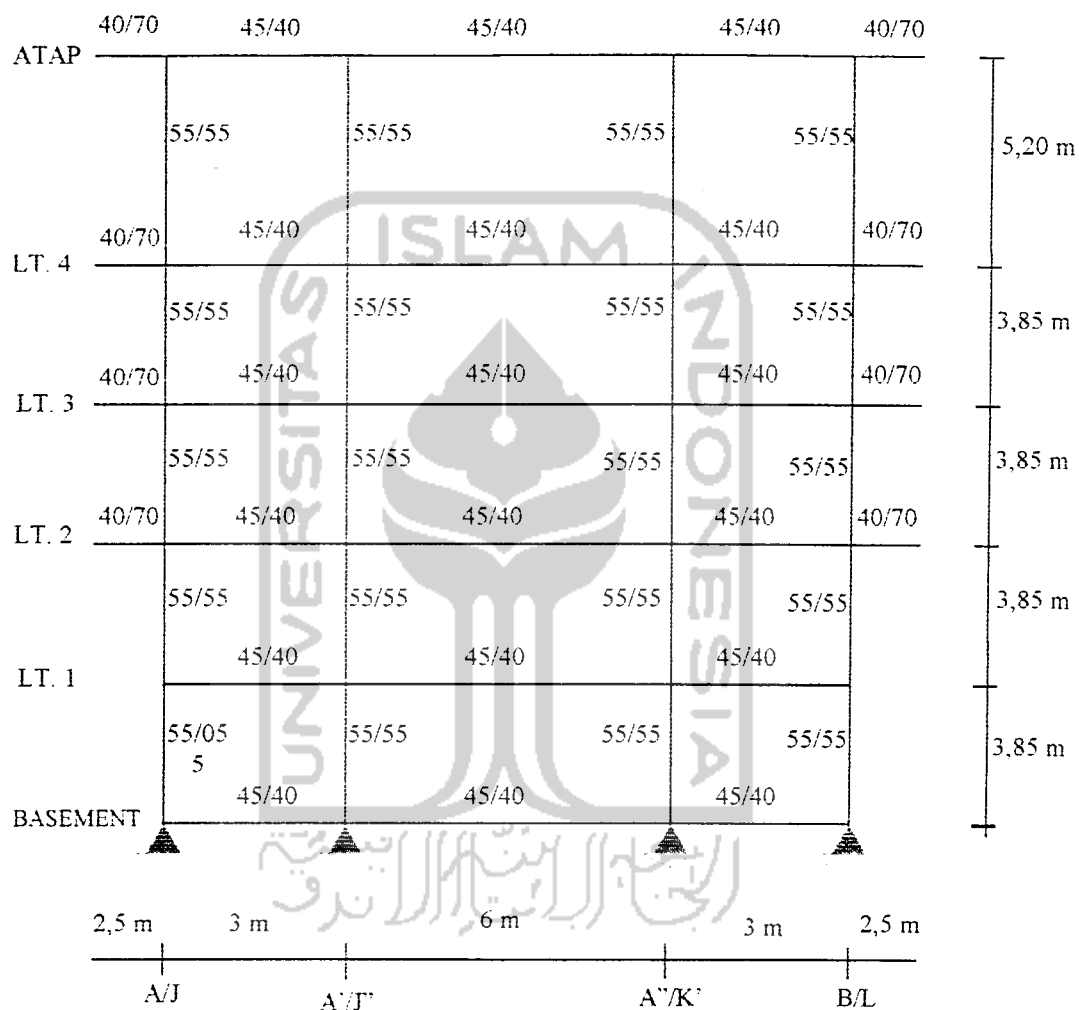
4.2.5. Peraturan Terpakai dalam Analisa Pembebanan

Dalam analisa pembebanan pada struktur atas penyusun mengacu pada peraturan-peraturan yang telah umum dipakai dalam analisa pembebanan yaitu :

1. Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987 cetakan ke-3.
2. Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beban Untuk Bangunan Gedung SKSNI T15-1991-03.
3. Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung SNI 1727-1989 F (14)

4.2.6. Pemodelan Struktur

Dalam penghitungan beban menggunakan program SAP90, analisa berdasarkan portal 2 dimensi berikut ini :



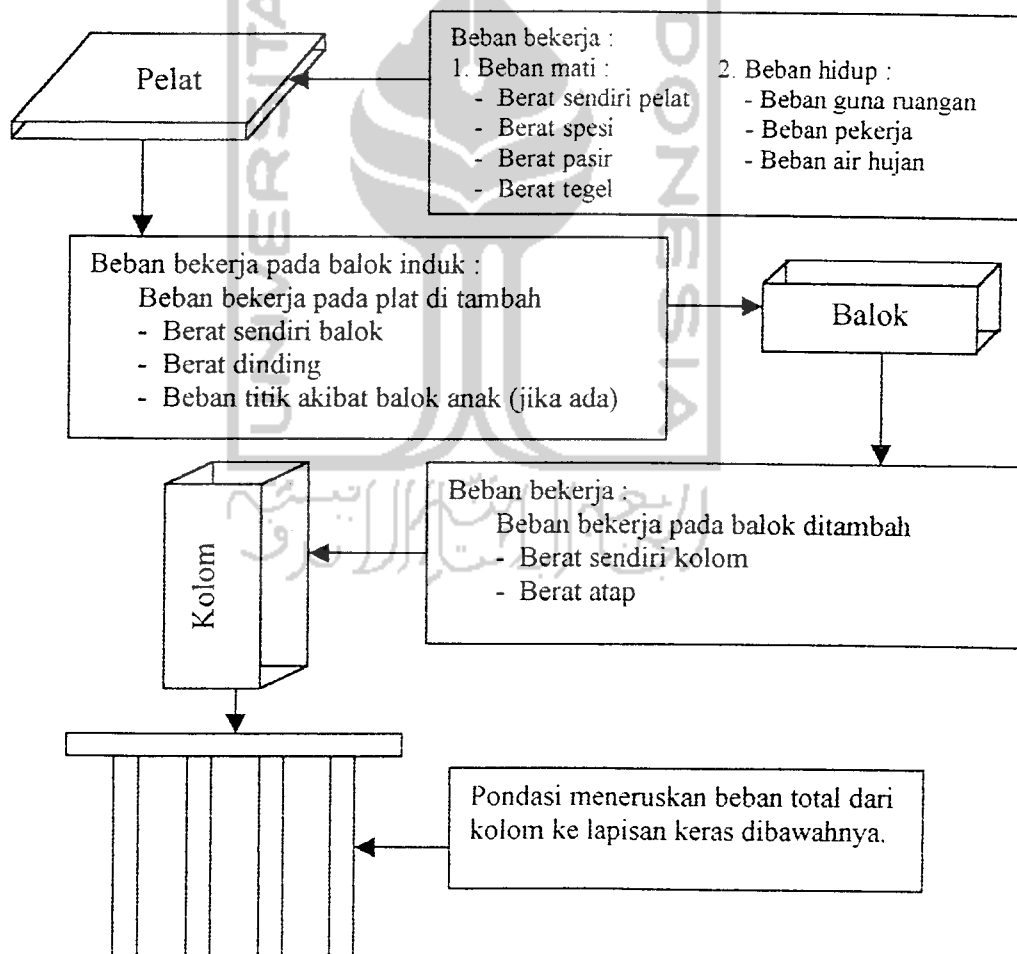
Gambar 4.19. Portal as (A12' - B12') = (J12' - L12')

Beban akibat berat sendiri struktur, beban hidup dan beban *ultimit* terdistribusi menjadi beban merata yang bekerja pada balok portal sedangkan beban titik bekerja pada pertemuan balok kolom (*joint*) dari setengah luasan beban bekerja pada balok dan pelat disekeliling kolom dan jika terdapat pertemuan balok

induk dan balok anak pada satu bentang balok induk, maka beban yang bekerja pada balok anak baik akibat beban mati maupun beban hidup akan terdistribusi menjadi beban titik yang bekerja ditengah bentang pada pertemuan balok anak dan balok induk.

4.2.7. Penyaluran Beban

Secara singkat dapat dijelaskan bagaimana penyaluran beban pada suatu portal struktur dengan menggunakan bagan alir berikut ini :

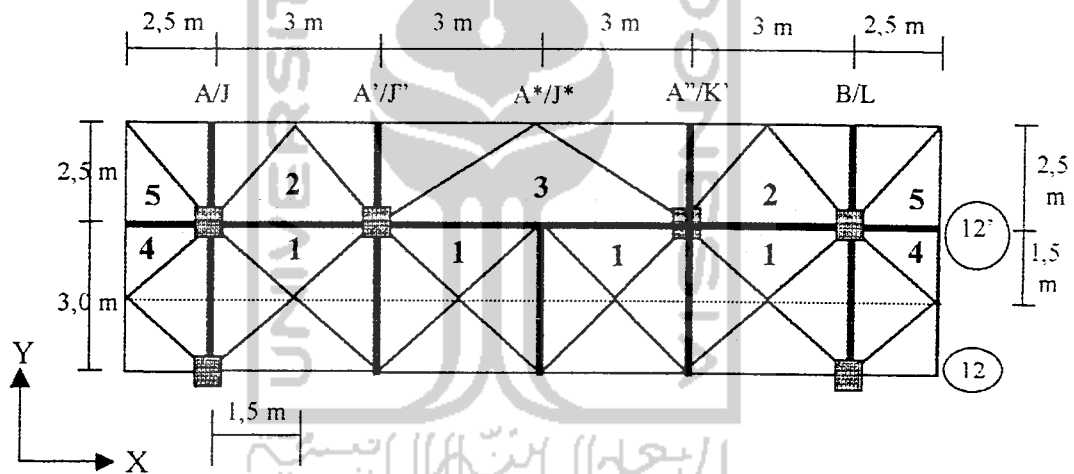


Gambar 4.20. Bagan alir penyaluran beban

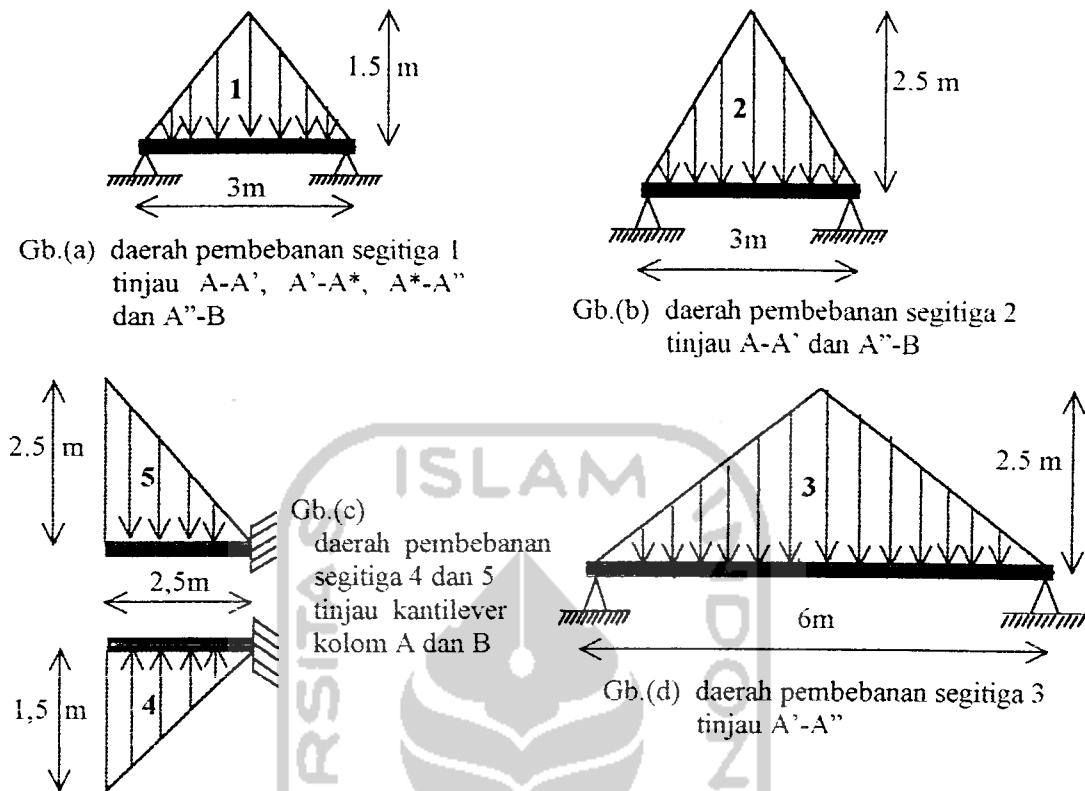
Data struktur pelat untuk analisa pembebanan adalah :

1. Tebal pelat atap : 100 mm
2. Tebal pelat lantai : 120 mm
3. Tebal pelat luifel : 100 mm
4. Tebal pelat atap galeri : 100 mm
5. Tebal pelat lantai galeri : 120 mm

Pembagian daerah kerja pembebanan pada balok portal menggunakan metode daerah segitiga sebagai berikut :



Gambar 4.21. Daerah pembebanan portal as (A12'-B12') = As (J12'-L12')



Gambar 4.22. Distribusi daerah pembebanan portal as (A12'-B12') sama dengan portal as (J12'-L12')

4.3. Konsep Perhitungan Pembebanan dengan SAP 90

Tinjauan hitungan pembebanan nantinya akan diolah dengan menggunakan program SAP90 sehingga dalam perhitungan pembebanan struktur atas konsep pembebanan harus disesuaikan dengan input data pembebanan yang akan diolah oleh program SAP90 nantinya. Oleh sebab itu maka dalam perhitungan pembebanan beberapa hal yang perlu diperhatikan sebelumnya adalah :

1. Distribusi daerah pembebanan pada balok portal berbentuk segitiga langsung dihitung sebagai beban merata permeter panjang sepanjang bentang dalam tinjauan.

2. Beban akibat berat sendiri dinding $\frac{1}{2}$ batu dihitung sebagai beban merata tersendiri per meter panjang. .

4.4. Perhitungan Beban Gravitasi dan Beban Hidup

Dalam perhitungan pembebanan diambil salah satu portal sebagai contoh perhitungan yaitu portal As A12'-B12' sedangkan perhitungan pembebanan pada portal lainnya dapat dilihat di lampiran yang terangkum dalam bentuk tabel dan gambar untuk kemudahan dalam penyusunan laporan tugas akhir.

Data perhitungan :

- Tebal pelat atap	= 100 mm
- Tebal pelat lantai (Lt.4,3,2,1)	= 120 mm
- Tebal pelat luifel	= 100 mm
- Ukuran balok induk (sumbu x)	= 45/40 cm
- Ukuran balok kantilever	= 40/70 cm
- Tinggi dinding lantai 4	= 5,2 m
- Tinggi dinding lantai 3,2,1 dan <i>basement</i>	= 3,8 m
- Panjang bentang balok induk	= 3 m
- Tinggi daerah pembebanan segitiga (1)	= 1,5 m
- Tinggi daerah pembebanan segitiga (2)	= 2,5 m
- Bj beton bertulang	= 2400 kg/m ³
- Bj pasir (kering udara sampai lembab)	= 1600 kg/m ³
- Berat sendiri penutup atap	= 50 kg/m ²
- Berat sendiri tegel per cm tebal	= 24 kg/m ²

- Berat sendiri spesi per cm tebal	= 21 kg/m ²
- Berat sendiri dinding ½ batu	= 250 kg/m ²
- Beban hidup luifel	= 300 kg/m ²
- Beban hidup akibat air hujan	= 20 kg/m ²
- Beban hidup pekerja pada atap dan luifel	= 100 kg/m ²
- Beban hidup pada atap	= 100 kg/m ²
- Beban hidup lantai gedung	
a. ruang studio perancangan	= 400 kg/m ²
b. ruang komputasi <i>grafis</i>	= 250 kg/m ²
c. ruang kelas	= 250 kg/m ²
d. ruang <i>audio visual</i>	= 250 kg/m ²
e. ruang perpustakaan	= 400 kg/m ²
f. ruang laboratorium	= 400 kg/m ²
g. galeri	= 300 kg/m ²

Portal As (A12'-B12') = As (J12'-L12')

Tinjau (A - A') = (A''-B)

Daerah pembebanan segitiga 1.

1. Beban gravitasi pada balok atap per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

- Penutup atap = 4m . 3m . 50 kg/m ²	= 600 kg
- Pelat = 1,5m . 3m . 0,1m . 2400 kg/m ³	= 1080 kg
- Balok arah x = 0,4m . 0,45m . 3m . 2400 kg/m ³	= <u>1296 kg</u> +
	WD = 2976 kg

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 \text{- Atap} &= 4\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= 1200 \text{ kg} \\
 \text{- Air hujan 2 cm} &= 0,02\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 20 \text{ kg/m}^2 &= 1,2 \text{ kg} \\
 \text{- Pekerja} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= \underline{450 \text{ kg}} + \\
 && \text{WL} &= 1651 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Beban gravitasi pada balok lantai 4 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelat} &= 1,5\text{m} \cdot 0,12\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 1296 \text{ kg} \\
 \text{- Spesi 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 &= 189 \text{ kg} \\
 \text{- Tegel 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 &= 216 \text{ kg} \\
 \text{- Pasir 3 cm} &= 0,03\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= 216 \text{ kg} \\
 \text{- Balok arah x} &= 0,45\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{1296 \text{ kg}} + \\
 && \text{WD} &= 3213 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 \text{- Studio perancangan} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 400 \text{ kg/m}^2 &= 1800 \text{ kg} \\
 && \text{WL} &= 1800 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3. Beban gravitasi pada balok lantai 3 dan 2 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelat} &= 1,5\text{m} \cdot 0,12\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 1296 \text{ kg} \\
 \text{- Spesi 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 &= 189 \text{ kg} \\
 \text{- Tegel 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 &= 216 \text{ kg} \\
 \text{- Pasir 3 cm} &= 0,03\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= 216 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Balok arah x} &= 0,45\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{1296 \text{ kg}} \\
 \text{WD} &= 3213 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 \text{- Kelas} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 1125 \text{ kg} \\
 \text{WL} &= 1125 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Beban gravitasi pada balok lantai 1 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 \text{- Pelat} &= 1,5\text{m} \cdot 0,12\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1296 \text{ kg} \\
 \text{- Spesi 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 189 \text{ kg} \\
 \text{- Tegel 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 216 \text{ kg} \\
 \text{- Pasir 3 cm} &= 0,03\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 216 \text{ kg} \\
 \text{- Balok arah x} &= 0,45\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{1296 \text{ kg}} \\
 \text{WD} &= 3213 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 \text{- Audio visual} &= 1,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 1125 \text{ kg} \\
 \text{WL} &= 1125 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban gravitasi pada balok akibat berat sendiri dinding ½ batu

Atap

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 2,6\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 650 \text{ kg/m}$$

Lantai 4

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 4,525\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 1131,25 \text{ kg/m}$$

Lantai 3, 2, 1

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 3,85\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 962,5 \text{ kg/m}$$

Basement

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 1,925\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 481,25 \text{ kg/m}$$

Daerah pembebanan segitiga 2 (luifel) bentang 3m.

1. Beban gravitasi pada balok atap, lantai 4, 3, 2 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\text{- Pelat luifel} = 2,5\text{m} \cdot 0,1\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1800 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 2,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 315 \text{ kg}$$

$$\text{- Tegel 2 cm} = 2,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 360 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir 3 cm} = 0,03\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 360 \text{ kg}$$

$$\text{- Balok luifel} = 0,1\text{m} \cdot 0,9\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{648 \text{ kg} +}$$

$$\text{WD} = 3483 \text{ kg}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\text{- Luifel} = 2,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 300 \text{ kg/m}^2 = 2250 \text{ kg}$$

$$\text{- Pekerja} = 2,5\text{m} \cdot 3\text{m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{750 \text{ kg} +}$$

$$\text{WL} = 3000 \text{ kg}$$

Tabel 4.5. Beban merata balok A-A'=A''-B daerah beban segitiga 1

Balok	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2976	1651	6212,8
Lantai 4	3213	1800	6735,6
Lantai 3	3213	1125	5655,6
Lantai 2	3213	1125	5655,6
Lantai 1	3213	1125	5655,6

Tabel 4.6. Beban merata balok A-A'=A''-B daerah beban segitiga 2 luifel

Balok	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3000	8979,6
Lantai 4	3483	3000	8979,6
Lantai 3	3483	3000	8979,6
Lantai 2	3483	3000	8979,6
Lantai 1	3483	3000	8979,6

Tabel 4.7. Beban merata balok A-A'=A''-B akibat berat sendiri dinding ½ batu

Balok	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3	962,5
Lantai 2	962,5
Lantai 1	962,5
Basement	481,25

Dari gambar 4.19 dan gambar 4.21 dapat diperhatikan bahwa bentang A-A' besarnya sama dengan bentang A''-B yaitu 3m dan distribusi pembebanannya juga sama oleh sebab itu perhitungan pembebanan untuk tinjauan bentang A''-B sama dengan perhitungan pembebanan tinjauan A-A' dengan nilai pembebanan seperti pada tabel 4.4 dan tabel 4.5.

Tinjau (A'' – A'')

Daerah pembebanan segitiga 1 bentang 3m.

Dari gambar 4.21 dapat diperhatikan bahwa bentang A'-A'' mempunyai dua jenis daerah pembebanan yaitu daerah pembebanan segitiga 3 (luifel) dengan bentang 6 m ditinjau A'-A'' dan daerah pembebanan segitiga 1 dengan bentang 3m ditinjau A'-A* dan A*-A''.

Untuk hitungan pembebanan tinjau A'-A* daerah segitiga 1 dan tinjau A*-A'' mempunyai distribusi pembebanan dan panjang bentang yang sama dengan tinjau A-A' daerah segitiga 1 sehingga perhitungan dapat disamakan dengan hasil perhitungan seperti pada tabel 4.4 dan tabel 4.5, sedangkan untuk tinjau A'-A'' daerah segitiga 3 (lihat gambar 4.21) dengan panjang bentang 6 m perhitungan pembebanan sebagai berikut :

Daerah pembebanan segitiga 3 (luifel) bentang 6m.

1. Beban gravitasi pada balok atap, lantai 4, 3, 2 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

- Pelat luifel	= 2,5m . 0,1m . 6m . 2400 kg/m ³	= 3600 kg
- Spesi 2 cm	= 2,5m . 6m . 21 kg/m ² . 2	= 630 kg
- Tegel 2 cm	= 2,5m . 6m . 24 kg/m ² . 2	= 720 kg
- Pasir 3 cm	= 0,03m . 2,5m . 6m . 1600 kg/m ³	= 720 kg
- Balok luifel	= 0,1m . 0,9m . 6m . 2400 kg/m ³	= <u>1296 kg</u> +
	WD	= 6966 kg

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

- Luifel	= 2,5m . 6m . 300 kg/m ²	= 4500 kg
- Pekerja	= 2,5m . 6m . 100 kg/m ²	= <u>1500 kg</u> +
	WL	= 6000 kg

2. Beban merata akibat berat sendiri dinding ½ batu
Atap

- Dinding ½ batu	= 2,6m . 250 kg/m ²	= 650 kg/m
------------------	--------------------------------	------------

Lantai 4

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 4,525\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 1131,25 \text{ kg/m}$$

Lantai 3, 2, 1

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 3,85\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 962,5 \text{ kg/m}$$

Basement

$$\text{- Dinding } \frac{1}{2} \text{ batu} = 1,925\text{m} \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 481,25 \text{ kg/m}$$

Tabel 4.8. Beban merata balok A'-A'' daerah beban segitiga 3 luifel

Balok	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6966	6000	17959,2
Lantai 4	6966	6000	17959,2
Lantai 3	6966	6000	17959,2
Lantai 2	6966	6000	17959,2
Lantai 1	6966	6000	17959,2

Tabel 4.9. Beban merata balok A'-A'' akibat berat sendiri dinding $\frac{1}{2}$ batu

Balok	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3	962,5
Lantai 2	962,5
Lantai 1	962,5
<i>Basement</i>	481,25

Tinjau balok kantilever kolom A = B daerah beban segitiga 5

1. Beban gravitasi pada balok kantilever atap, lantai 4, 3, 2 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\text{- Pelat luifel} = 2,5\text{m} \cdot 0,1\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1500 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 262,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Tegel 2 cm} = 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 300 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Pasir 3 cm} &= 0,03\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 300 \text{ kg} \\
 - \text{Balok kantilever} &= 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1680 \text{ kg} \\
 - \text{Balok luifel} &= 0,1\text{m} \cdot 0,9\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{540 \text{ kg}} + \\
 \text{WD} &= 4582,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 - \text{Luifel} &= 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 300 \text{ kg/m}^2 = 1875 \text{ kg} \\
 - \text{Pekerja} &= 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{625 \text{ kg}} + \\
 \text{WL} &= 2500 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tinjau balok kantilever kolom A = B daerah beban segitiga 4

2. Beban gravitasi pada balok kantilever atap, lantai 4, 3, 2 per meter panjang

a. Beban merata akibat beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Pelat luifel} &= 1,5\text{m} \cdot 0,1\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 900 \text{ kg} \\
 - \text{Spesi 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 21 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 157,5 \text{ kg} \\
 - \text{Tegel 2 cm} &= 1,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 24 \text{ kg/m}^2 \cdot 2 = 180 \text{ kg} \\
 - \text{Pasir 3 cm} &= 0,03\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 180 \text{ kg} \\
 - \text{Balok luifel} &= 0,1\text{m} \cdot 0,9\text{m} \cdot 1,5\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{324 \text{ kg}} + \\
 \text{WD} &= 1741,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban merata akibat beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 - \text{Luifel} &= 1,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 300 \text{ kg/m}^2 = 1125 \text{ kg} \\
 - \text{Pekerja} &= 1,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{375 \text{ kg}} + \\
 \text{WL} &= 1500 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.10. Beban merata balok kantilever daerah beban segitiga 5

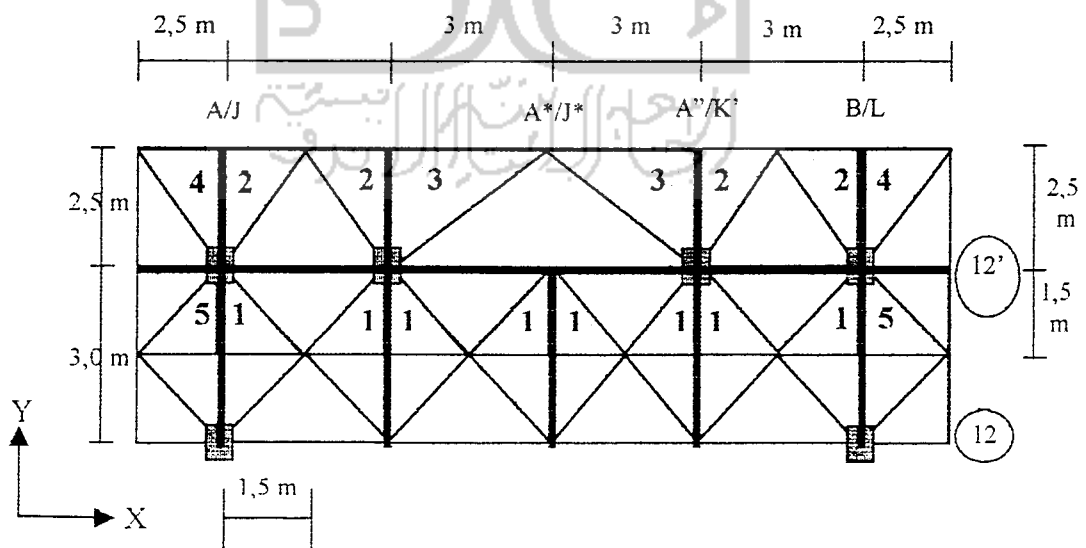
Balok	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4582,5	2500	9499
Lantai 4	4582,5	2500	9499
Lantai 3	4582,5	2500	9499
Lantai 2	4582,5	2500	9499

Tabel 4.11. Beban merata balok kantilever daerah beban segitiga 4

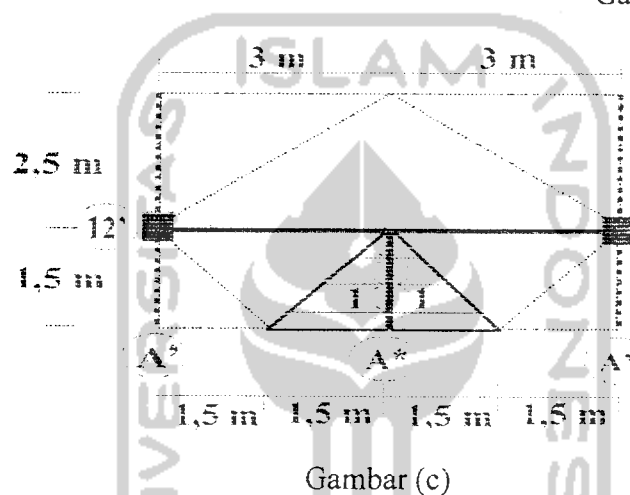
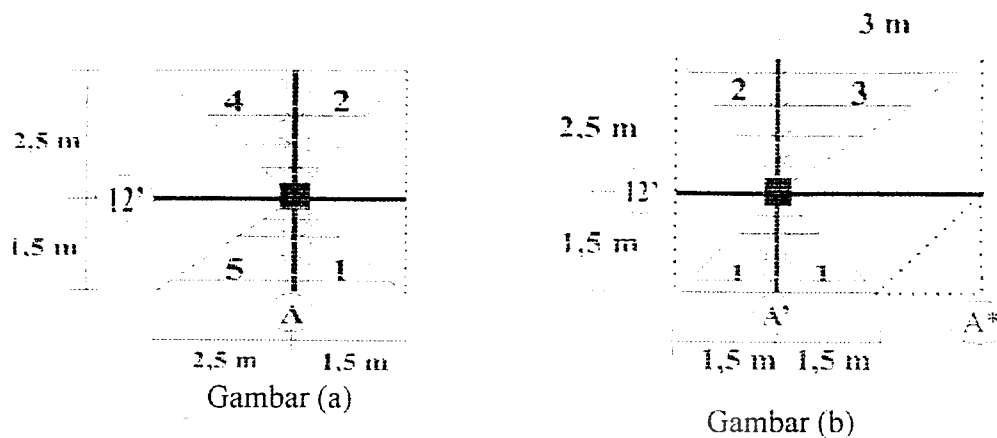
Balok	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1741,5	1500	4489,8
Lantai 4	1741,5	1500	4489,8
Lantai 3	1741,5	1500	4489,8
Lantai 2	1741,5	1500	4489,8

4.5. Perhitungan Beban Titik

Dalam perhitungan pembebanan dipakai luasan dari daerah distribusi pembebanan pada masing-masing tinjauan yang nilainya adalah setengah dari luas daerah pembebanan total yang dipikul balok arah sumbu Y akibat beban plat dan beban balok itu sendiri.



Gambar 4.23. Daerah pembebanan portal as (A12'-B12') = As (J12'-L12') untuk beban titik



- Gambar 4.24. Distribusi daerah beban titik portal as (A12'-B12') = (J12'-L12')
- Distribusi daerah pembebanan untuk beban titik pada balok yang menumpu pada kolom A12'
 - Distribusi daerah pembebanan untuk beban titik pada balok yang menumpu pada kolom A'12'
 - Distribusi daerah pembebanan untuk beban titik pada balok induk bentang (A'-A'') di titik A* akibat beban balok anak.

Luasan daerah pembebanan bentuk segitiga :

- Segitiga 1, luas daerah $= \frac{1}{2} \cdot 1,5\text{m} \cdot 1,5\text{m} = 1,125 \text{ m}^2$
- Segitiga 2 dan 5, luas daerah $= \frac{1}{2} \cdot 2,5\text{m} \cdot 1,5\text{m} = 1,875 \text{ m}^2$
- Segitiga 3, luas daerah $= \frac{1}{2} \cdot 2,5\text{m} \cdot 3,0\text{m} = 3,75 \text{ m}^2$
- Segitiga 4, luas daerah $= \frac{1}{2} \cdot 2,5\text{m} \cdot 2,5\text{m} = 3,125 \text{ m}^2$

Tinjau titik A = titik B

Daerah beban segitiga 1

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat lantai} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 270 \text{ kg} \\
 - \text{Penutup atap} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 &= 56,25 \text{ kg} \\
 - \text{Balok arah Y} &= 1,5\text{m} \cdot 0,45\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{648 \text{ kg}} + \\
 && \text{WD} &= 974,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 - \text{Atap} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= 112,5 \text{ kg} \\
 - \text{Air hujan} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 &= 22,5 \text{ kg} \\
 - \text{Pekerja} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= \underline{112,5 \text{ kg}} + \\
 && \text{WL} &= 247,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat lantai} &= 1,125\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 324 \text{ kg} \\
 - \text{Spesi 2 cm} &= 1,125\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 &= 47,25 \text{ kg} \\
 - \text{Tegel 2 cm} &= 1,125\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 &= 54 \text{ kg} \\
 - \text{Pasir 3 cm} &= 1,125\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= 54 \text{ kg} \\
 - \text{Balok arah Y} &= 1,5\text{m} \cdot 0,45\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{648 \text{ kg}} + \\
 && \text{WD} &= 1127,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (WL)

Lt. 4

$$\text{- Studio perancangan} = 1,125\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 450 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 1,125\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 281,25 \text{ kg}$$

Daerah beban segitiga 2

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 1,875\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 450 \text{ kg}$$

$$\text{- Penutup atap} = 1,875\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 = 93,75 \text{ kg}$$

$$\text{- Balok arah Y} = 1,5\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{1008 \text{ kg}} +$$

$$\text{WD} = 1551,75 \text{ kg}$$

b. Beban hidup (WL)

$$\text{- Atap} = 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = 187,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Air hujan} = 1,875\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 = 37,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Pekerja} = 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{187,5 \text{ kg}} +$$

$$\text{WL} = 412,5 \text{ kg}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom

A12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 1,875\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 540 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 1,875\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 = 78,75 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Tegel 2 cm} &= 1,875\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 &= 90 \text{ kg} \\
 - \text{Pasir 3 cm} &= 1,875\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= 90 \text{ kg} \\
 - \text{Balok arah Y} &= 1,5\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{1008 \text{ kg}} + \\
 \text{WD} &&= 1806,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban hidup (WL)

Lt. 4

$$- \text{Studio perancangan} = 1,875\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 750 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$- \text{Kelas, audio visual} = 1,875\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 468,75 \text{ kg}$$

Daerah beban segitiga 4

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat lantai} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 750 \text{ kg} \\
 - \text{Penutup atap} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 &= \underline{156,25 \text{ kg}} + \\
 \text{WD} &&= 906,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 - \text{Atap} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= 31,25 \text{ kg} \\
 - \text{Air hujan} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 &= 62,5 \text{ kg} \\
 - \text{Pekerja} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= \underline{31,25 \text{ kg}} + \\
 \text{WL} &&= 125 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat lantai} &= 3,125\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 900 \text{ kg} \\
 - \text{Spesi 2 cm} &= 3,125\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 &= 131,25 \text{ kg} \\
 - \text{Tegel 2 cm} &= 3,125\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 &= 150 \text{ kg} \\
 - \text{Pasir 3 cm} &= 3,125\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= \underline{150 \text{ kg} +} \\
 && \text{WD} &= 1331,25 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (WL)

Lt. 4

$$- \text{Studio perancangan} = 3,125\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 1250 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$- \text{Kelas, audio visual} = 3,125\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 781,25 \text{ kg}$$

Daerah beban segitiga 5

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 - \text{Plat lantai} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 450 \text{ kg} \\
 - \text{Penutup atap} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 &= \underline{93,75 \text{ kg} +} \\
 && \text{WD} &= 543,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 - \text{Atap} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= 187,5 \text{ kg} \\
 - \text{Air hujan} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 &= 37,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{- Pekerja} = 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{187,5 \text{ kg}}$$

$$\text{WL} = 412,5 \text{ kg}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 1,875\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 540 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 1,875\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 = 78,75 \text{ kg}$$

$$\text{- Tegel 2 cm} = 1,875\text{m}^2 \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 = 90 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir 3 cm} = 1,875\text{m}^2 \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = \underline{90 \text{ kg}}$$

$$\text{WD} = 798,75 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

Lt. 4

$$\text{- Studio perancangan} = 1,875\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 750 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 1,875\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 468,75 \text{ kg}$$

Beban titik ultimit balok yang menumpu pada kolom A12' adalah :

Tabel 4.12 Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A12'

Balok	Segitiga 1	Segitiga 5	Segitiga 2	Segitiga 4	WD Total (kg)
Atap	974,25	543,75	1551,75	906,25	3976
Lt. 4-3-2-1	1127,5	798,75	1806,75	1331,25	5064,25

Tabel 4.13. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A12'

Balok	Segitiga 1	Segitiga 5	Segitiga 2	Segitiga 4	WL Total (kg)
Atap	247,5	412,5	412,5	125	1197,5
Lt. 4	450	750	750	1250	3200
Lt. 3-2-1	281,25	468,75	468,75	781,25	1999,95

Tabel 4.14. Beban titik ultimit tinjau kolom A12'

Balok	WD (kg)	WL (kg)	WU (kg)
Atap	3976	1197,5	6687,2
Lt. 4	5064,25	3200	11197,1
Lt. 3	5064,25	1999,95	9277,02
Lt. 2	5064,25	1999,95	9277,02
Lt. 1	5064,25	1999,95	9277,02

Keterangan : $WU = 1,2WD + 1,6WL$

Tinjau titik A' = titik A''

Untuk hitungan beban titik balok yang menumpu pada kolom A'12', daerah distribusi beban adalah daerah segitiga 2, segitiga 3 dan 2 daerah segitiga 1 dengan perhitungan :

Daerah beban segitiga 1

Luasan terpakai adalah 2 kali segitiga 1 = $2 \times 1,125m^2 = 2,25m^2$.

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 2,25m^2 \cdot 0,1m \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 540 \text{ kg}$$

$$\text{- Penutup atap} = 2,25m^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 = 112,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Balok arah Y} = 1,5\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{882} \text{ kg} +$$

$$\text{WD} = 1534,5 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\text{- Atap} = 2,25\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = 225 \text{ kg}$$

$$\text{- Air hujan} = 2,25\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 = 22,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Pekerja} = 2,25\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = \underline{225} \text{ kg} +$$

$$\text{WL} = 472,5 \text{ kg}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 2,25 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 648 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 2,25\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 = 94,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Tegel 2 cm} = 2,25\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 = 108 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir 3 cm} = 2,25\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 1080 \text{ kg}$$

$$\text{- Balok arah Y} = 1,5\text{m} \cdot 0,35\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{882} \text{ kg} +$$

$$\text{WD} = 2812,5 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\text{Lt. 4, Studio perancangan} = 2,25\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 900 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 2,25\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 562,5 \text{ kg}$$

Daerah beban segitiga 2

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 \text{- Plat lantai} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 450 \text{ kg} \\
 \text{- Penutup atap} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 &= 93,75 \text{ kg} \\
 \text{- Balok arah Y} &= 1,5\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{1008 \text{ kg}} + \\
 & & \text{WD} &= 1551,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\begin{aligned}
 \text{- Atap} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= 187,5 \text{ kg} \\
 \text{- Air hujan} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 &= 37,5 \text{ kg} \\
 \text{- Pekerja} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 &= \underline{187,5 \text{ kg}} + \\
 & & \text{WL} &= 412,5 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\begin{aligned}
 \text{- Plat lantai} &= 1,875\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= 540 \text{ kg} \\
 \text{- Spesi 2 cm} &= 1,875\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 &= 78,75 \text{ kg} \\
 \text{- Tegel 2 cm} &= 1,875\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 &= 90 \text{ kg} \\
 \text{- Pasir 3 cm} &= 1,875\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 &= 90 \text{ kg} \\
 \text{- Balok arah Y} &= 1,5\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 0,7\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 &= \underline{1008 \text{ kg}} + \\
 & & \text{WD} &= 1806,75 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

b. Beban Hidup (WL)

Lt. 4

$$\text{- Studio perancangan} = 1,875\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 750 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 1,875\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 468,75 \text{ kg}$$

Daerah beban segitiga 3

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 3,75\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 450 \text{ kg}$$

$$\text{- Penutup atap} = 3,75\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2 = 93,75 \text{ kg} +$$

$$\text{WD} = 543,75 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\text{- Atap} = 3,75\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = 375 \text{ kg}$$

$$\text{- Air hujan} = 3,75\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2 = 75 \text{ kg}$$

$$\text{- Pekerja} = 3,75\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2 = 375 \text{ kg} +$$

$$\text{WL} = 825 \text{ kg}$$

2. Beban titik pada balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 yang menumpu pada kolom A'12'

a. Beban mati (WD)

$$\text{- Plat lantai} = 3,75\text{m}^2 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = 1080 \text{ kg}$$

$$\text{- Spesi 2 cm} = 3,75\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2 = 157,5 \text{ kg}$$

$$\text{- Tegel 2 cm} = 3,75\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2 = 180 \text{ kg}$$

$$\text{- Pasir 3 cm} = 3,75\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3 = 180 \text{ kg} +$$

$$\text{WD} = 1597,5 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

$$\text{Lt. 4, Studio perancangan} = 3,75\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 1500 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 3,75\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 937,5 \text{ kg}$$

Beban titik ultimit balok yang menumpu pada kolom A'12' adalah :

Tabel 4.15. Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A'12'

Balok	Segitiga 1	Segitiga 2	Segitiga 3	WD Total (kg)
Atap	1534,5	1551,75	543,75	3630
Lt. 4-3-2-1	2812,5	1806,75	1597,5	6216,75

Tabel 4.16. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A'12'

Balok	Segitiga 1	Segitiga 2	Segitiga 3	WL Total (kg)
Atap	472,5	412,5	825	1710
Lt. 4	900	750	1500	3150
Lt. 3-2-1	562,5	468,75	937,5	1968,75

Tabel 4.17. Beban titik ultimit tinjau kolom A'12'

Balok	WD (kg)	WL (kg)	WU (kg)
Atap	3630	1710	7092
Lt. 4	6216,75	3150	12500
Lt. 3	6216,75	1968,75	10610
Lt. 2	6216,75	1968,75	10610
Lt. 1	6216,75	1968,75	10610

Tinjau titik A* = titik K

Untuk hitungan beban titik balok yang menumpu pada kolom A*, daerah distribusi beban adalah daerah 2 daerah segitiga 1 dengan perhitungan :

Daerah beban segitiga 1

Luasan terpakai adalah 2 kali segitiga 1 = $2 \times 1,125\text{m}^2 = 2,25\text{m}^2$.

1. Beban titik pada balok atap yang menumpu pada kolom A*12'

a. Beban mati (WD)

- Plat lantai	= $2,25\text{m}^2 \cdot 0,1\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	= 540	kg
- Penutup atap	= $2,25\text{m}^2 \cdot 50 \text{ kg/m}^2$	= 112,5	kg
- Balok arah Y	= $1,5\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	= 360	kg +
		WD	= 1012,5 kg

b. Beban Hidup (WL)

- Atap	= $2,25\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2$	= 225	kg
- Air hujan	= $2,25\text{m}^2 \cdot 20 \text{ kg/m}^2$	= 22,5	kg
- Pekerja	= $2,25\text{m}^2 \cdot 100 \text{ kg/m}^2$	= 225	kg +
		WL	= 472,5 kg

2. Beban titik balok Lt. 4, Lt. 3, Lt. 2, dan Lt. 1 pada kolom A*12'

a. Beban mati (WD)

- Plat lantai	= $2,25 \cdot 0,12\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3$	= 648	kg
- Spesi 2 cm	= $2,25\text{m} \cdot 2 \cdot 21 \text{ kg/m}^2$	= 94,5	kg
- Tegel 2 cm	= $2,25\text{m} \cdot 2 \cdot 24 \text{ kg/m}^2$	= 108	kg
- Pasir 3 cm	= $2,25\text{m} \cdot 0,03 \cdot 1600 \text{ kg/m}^3$	= 1080	kg

$$\text{- Balok arah Y} = 1,5\text{m} \cdot 0,25\text{m} \cdot 0,4\text{m} \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 = \underline{360 \text{ kg}} +$$

$$\text{WD} = 2290,5 \text{ kg}$$

b. Beban Hidup (WL)

Lt. 4

$$\text{- Studio perancangan} = 2,25\text{m}^2 \cdot 400 \text{ kg/m}^2 = 900 \text{ kg}$$

Lt. 3, Lt. 2, Lt. 1

$$\text{- Kelas, audio visual} = 2,25\text{m}^2 \cdot 250 \text{ kg/m}^2 = 562,5 \text{ kg}$$

Beban titik ultimit balok yang menumpu pada kolom A*12' = K12' adalah :

Tabel 4.18. Beban titik akibat beban mati (W D) tinjau kolom A*12' = K12'

Balok	Segitiga 1
Atap	1012,5
Lt. 4-3-2-1	2290,5

Tabel 4.19. Beban titik akibat beban hidup (W L) tinjau kolom A*12'

Balok	Segitiga 1
Atap	472,5
Lt. 4	900
Lt. 3-2-1	562,5

Tabel 4.20. Beban titik ultimit tinjau kolom A*12'

Balok	WD (kg)	WL (kg)	WU (kg)
Atap	1012,5	472,5	1971
Lt. 4	2290,5	900	4188,6
Lt. 3	2290,5	562,5	3648,6
Lt. 2	2290,5	562,5	3648,6
Lt. 1	2290,5	562,5	3648,6

Keterangan : $WU = 1,2WD + 1,6WL$

4.6. Ringkasan Hasil Perhitungan

Hasil perhitungan beban merata, beban merata akibat berat dinding $\frac{1}{2}$ batu dan beban titik yang bekerja pada struktur atas akan disajikan dalam tabel 4.20 sampai dengan tabel 4.22 (diambil portal As (A12'-B12') sebagai contoh perhitungan) sedangkan hasil analisa beban pada portal yang lainnya dan hasil analisa SAP90 serta data-data penunjang dalam perhitungan pembebanan dapat dilihat di lampiran pada laporan tugas akhir ini.

Tabel 4.21. Beban merata pada balok portal As (A12'-B12') = As (J12'-L12')
(satuan dalam kg/m)

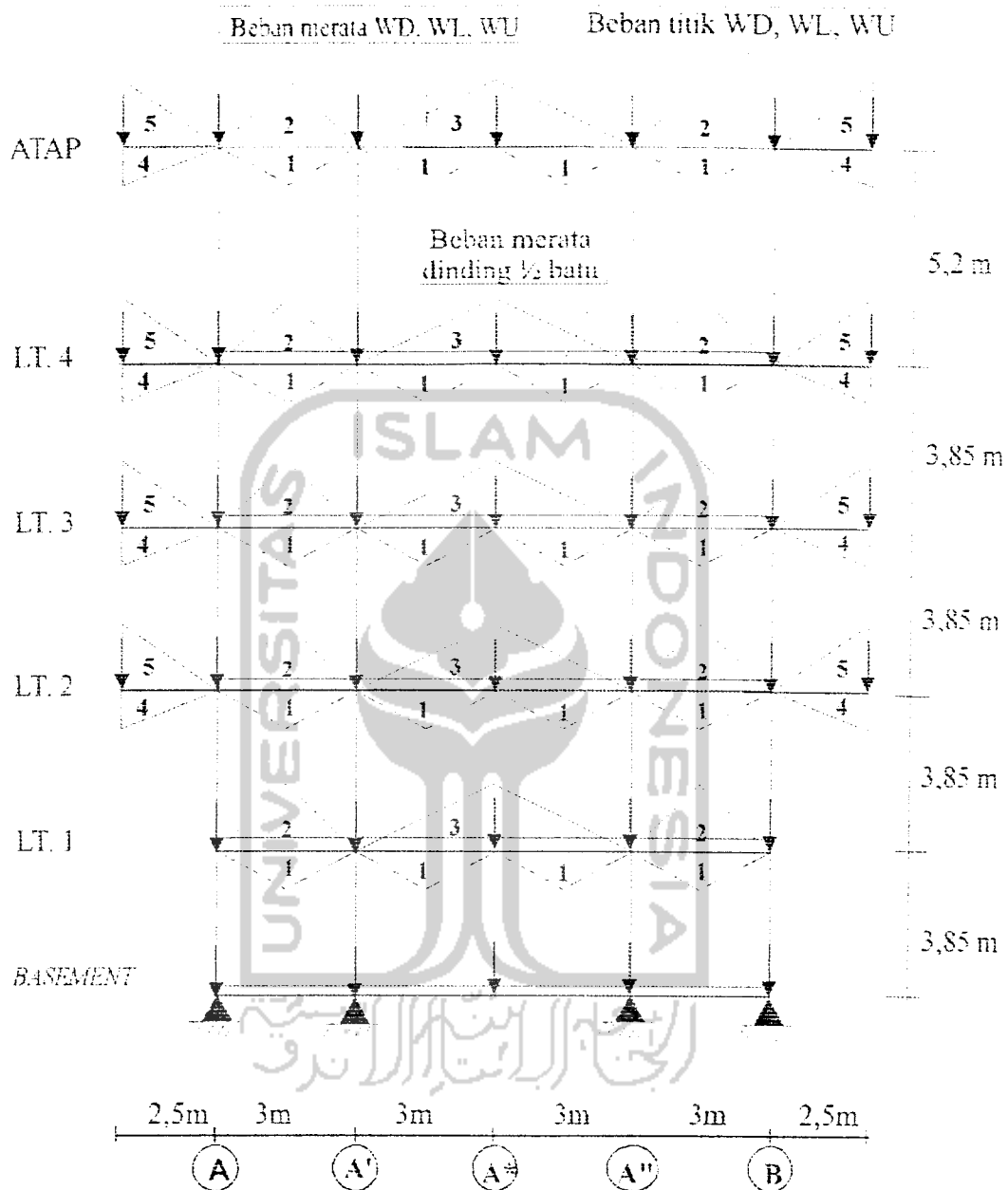
No.	BALOK	BEBAN	DAERAH DISTRIBUSI BEBAN SEGITIGA						
			Luifel		A - A' = A'' - B		A' - A'		
			5	4	2	1	3	1	1
1	ATAP	WD	4582,5	1741,5	3483	2976	6966	2976	2976
		WL	2500	1500	3000	1651	6000	1651	1651
		WU	9499	4489,8	8979,6	6212,8	17959,2	6212,8	6212,8
2	LT. 4	WD	4582,5	1741,5	3483	3213	6966	3213	3213
		WL	2500	1500	3000	1800	6000	1800	1800
		WU	9499	4489,8	8979,6	6735,6	17959,2	6735,6	6735,6
3	LT. 3	WD	4582,5	1741,5	3483	3213	6966	3213	3213
		WL	2500	1500	3000	1125	6000	1125	1125
		WU	9499	4489,8	8979,6	5655,6	17959,2	5655,6	5655,6
4	LT. 2	WD	4582,5	1741,5	3483	3213	6966	3213	3213
		WL	2500	1500	3000	1125	6000	1125	1125
		WU	9499	4489,8	8979,6	5655,6	17959,2	5655,6	5655,6
5	LT. 1	WD			3483	3213	6966	3213	3213
		WL			3000	1125	6000	1125	1125
		WU			8979,6	5655,6	17959,2	5655,6	5655,6

Tabel 4.22. Beban merata balok portal As A12'-B12' akibat berat sendiri dinding ½ batu, satuan dalam kg/m

Balok	Tinjauan Bentang		
	A – A'	A' – A''	A'' – B
Atap	650	650	650
Lt. 4	1131,25	1131,25	1131,25
Lt. 3	962,5	962,5	962,5
Lt. 2	962,5	962,5	962,5
Lt. 1	962,5	962,5	962,5
Basement	481,25	481,25	481,25

Tabel 4.23. Beban titik portal As (A12'-B12') = As (J12'-L12') satuan dalam kg

No.	BALOK	BEBAN	Tinjau Titik						
			Luifel	A	A'	A*	A''	B	Luifel
1	ATAP	WD	0	3976	3630	1012,5	3630	3976	0
		WL	200	1197,5	1710	472,5	1710	1197,5	200
		WU	320	6687,2	7092	1971	7092	6687,2	320
2	LT. 4	WD	0	5064,25	6216,75	2290	6216,75	5064,25	0
		WL	200	3200	3150	900	3150	3200	200
		WU	320	11197,1	12500	4188,6	12500	11197,1	320
3	LT. 3	WD	0	5064,25	6216,75	2290	6216,75	5064,25	0
		WL	200	1999,95	1968,75	562,5	1968,75	1999,95	200
		WU	320	9277,02	10610	3648,6	10610	9277,02	320
4	LT. 2	WD	0	5064,25	6216,75	2290	6216,75	5064,25	0
		WL	200	1999,95	1968,75	562,5	1968,75	1999,95	200
		WU	320	9277,02	10610	3648,6	10610	9277,02	320
5	LT. 1	WD		5064,25	6216,75	2290	6216,75	5064,25	
		WL		1999,95	1968,75	562,5	1968,75	1999,95	
		WU		9277,02	10610	3648,6	10610	9277,02	
6	Basement	WD		5064,25	6216,75	2290	6216,75	5064,25	
		WL		3200	3150	900	3150	3200	
		WU		11197,1	12500	4188,6	12500	11197,1	



Gambar 4.25. Beban merata dan beban titik pada portal as (A12' - B12')
= As (J12' - L12')

Gambar 4.25. adalah contoh portal yang dibebani secara merata dengan daerah distribusi pembebanan berbentuk segitiga dan nantinya akan sangat membantu di dalam memasukan input harga pembebanan dalam bentuk trap.

4.7. *Input Data Pada Analisa SAP 90*

Prosedur penulisan *input* data pada program SAP90 adalah sebagai berikut:

1. Blok data *TITLE LINE* atau baris judul 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 *output file* yang dihasilkan program SAP90

2. Langkah selanjutnya penulisan blok data *SYSTEM*

3. Kemudian kita tulis *JOINT*, blok data *JOINT* ini berfungsi untuk mendefinisikan kedudukan dari join-join dari struktur sesuai dengan koordinatnya

4. Blok data *RESTRAINTS*

Data *RESTRAINTS* dari suatu join terdiri dari enam buah konstanta.

Untuk - sendi $R=1,1,1,1,1,0$

- Jepit $R=1,1,1,1,1,1$

- rol $R=0,1,1,1,1,0$

- bebas $R=0,0,1,1,1,0$

5. Blok data *FRAME*

Blok data *FRAME* mendefinisikan sifat-sifat elemen struktur dan pembebanannya. Pada langkah ini kita sebutkan jumlah jenis elemen (NM) dan jumlah jenis beban yang bekerja (NL).

Pada portal as ($A12' - B12'$) = As ($J12' - L12'$) NM= 3 ini berarti jenis elemennya ada tiga yaitu:

- SH=R T=.45,.40 E=2.102E6
- SH=R T=.70,.40 E=2.102E6
- SH=R T=.55,.55 E=2.102E6

NL = 16 berarti jenis bebannya ada 16 macam, yaitu:

- beban yang ada di lantai 1 sampai dengan lantai 3 berjumlah 8
- beban yang ada di lantai 4 ada dua buah
- beban yang ada di atap berjumlah 6

Kemudian mendefinisikan jenis material pada masing-masing elemen

6. Blok data *LOAD*

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

7. Blok data *COMBO*

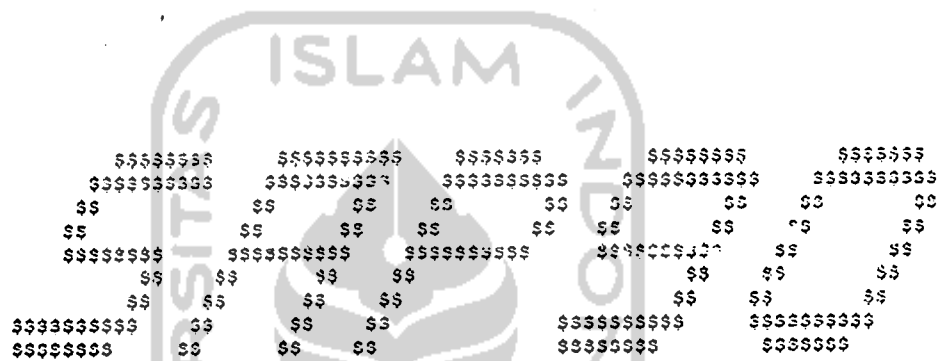
Blok data *COMBO* digunakan untuk mendefinisikan kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur. Jika blok data *COMBO* ini tidak didefinisikan, maka hasil keluaran program yang berhubungan dengan kondisi beban-beban yang ada akan diperoleh tanpa ada kombinasi.

Hasil hitungan SAP untuk portal as (A12'-B12') = as (J12'-I12') dapat dilihat pada halaman 105 sampai dengan halaman 122. Halaman 106 dan 107 merupakan *input* data, halaman 108 sampai dengan halaman 114 merupakan *output* data dan halaman 115 sampai dengan 122 merupakan *output* gambar.

- a. Halaman 106 dan 107 merupakan *input* data.

Struktur portal tersebut merupakan struktur *frame* yang mempunyai 32 join dan 46 elemen, pada join 1,2,3 dan 4 perletakkannya adalah sendi sedangkan join lainnya adalah bebas. Ukuran dimensi kolom adalah 55/55, sedangkan ukuran dimensi baloknya adalah 45/40 dan 40/70 dengan bentuk penampangnya adalah bentuk persegi. Dari gambar 4.22 dapat dilihat ada 7 jenis pembebanan dilihat dari kedudukannya yaitu:

- Beban segitiga 1 sampai dengan 5 merupakan beban merata akibat beban gravitasi
 - Beban titik yang berada di masing-masing join.
 - Pada lantai 1,2,3,4 ada beban merata akibat dinding $\frac{1}{2}$ batu
- b. Halaman 108 dan 112 merupakan file EXAMPLE.F3F yang berisi *output* gaya elemen dari elemen *frame*.
- c. Halaman 113 dan 114 merupakan file EXAMPLE.SOL yang berisi *output* reaksi-reaksi join, beban-beban terapan dan perpindahan join.
- d. Halaman 115 merupakan gambar portal yang berisi detail join dan detail elemen. Dari gambar tersebut terlihat jelas bahwa portal tersebut memiliki 32 join dan 46 elemen.
- e. Halaman 116 merupakan gambar beban aksial pada kolom portal, halaman 117 merupakan gambar momen yang terjadi pada portal, halaman 118 merupakan gambar akibat beban merata dinding $\frac{1}{2}$ batu, halaman 119 sampai dengan 121 merupakan gambar akibat beban merata karena adanya beban gravitasi, halaman 122 merupakan gambar *deformasi* yang terjadi.



STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.20

Copyright (C) 1978-1990

EDWARD L. WILSON

All rights reserved

جامعة الإسلام
الاندونيسية

PORTAL AS (A12'-B12') KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T,M) By Iwan & Tiwi
SYSTEM

L=4

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=3

3 X=9

4 X=12

17 X=0 Y=15.4 G=1,17,4

18 X=3 Y=15.4 G=2,18,4

19 X=9 Y=15.4 G=3,19,4

20 X=12 Y=15.4 G=4,20,4

21 X=0 Y=20.6

22 X=3 Y=20.6

23 X=9 Y=20.6

24 X=12 Y=20.6

25 X=-2.5 Y=7.7

27 X=-2.5 Y=15.4 G=25,27,1

28 X=-2.5 Y=20.6

29 X=14.5 Y=7.7

31 X=14.5 Y=15.4 G=29,31,1

32 X=14.5 Y=20.6

RESTRAINT

1 4 1 R=1,1,1,1,1,0

5 32 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=3 NL=16

C KARAKTERISTIK ELEMEN

1 SH=R T=.45,.40 E=2.102E6

2 SH=R T=.70,.40 E=2.102E6

3 SH=R T=.55,.55 E=2.102E6

C BEBAN ELEMEN

C LANTAI 1-3

1 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556,0,3,0,0

2 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556,0,6,0,0 FLD=3,-3.6486,0

3 TRAP=0,0,0,1.5,-8.9796,0,3,0,0

4 TRAP=0,0,0,3,-17.9592,0,6,0,0

5 TRAP=0,-4.4898,0,2.5,0,0

6 TRAP=0,-9.4890,0,2.5,0,0

7 TRAP=0,0,0,2.5,-4.4896,0

8 TRAP=0,0,0,2.5,-9.4890,0

C LANTAI 4

9 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356,0,3,0,0

10 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 FLD=3,-4.1886,0

C ATAP

11 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2128,0,3,0,0

12 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2128,0,6,0,0 FLD=3,-1.971,0

13 WL=0,-0.48125,0

14 WL=0,-0.9625,0

15 WL=0,-1.13125,0

16 WL=0,-0.650,0

C KOLOM

1,1,5 M=3 G=3,1,1,1

5,5,9 M=3 G=3,1,1,1

9,9,13 G=3,1,1,1

13,13,17 G=3,1,1,1

17,17,21 G=3,1,1,1
 C BALOK
 21,1,2 M=1 NSL=13 G=2,1,1,1
 24,5,6 M=1 NSL=14,1,3 G=1,2,2,2
 25,6,7 M=1 NSL=14,1,2,4
 27,9,10 M=1 NSL=14,1,3 G=1,2,2,2
 28,10,11 M=1 NSL=14,1,2,4
 30,13,14 M=1 NSL=14,1,3 G=1,2,2,2
 31,14,15 M=1 NSL=14,1,2,4
 33,17,18 M=1 NSL=15,1,3 G=1,2,2,2
 34,18,19 M=1 NSL=15,9,10,4
 36,21,22 M=1 NSL=16,1,3 G=1,2,2,2
 37,22,23 M=1 NSL=16,11,12,4
 39,25,9 M=2 NSL=0,5,6 G=3,1,1,4
 43,12,29 M=2 NSL=0,7,8 G=3,1,4,1

LOAD

C BEBAN TITIK AS A
 5 13 4 F=0,-9.27702,0 L=1
 17 F=0,-11.1971,0
 21 F=0,-6.6872,0
 C BEBAN TITIK AS A'
 6 14 4 F=0,-10.610,0
 18 F=0,-12.5,0
 22 F=0,-7.092,0
 C BEBAN TITIK AS A''
 7 15 4 F=0,-10.610,0
 19 F=0,-12.5,0
 23 F=0,-7.092,0
 C BEBAN TITIK AS B
 8 16 1 F=0,-9.27702,0
 20 F=0,-11.1971,0
 24 F=0,-6.6872,0
 C BEBAN TITIK LUIFEL
 25 32 1 F=0,-0.32,0

COMBO

1 C=1,1,1,1

PORTAL AS (A12`-B12`) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T,M) By Iwan & Tiwi

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COME	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
1	1	-203.18 ✓	.0	-1.54	1.60			
			3.9	-1.54	-4.31			
2	1	-328.41 ✓	.0	-4.30	3.58			
			3.9	-4.30	-12.97			
3	1	-327.34 ✓	.0	4.29	-3.48			
			3.9	4.29	13.04			
4	1	-185.22 ✓	.0	1.55	-1.53			
			3.9	1.55	4.43			
5	1	-184.17	.0	1.46	.57			
			3.9	1.46	6.17			
6	1	-262.53	.0	-10.45	20.54			
			3.9	-10.45	-19.70			
7	1	-261.57	.0	10.43	-20.40			
			3.9	10.43	19.75			
8	1	-166.16	.0	-1.43	-.51			
			3.9	-1.43	-6.01			
9	1	-133.20	.0	4.88	-10.07			
			3.9	4.88	8.73			
10	1	-192.24	.0	-10.37	19.88			
			3.9	-10.37	-20.06			
11	1	-191.49	.0	10.33	-19.75			
			3.9	10.33	20.03			
12	1	-124.34	.0	-4.84	10.05			
			3.9	-4.84	-8.60			

13	1	-82.01	.0	3.69	-7.46
			3.9	3.69	6.76
14	1	-122.15	.0	-10.50	20.13
			3.9	-10.50	-20.30
15	1	-121.68	.0	10.46	-20.04
			3.9	10.46	20.23
16	1	-82.26	.0	-3.65	7.39
			3.9	-3.65	-6.67
17	1	-37.70	.0	4.44	9.10
			5.2	4.44	13.97
18	1	-57.03	.0	-10.25	22.61
			5.2	-10.25	-30.48
19	1	-56.81	.0	10.21	-22.72
			5.2	10.21	30.36
20	1	-37.82	.0	-4.40	9.02
			5.2	-4.40	-13.85
21	1	.00	.0	1.80	-1.60
			3.0	.36	1.65
22	1	.00	.0	1.45	-1.94
			3.0	.00	.25
			6.0	-1.44	-1.90
23	1	.00	.0	-.31	1.57
			3.0	-1.76	-1.53
24	1	-2.99	.0	9.74	-4.88
			1.3	.00	3.39
			1.5	-2.68	3.15
			3.0	-15.10	-12.93

26	1	-2.98	.0	15.06	-12.86
			1.5	2.64	3.16
			1.7	.00	3.39
			3.0	-9.78	-4.94
25	1	3.16	.0	40.16	-46.44
			1.5	27.74	7.23
			3.0	-1.80	30.04
			4.5	-27.69	7.30
			6.0	-40.11	-46.29
24	1	-3.43	.0	14.61	-13.70
			1.5	2.19	1.65
			1.6	.00	1.81
			3.0	-10.23	-7.12
29	1	-3.42	.0	10.10	-6.92
			1.3	.00	1.84
			1.5	-2.32	1.66
			3.0	-14.74	-13.88
28	1	-3.51	.0	40.18	-46.70
			1.5	27.76	7.00
			3.0	-1.78	29.85
			4.5	-27.67	7.15
			6.0	-40.09	-46.41
30	1	1.19	.0	14.84	-13.74
			1.5	2.42	1.94
			1.7	.00	2.14
			3.0	-19.00	-6.49
32	1	1.19	.0	9.85	-6.25
			1.3	.00	2.18
			1.5	-2.57	1.96
			3.0	-14.99	-13.96
31	1	1.32	.0	40.19	-46.67
			1.5	27.77	7.05
			3.0	-1.77	29.91
			4.5	-27.65	7.22
			6.0	-40.07	-46.32

33	1	-.74	.0	15.32	-14.07
			1.5	2.64	2.14
			1.7	.00	2.37
			3.0	-10.03	-6.15
35	1	-.74	.0	9.90	-5.94
			1.3	.00	2.41
			1.5	-2.77	2.15
			3.0	-15.44	-14.25
34	1	-1.00	.0	42.59	-49.26
			1.5	29.11	7.46
			3.0	-2.93	31.33
			4.5	-28.99	7.64
			6.0	-42.47	-48.90
36	1	4.44	.0	13.21	-15.96
			1.5	1.26	-2.37
			1.6	.00	-2.31
			3.0	-10.69	-12.19
38	1	4.40	.0	10.58	-11.98
			1.4	.00	-2.27
			1.5	-1.37	-2.33
			3.0	-13.32	-16.10
37	1	-5.81	.0	39.25	-42.66
			1.5	26.68	9.78
			3.0	-.93	31.24
			4.5	-26.77	9.94
			6.0	-39.14	-42.34
39	1	.00	.0	-.32	.00
			2.5	-17.80	-29.93
40	1	.00	.0	-.32	.00
			2.5	-17.80	-29.93
41	1	.00	.0	-.32	.00
			2.5	-17.80	-29.93
42	1	.00	.0	-.32	.00
			2.5	-17.80	-29.93

43	1	.00	.0	17.81	-29.94
			2.5	.32	.00
44	1	.00	.0	17.81	-29.94
			2.5	.32	.00
45	1	.00	.0	17.81	-29.94
			2.5	.32	.00
46	1	.00	.0	17.81	-29.94
			2.5	.32	.00



PROGRAM:SAP90/FILE:A12`-B12.SOL

PORTAL AS (A12`-B12`) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T,M) By Iwan & Tiwi

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	1.5354	204.9830	.0000
2	4.2996	329.4984	.0000
3	-4.2883	328.4706	.0000
4	-1.5467	186.9748	.0000
5	.0000	-9.2770	.0000
6	.0000	-10.6100	.0000
7	.0000	-10.6100	.0000
8	.0000	-9.2770	.0000
9	.0000	-18.5540	.0000
10	.0000	-19.8870	.0000
11	.0000	-19.8870	.0000
12	.0000	-9.2770	.0000
13	.0000	-18.5540	.0000
14	.0000	-19.8870	.0000
15	.0000	-19.8870	.0000
16	.0000	-9.2770	.0000
17	.0000	-11.1971	.0000
18	.0000	-12.5000	.0000
19	.0000	-12.5000	.0000
20	.0000	-11.1971	.0000
21	.0000	-6.6872	.0000
22	.0000	-7.0920	.0000
23	.0000	-7.0920	.0000
24	.0000	-6.6872	.0000
25	.0000	-.3200	.0000
26	.0000	-.3200	.0000
27	.0000	-.3200	.0000
28	.0000	-.3200	.0000
29	.0000	-.3200	.0000
30	.0000	-.3200	.0000
31	.0000	-.3200	.0000
32	.0000	-.3200	.0000

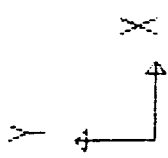
PROGRAM:SAP90/FILE:A12`-B12.SOL

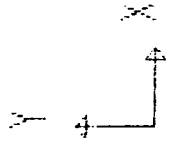
PORTAL AS (A12`-B12`) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T,M) By Iwan & Tiwi

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.4587E-04
2	.0000E+00	.0000E+00	.2263E-03
3	.0000E+00	.0000E+00	-.2204E-03
4	.0000E+00	.0000E+00	-.3936E-04
5	-.000035	-.001230	-.000280
6	-.000058	-.001988	-.000901
7	-.000008	-.001982	.000928
8	-.000032	-.001121	.000309
9	-.000056	-.002345	.000529
10	-.000083	-.003578	-.000800
11	-.000139	-.003560	.000849
12	-.000166	-.002128	-.000474
13	-.000244	-.003152	.000369
14	-.000235	-.004742	-.000822
15	-.000214	-.004725	.000884
16	-.000204	-.002880	-.000300
17	-.000338	-.003648	.000285
18	-.000344	-.005482	-.000843
19	-.000360	-.005462	.000907
20	-.000366	-.003378	-.000215
21	-.000517	-.003957	.001075
22	-.000482	-.005948	-.002086
23	-.000574	-.005927	.002145
24	-.000539	-.003686	-.000998
25	-.000056	-.005980	.001707
26	-.000244	-.006386	.001547
27	-.000338	-.006673	.001463
28	-.000517	-.008355	.002253
29	-.000166	-.005625	-.001653
30	-.000204	-.005943	-.001478
31	-.000366	-.006227	-.001393
32	-.000539	-.008495	-.002176

	<p>A12'-B12' UNDEFORMED SHAPE</p>	<p>OPTIONS JOINT IDS ELEMENT IDS WIRE FRAME</p>	<p>SAP90</p>
<p>28 42 21 16 22 37 23 38 24 45 32</p>	<p>27 41 17 33 18 34 19 35 20 45 31</p>	<p>26 40 13 30 14 31 15 32 16 44 30</p>	<p>25 39 9 27 10 28 11 29 12 43 29</p>
<p>17</p>	<p>18</p>	<p>19</p>	<p>20</p>
<p>13</p>	<p>14</p>	<p>15</p>	<p>16</p>
<p>9</p>	<p>10</p>	<p>11</p>	<p>12</p>
<p>5</p>	<p>6</p>	<p>7</p>	<p>8</p>
<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>
<p>1</p>	<p>2</p>	<p>3</p>	<p>4</p>



A12'-B12'

FRAME

OUTPUT

P

LOAD

I

ENVELOPES

MIN < 2>

- .3284E+03

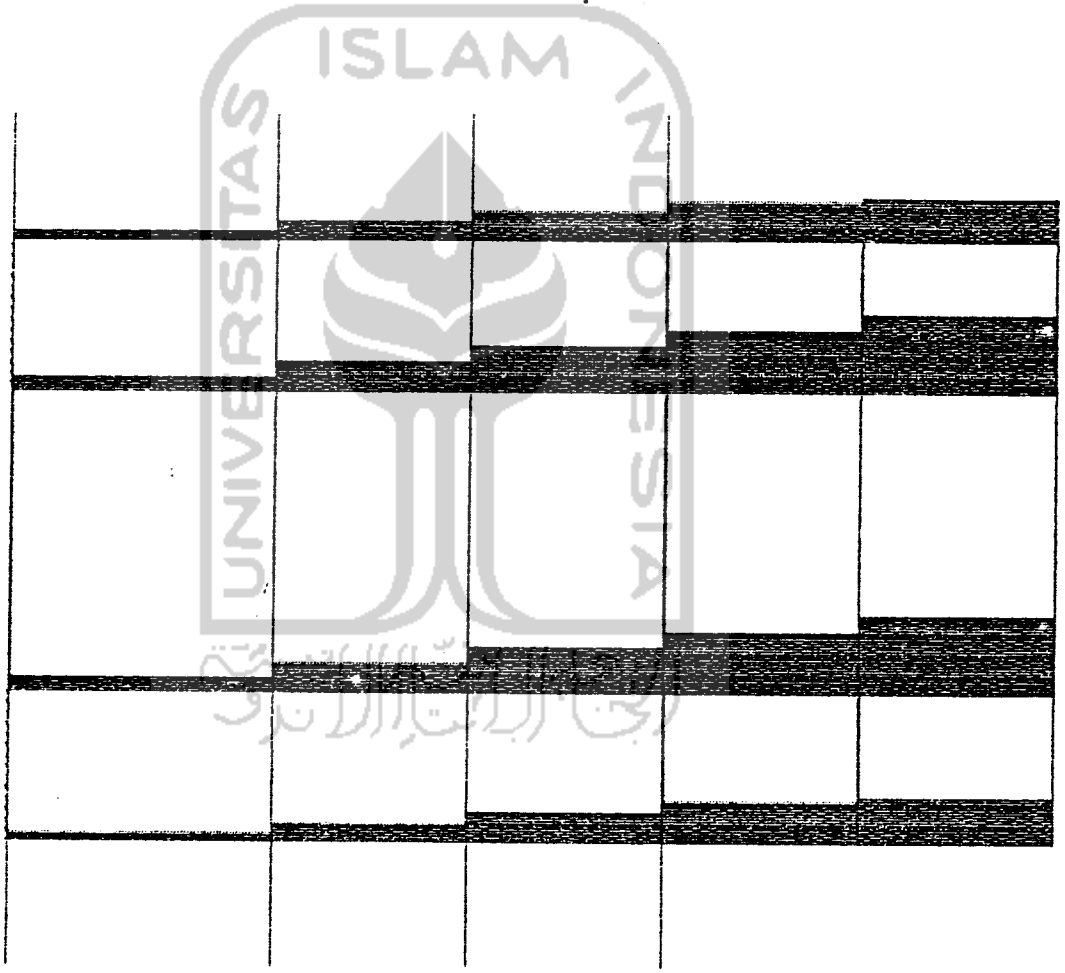
AT .00

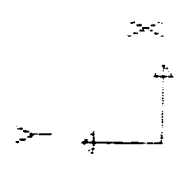
MAX < 36>

.4437E+01

AT .00

SAP90





A12'-B12'

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 34>

- .4926E+02

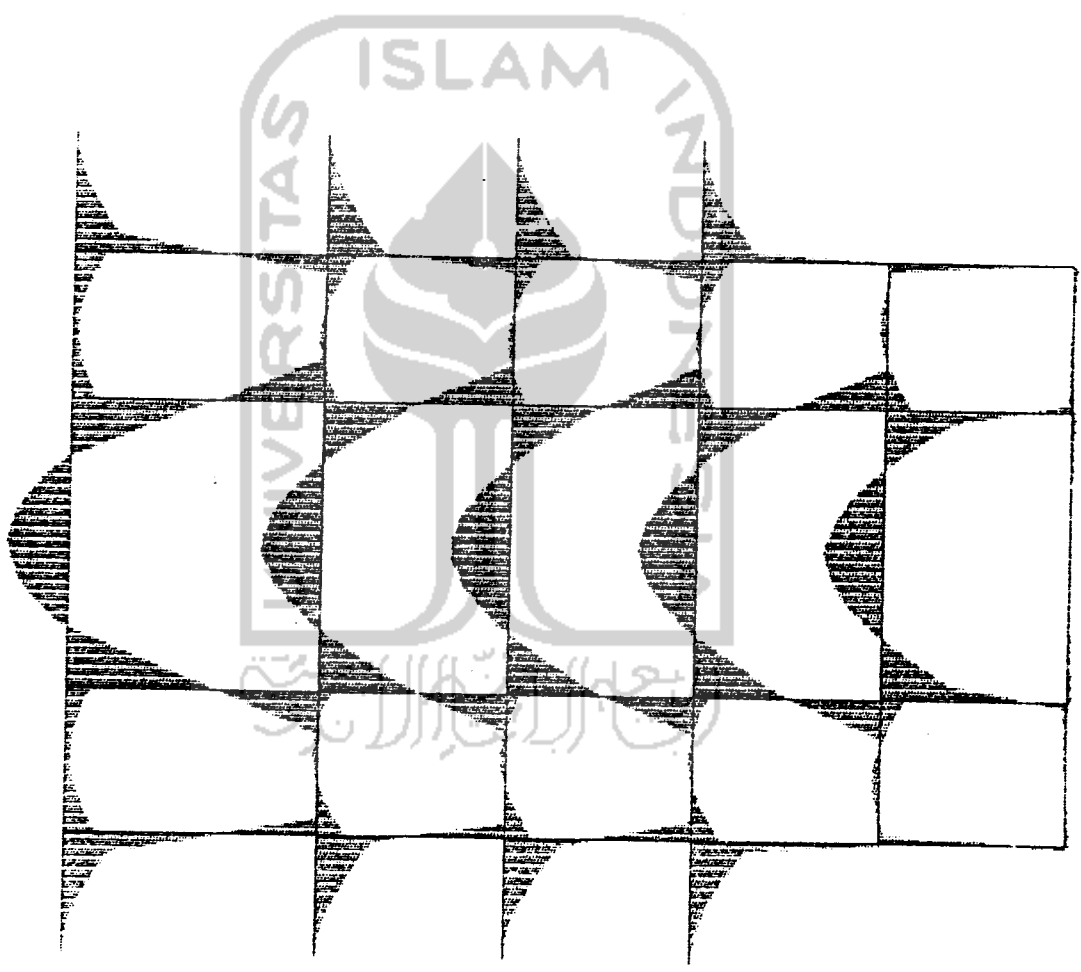
AT .000

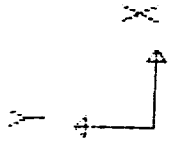
MAX < 34>

.3111E+02

AT 3.08

SAP90





A12'-B12'

FRAME
LOADS

LOAD I

MINIMA

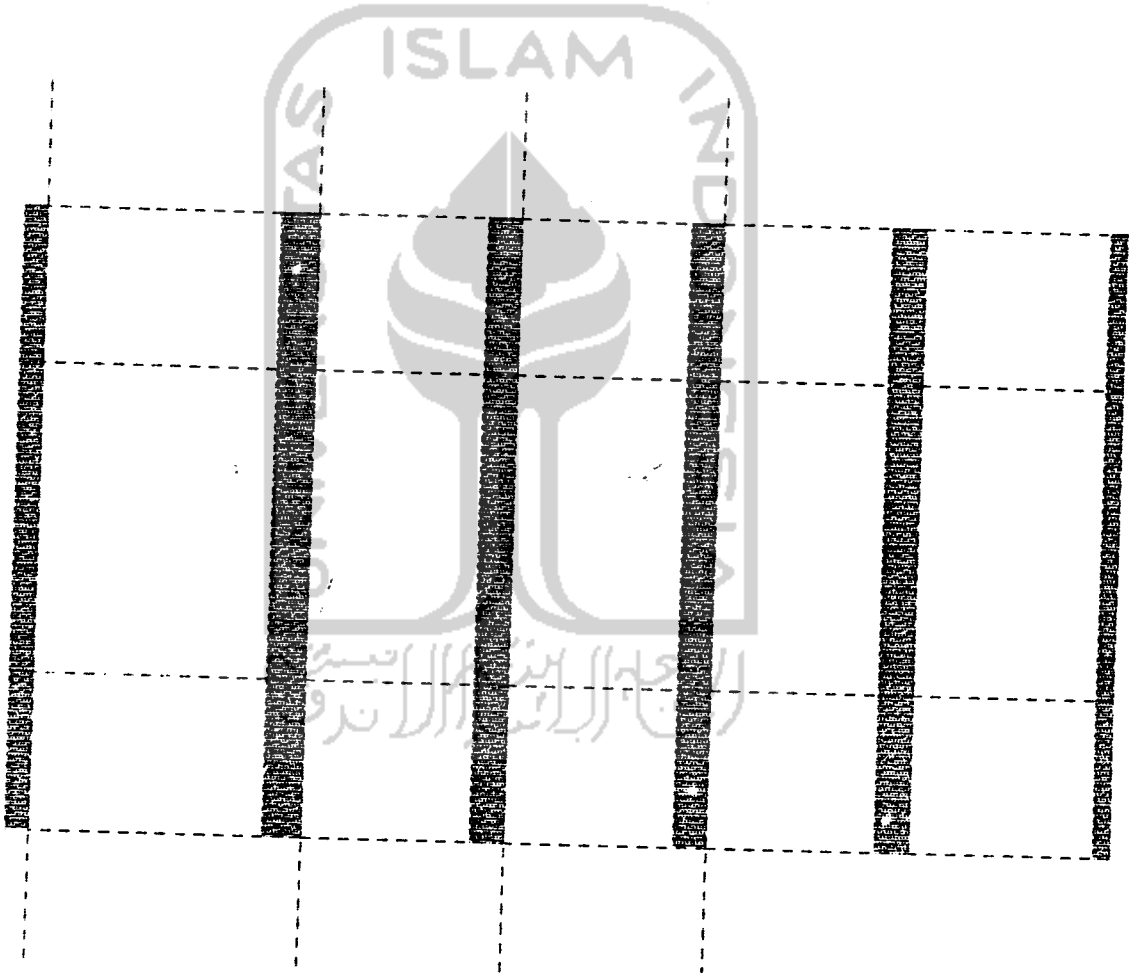
W -.1131E+01

P .00000E+00

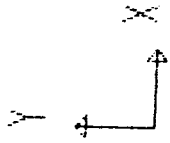
MAXIMA

W -.4812E+00

P .00000E+00



SAP90



A12'-B12'

FRAME

LOADS

LOAD

2

MINIMA

w - .6736E+01

P .0000E+00

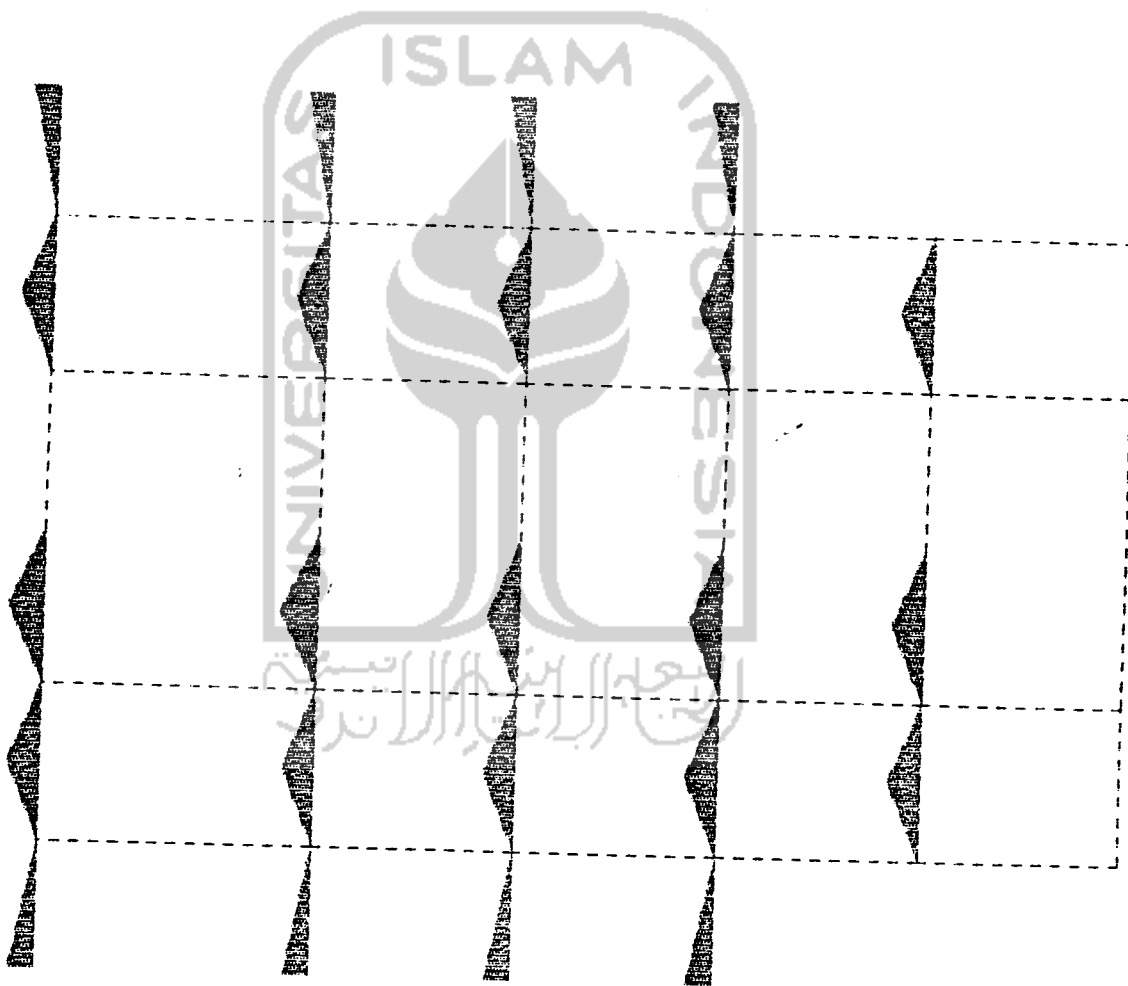
MAXIMA

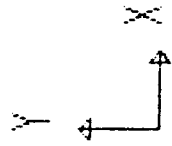
w - .4485E+01

P .0000E+00

121

SAP90





A12'-B12'

FRAME
LOADS

LOAD 3

MINIMA

W - .9499E+01

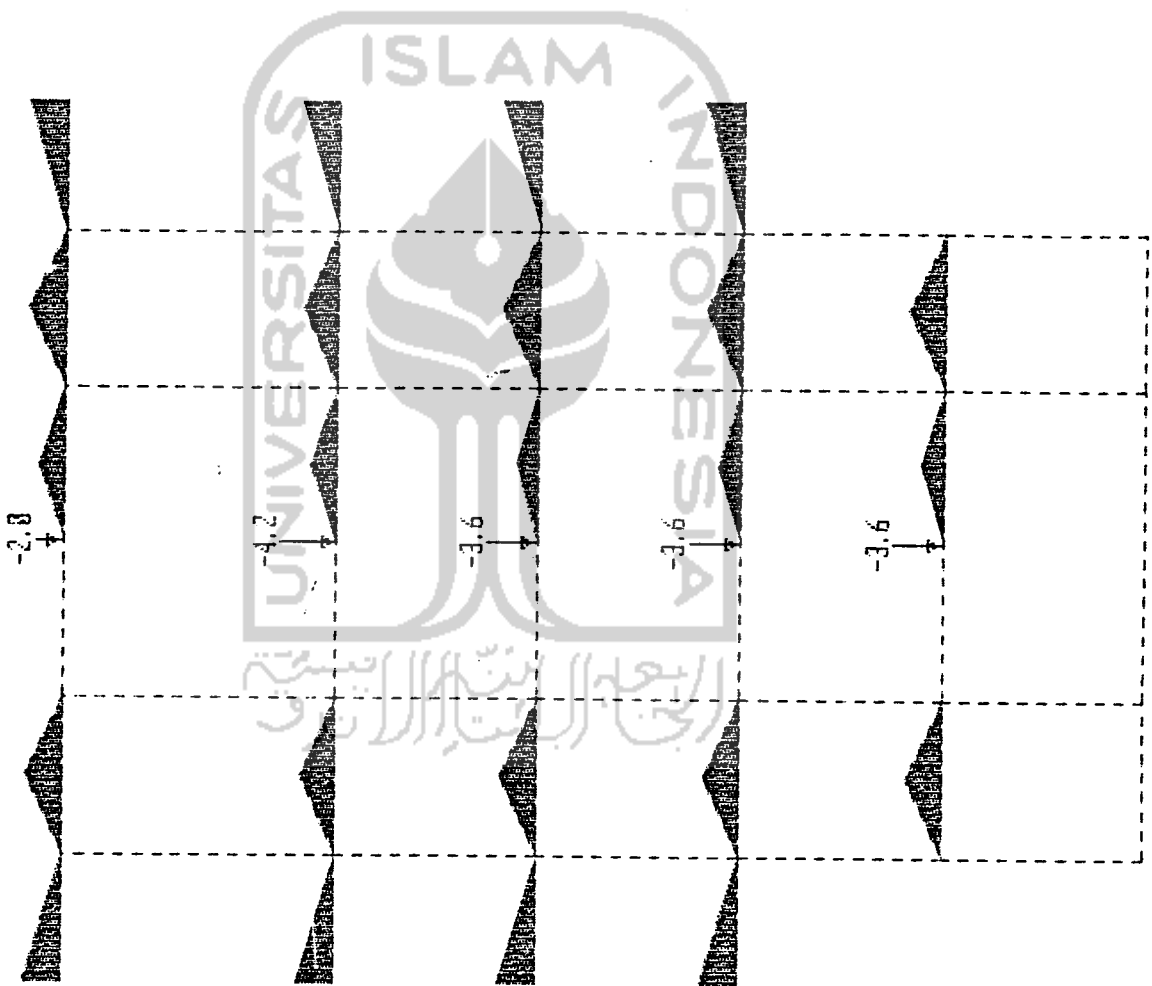
P - .4189E+01

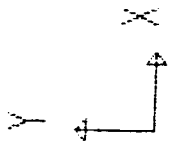
MAXIMA

W - .5656E+01

P - .1971E+01

SAP90





A12'-B12'

FRAME

LOADS

LOAD 4

MINIMA

M -.1796E+02

P .0000E+00

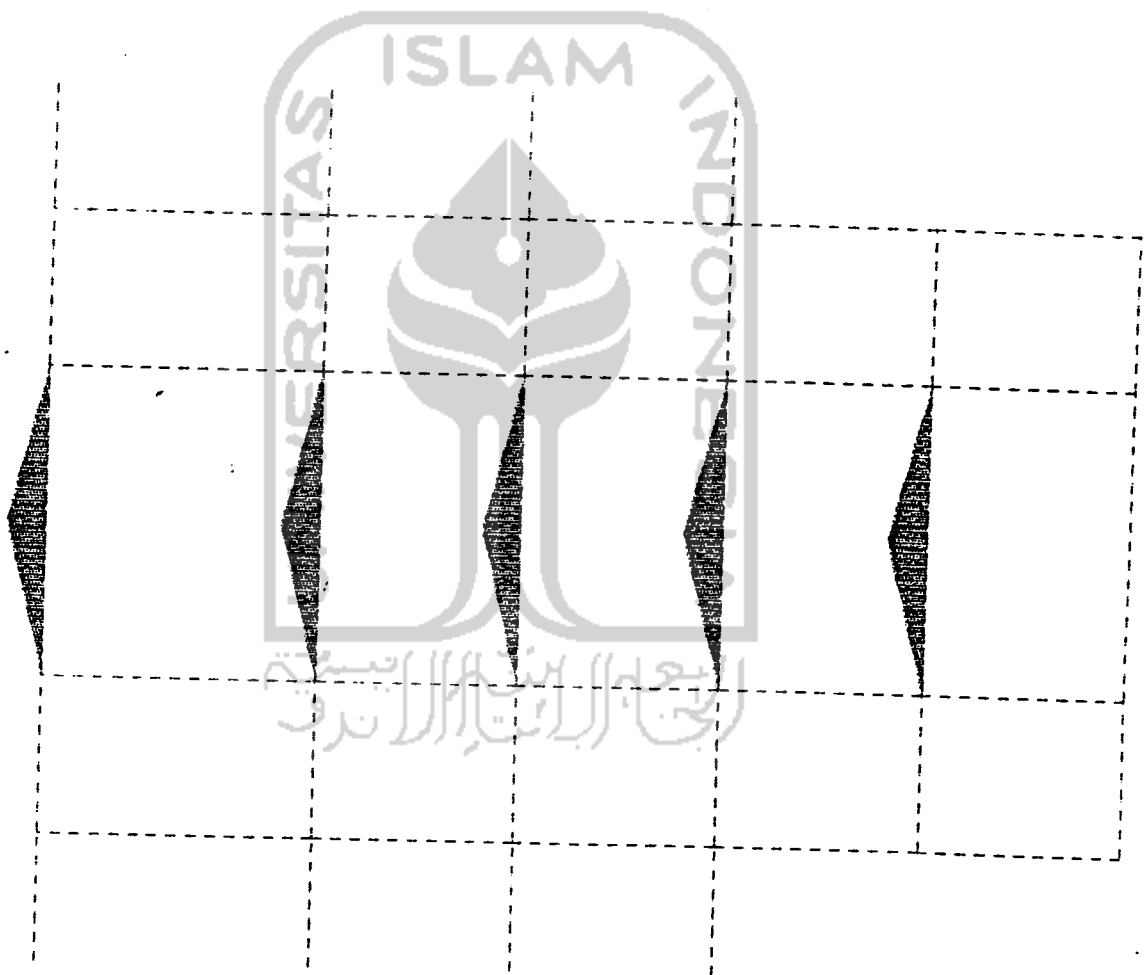
MAXIMA

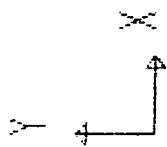
M -.1796E+02

P .0000E+00

13

SAP90





A12'-B12

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X -.5743E-03

Y -.8955E-02

Z .0000E+00

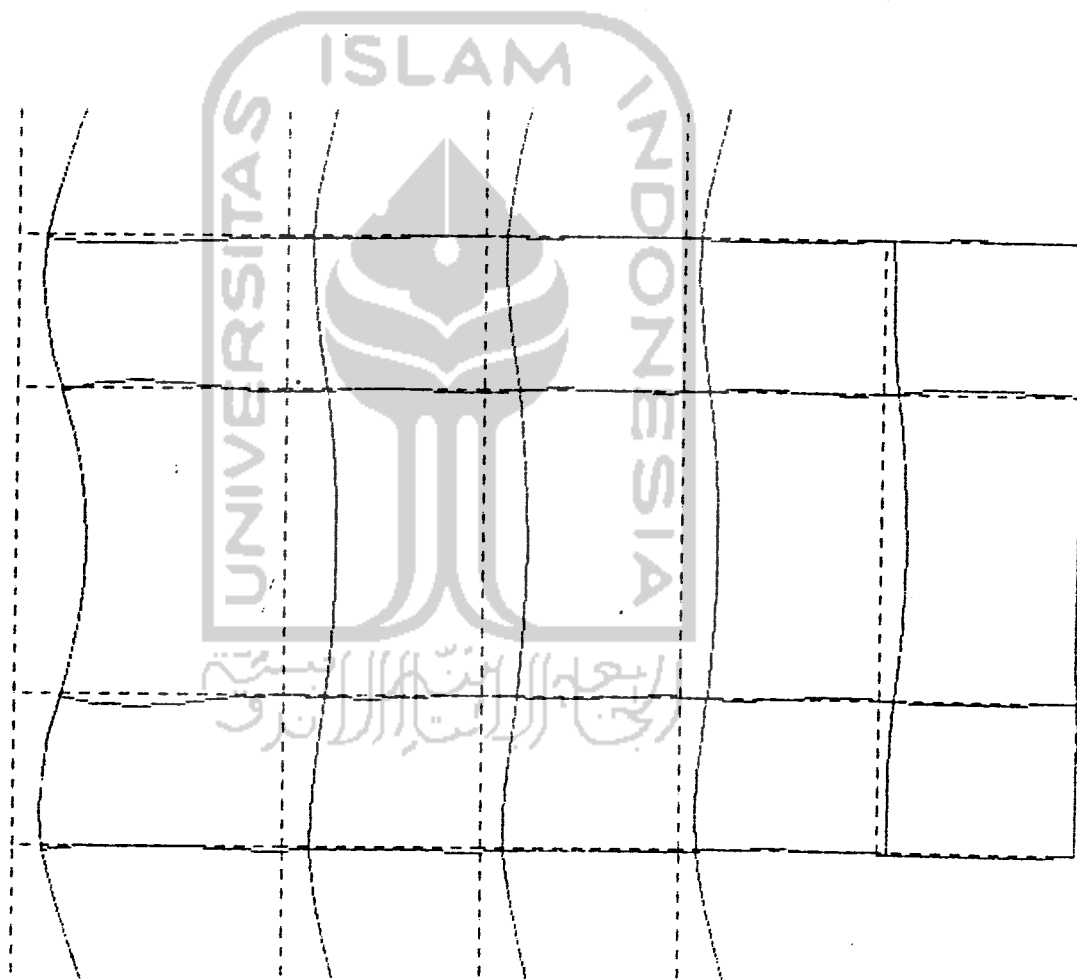
MAXIMA

X .0000E+00

Y .0000E+00

Z .0000E+00

SAP90



Dari analisa pembebanan dengan menggunakan program SAP 90 didapatkan beban total yang bekerja pada tiap-tiap kolom yang nantinya akan dipakai sebagai beban rencana pada analisa pondasi tiang pancang. Rangkuman hasil analisa SAP90 dalam tabel 4.24 sampai dengan tabel 4.34, sedangkan hasil perhitungan SAP 90 pada masing-masing portal dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.24. Beban per kolom pada portal as (A12'-B12') = portal as (J12'-L12')

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
1, 5	203,18
2, 6	328,41
3, 7	327,34
4, 8	185,22

Tabel 4.25. Beban per kolom pada portal as (A12 - M12)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
9	388,68
10	584,30
11	513,12
12	525,27
13	524,97
14	524,99
15	524,97
16	525,27
17	513,16
18	583,90
19	415,48
20	96,74

Keterangan : Lihat lampiran hal

Tabel 4.26. Beban per kolom pada portal as M (12-11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
40	266,77
20	266,77

Tabel 4.27. Beban per kolom pada portal as (A11 - M11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
25	161,37
26	295,53
27	311,46
28	319,82
29	427,93
30	280,72
31	298,24
32	402,15
33	298,24
34	280,73
35	427,92
36	321,41
37	309,92
38	309,99
39	205,88
40	120,50

Tabel 4.28. Beban per kolom pada portal as L (12'-11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
39	151,64
24	228,21
19	235,23
8	204,34

Tabel 4.29 Beban per kolom pada portal as K' (12'-11) = portal as J' (12'-11)
= portal as A'' (12'-11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
38, 37, 27	404,59
7, 6, 3	404,53

Tabel 4.30. Beban per kolom pada portal as J (12'-11) = portal as B (12'-11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
36, 28	157,98
23, 22	237,96
18, 10	238,19
5, 4	205,51

Tabel 4.31. Beban per kolom pada portal as I (12-11) = portal as C (12-11)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
35, 29	410,68
17, 11	407,22

Tabel 4.32. Beban per kolom pada portal as D (12-Gal) = portal as H (12-Gal)
= as E (12-Gal) = as G (12-Gal) = as F (12-Gal)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
43, 44, 45, 46, 47, 48	370,40
30, 31, 32, 33, 34	618,95
12, 13, 14, 15, 16	385,82

Tabel 4.33. Beban per kolom pada portal as A' (12'-10)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
42	30,49
26	395,81
2	394,94

Tabel 4.34. Beban per kolom pada portal as A (12'-10)

No. KOLOM	BEBAN (Ton)
41	52,75
25	171,27
21	379,50
9	365,02
1	211,78

Dari hasil pembebanan perkolom pada masing-masing portal, diambil nilai beban terbesar yang dipikul oleh masing-masing kolom. Hal ini disebabkan dalam perhitungan SAP menggunakan analisa 2 dimensi, perhitungan beban ditinjau arah sumbu x dan arah sumbu y, sehingga beban pada portal ada yang dihitung dua kali. Untuk kolom 21 sampai dengan 24 dan kolom 41 sampai dengan 48 perhitungan beban hanya arah y saja, hal ini disebabkan galeri berbentuk melengkung.

Tabel 4.35. Ringkasan beban per kolom

No.KOLOM	BEBAN PER KOLOM (Ton)		No.KOLOM	BEBAN PER KOLOM (Ton)	
	Portal Arah X	Beban Terpakai		Portal Arah X	Beban Terpakai
	Portal Arah Y			Portal Arah Y	
1	203,18	211,78	19	415,48	415,48
	211,78			235,23	
2	328,41	394,94	20	96,74	266,77
	394,94			266,77	
3	327,34	404,53	25	161,37	171,27
	404,53			171,27	
4	185,22	205,51	26	295,53	395,81
	205,51			395,81	
5	203,18	205,51	27	311,46	404,59
	205,51			404,59	
6	328,41	404,53	28	319,82	319,82
	404,53			157,98	
7	327,34	404,53	29	427,93	427,93
	404,53			410,68	
8	185,22	204,34	30	280,72	618,95
	204,34			618,95	
9	388,68	388,68	31	298,24	618,95
	365,02			618,95	
10	584,30	584,30	32	402,15	618,95
	238,19			618,95	
11	513,12	513,12	33	298,24	618,95
	407,22			618,95	
12	525,27	525,27	34	280,73	618,95
	385,82			618,95	
13	524,97	524,97	35	427,92	427,92
	385,82			410,68	
14	524,99	524,99	36	321,41	321,41
	385,82			157,98	
15	524,97	524,97	37	309,92	404,59
	385,82			404,59	
16	525,27	525,27	38	309,99	404,59
	385,82			404,59	
17	513,16	513,16	39	205,88	205,88
	407,22			151,64	
18	583,90	583,90	40	120,50	266,77
	238,19			266,77	
21		379,50	43		370,40
22		237,96	44		370,40
23		237,96	45		370,40
24		228,21	46		370,40
41		52,75	47		370,40
42		30,49	48		370,40

Untuk kemudahan dalam analisa nantinya maka kolom yang mempunyai nilai beban total sama besar akan disatukan perhitungannya dengan perincian sebagai berikut :

Tabel 4.36. Beban total rencana pada kolom

No. KOLOM	BEBAN TOTAL (Ton)
1	211,78
2	394,94
3, 6, 7	404,53
4, 5	205,51
8	204,34
9	388,68
10	584,30
11	513,12
12, 16	525,27
13, 14, 15	524,97
17	513,16
18	583,90
19	415,48
20, 40	266,77
21	379,50
22, 23	237,96
24	228,21
25	171,27
26	395,81
27, 37, 38	404,59
28	319,82
29, 35	427,93
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	618,95
36	321,41
39	205,88
41	52,75
42	30,49

4.8. Pembahasan

Dalam perhitungan SAP dua dimensi beban ditinjau arah sumbu x dan sumbu y. Hasil perhitungan beban arah sumbu x dan arah sumbu y diambil nilai yang terbesar. Hal ini disebabkan beban dihitung dalam dua arah. Hasil perhitungan beban perkolom dapat dilihat dalam tabel 4.35 dan perhitungan beban total rencana dapat dilihat dalam tabel 4.36.



BAB V

ANALISA PONDASI TIANG PANCANG

5.1. Umum

Bab ini menguraikan prosedur perhitungan pondasi tiang pancang yang akan dipakai sebagai pendukung beban struktur atas yang telah didapat sebelumnya.

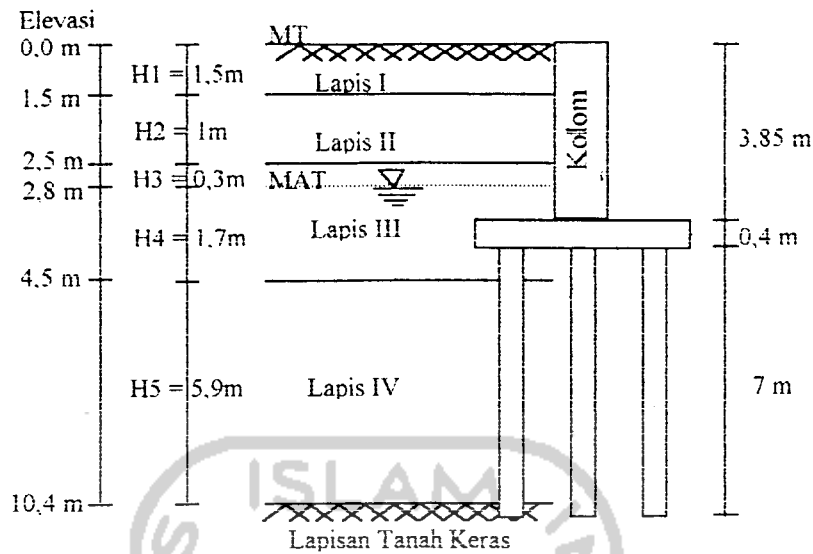
5.2. Kriteria Analisa

5.2.1. *Parameter Tanah Desain*

Data tanah sebagai *parameter* desain dalam perhitungan pondasi tiang diambil dari hasil pengujian tanah pada titik bor No. 1 sebagai berikut :

Tabel 5.37. Parameter tanah desain berdasarkan uji laboratorium

No	Keterangan	Satuan	Lapisan Tanah			
			I	II	III	IV
1.	Kedalaman lapisan tanah	m	1,5	2,5	4,5	10,4
2.	Kohesi (c)	T/m ²	1,28	1,71	1,02	-
3.	Sudut geser tanah (ϕ)	derajat	24	10	20	-
4.	Angka pori (e)	-	1,4225	1,7537	1,5278	-
6.	Porositas (n)	-	0,5872	0,6368	0,6044	-
8.	Berat jenis tanah basah (γ_b)	T/m ²	1,677	1,575	1,629	-
9.	Berat jenis tanah kering (γ_k)	T/m ²	1,112	0,958	0,979	-
10	Berat jenis tanah jenuh air (γ')	T/m ²	-	-	0,5834	-

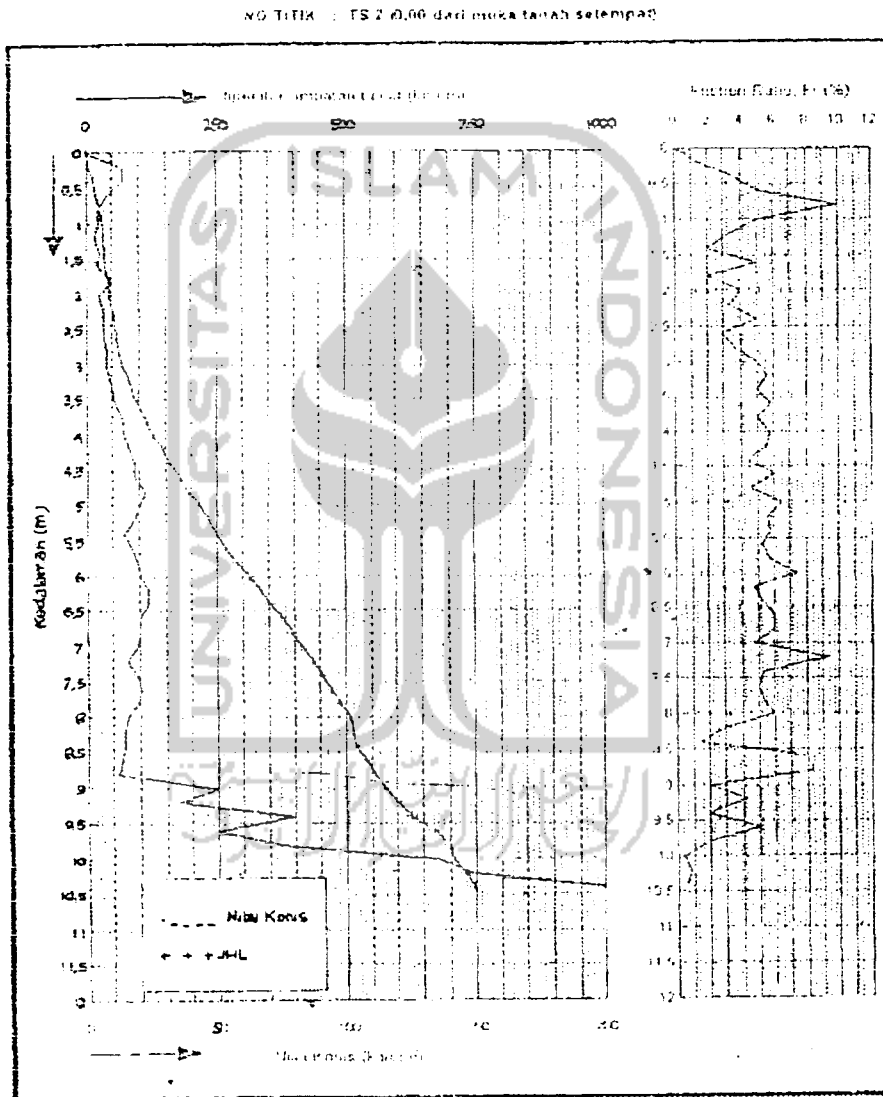


Gambar 5.34. Lapisan tanah

Tabel 5.38. Parameter tanah desain berdasarkan uji sondir (CPT)

Kedalaman Tanah (m)	Nilai Konis (qc) kg/cm ²	Jumlah Perlawanan kg/cm ²	Jumlah Hambatan Lekat (JHP) kg/cm	Friction Ratio %	Kedalaman Tanah (m)	Nilai Konis (qc) kg/cm ²	Jumlah Perlawanan kg/cm ²	Jumlah Hambatan Lekat (JHP) kg/cm	Friction Ratio %
0,2	14	16	3,57	1,43	5,6	17	26	265,965	5,29
0,4	14	19	12,495	3,57	5,8	19	30	285,6	5,79
0,6	8	12	19,636	5	6	20	35	312,375	7,5
0,8	4	8	26,775	10	6,2	23	34	332,01	4,78
1	4	6	30,345	5	6,4	23	35	353,43	5,22
1,2	3	4	32,13	3,33	6,6	20	32	374,85	6
1,4	5	6	33,915	2	6,8	20	32	396,27	6
1,6	4	6	37,485	5	7	19	28	412,335	4,74
1,8	10	12	41,055	2	7,2	15	29	437,325	9,33
2	5	7	44,625	4	7,4	19	29	455,175	5,26
2,2	6	8	48,195	3,33	7,6	20	30	473,025	6
2,4	6	9	53,55	5	7,8	19	29	490,875	5,26
2,6	7	9	57,12	2,86	8	15	24	506,94	6
2,8	8	11	62,475	3,75	8,2	14	18	514,08	2,86
3	8	12	69,615	5	8,4	14	16	517,65	1,43
3,2	9	14	78,54	5,56	8,6	13	24	537,285	8,46
3,4	10	15	87,465	5	8,8	12	22	555,135	8,33
3,6	12	19	99,96	5,83	9	50	60	572,985	2
3,8	14	21	112,455	5	9,2	35	50	599,76	4,29
4	14	22	126,735	5,71	9,4	80	95	626,535	1,88
4,2	16	25	142,8	5,63	9,6	50	75	671,16	5
4,4	18	26	157,08	4,44	9,8	75	90	697,935	2
4,6	18	29	176,715	6,11	10	135	140	706,86	0,37
4,8	22	32	194,565	4,55	10,2	150	162	728,28	0,8
5	20	33	217,77	6,50	10,4	200	210	746,13	0,5
5,2	18	28	235,62	5,56	-	-	-	-	-
5,4	14	22	249,9	5,71	-	-	-	-	-

Data tanah sebagai *parameter* desain dalam perhitungan pondasi tiang diambil dari hasil uji sondir (CPT) pada titik sondir TS2 pada tabel 5.38 dan grafik sondir pada gambar 5.35.



Gambar 5.35. Grafik hasil sondir (CPT)

5.1.1. Data Tiang Pancang

Data tiang pancang yang akan dipakai bersumber dari PT. Teno Indonesia dan mitra kerjanya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.39. Data tiang pancang

No	Diameter (d) (mm)	Panjang (L) (m)	Kelas	Besi tulangan		Kapasitas Dukung Ijin (Qe) (Ton)	Berat Nominal (W) (Kg/m ¹)
				Diameter (mm)	Jumlah Tulangan		
1	300	7-13	A	7	8	65	119
			B	7	12	60	
			C	7	16	60	
2	350	7-15	A	7	10	85	151
			B	7	14	80	
			C	7	20	75	
3	400	7-16	A	7	12	115	199
			B	7	18	110	
			C	9	16	105	
4	450	7-16	A	7	14	140	242
			B	7	24	130	
			C	9	20	125	
5	500	7-16	A	7	16	175	301
			B	7	30	160	
			C	9	24	160	
6	600	7-16	A	7	20	240	408
			B	9	26	220	
			C	9	34	215	

5.2.3. Karakteristik Tanah

Karakteristik tanah pada lokasi penyelidikan merupakan tanah lempung berlanau abu-abu dan coklat kemerahan-merahan yang mempunyai tingkat kepadatan sangat rendah.

Dari permukaan tanah hingga kedalaman rata-rata 2,00 meter merupakan tanah urugan berupa lempung berlanau coklat kemerahan-merahan dengan tingkat kepadatan tanah sangat rendah, pada lapisan tanah dibawahnya hingga kedalaman rata-rata 6,50 meter merupakan lapisan tanah lempung abu-abu. Pada kedalaman 6,50 meter sampai kedalaman 8 meter berupa lapisan lempung berlanau kenyal,

kemudian pada lapisan dibawahnya kepadatan tanah berangsur-angsur meningkat hingga mencapai tanah keras pada kedalaman antara 9,50 meter sampai 10,4 meter.

5.3. Analisa Tiang Pancang Tunggal.

5.3.1. Penentuan Daya Dukung Tiang Pancang Tunggal Pada Tanah

Lempung Berdasarkan Uji CPT (sondir)

1. Daya dukung ujung tiang (Q_p)

$$Q_p = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \cdot A_p \quad (\text{dari persamaan 3.14})$$

Mencari nilai q_{c1} :

q_{c2} adalah nilai rata-rata konis pada kedalaman $0,7d-4d$ dibawah ujung tiang, (d) adalah diameter tiang = $0,35$ m. Karena ujung tiang langsung berada pada lapisan tanah keras maka nilai q_{c1} diambil sebesar nilai konis pada kedalaman $10,4$ m = $200 \text{ kg/cm}^2 = 2000 \text{ T/m}^2$

Mencari nilai q_{c2} :

q_{c2} adalah nilai perlawanan konis rata-rata $8d$ diatas ujung tiang.

$$8d = 8 \cdot 0,35 \text{ m} = 2,8 \text{ m.}$$

$$10,4 \text{ m} - 2,8 \text{ m} = 7,6 \text{ m}$$

Nilai q_{c2} pada kedalaman $7,6$ m sampai $10,4$ m, satuan dalam kg/cm^2 :

$$q_{c2} = \frac{20 + 19 + 15 + 14 + 14 + 13 + 12 + 50 + 35 + 80 + 50 + 75 + 135 + 150 + 200}{15}$$

$$= 58,8 \text{ kg/cm}^2 = 588 \text{ T/m}^2$$

$$A_p = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (0,35 \text{ m})^2 = 0,096 \text{ m}^2$$

$$Q_p = \frac{2000 \text{ T/m}^2 + 588 \text{ T/m}^2}{2} \cdot 0,096 \text{ m}^2 = 124,224 \text{ Ton}$$

2. Daya dukung selimut tiang (Q_s)

$$Q_s = p \cdot JHP \quad (\text{dari persamaan 3.15})$$

$$\text{Keliling tiang } (p) = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,35 \text{ m} = 1,0996 \text{ m}$$

$$\text{JHP pada kedalaman } 10,4 \text{ m} = 746,13 \text{ kg/cm} = 74,613 \text{ T/m}$$

$$Q_s = 1,0996 \text{ m} \cdot 74,613 \text{ T/m} = 82,0444 \text{ Ton}$$

3. Daya dukung ijin tiang (Q_a)

$$Q_a = \frac{Q_p}{SF1} + \frac{Q_s}{SF2} \quad (\text{dari persamaan 3.5})$$

$$Q_a = \frac{124,224 \text{ Ton}}{3} + \frac{82,0444 \text{ Ton}}{2} = 82,4302 \text{ Ton}$$

Dari data tiang pancang hasil pabrikan pada tabel 5.37 dipakai tiang dengan diameter 350 mm = 0,35 m, kelas A yang mempunyai kapasitas dukung ijin tiang (Q_e) = 85 Ton

Tinjau kapasitas dukung ijin tiang hasil pabrikan terhadap kapasitas dukung ijin tiang berdasarkan analisa dengan metode CPT (sondir)

Q_e tiang pabrikan > Q_a CPT

85 Ton > 82,4302 Ton (aman)

Jadi, didalam perencanaan selanjutnya akan dipakai tiang diameter (d) = 350 mm dengan panjang tiang (D) 7 m.

5.4. Analisis Tiang Pancang Kelompok

5.4.1. Penentuan Jumlah Tiang Dalam Kelompok

Kolom No. 1

- Beban aksial kolom (P) = 211,78 Ton (dari tabel 4.35)

- Dipakai tiang dengan diameter (d) = 350 mm = 0,35 m

- Kapasitas dukung ijin satu tiang (Q_e) = 85 Ton

Jumlah tiang dalam kelompok adalah :

$$N = \frac{P}{Q_e} = \frac{211,78 \text{ Ton}}{85 \text{ Ton}} = 2,491 \text{ dipakai } 3 \text{ tiang}$$

5.4.2. Penentuan Formasi Tiang Dalam Kelompok

Jarak *spacing* (s) = $2,5d - 3d$

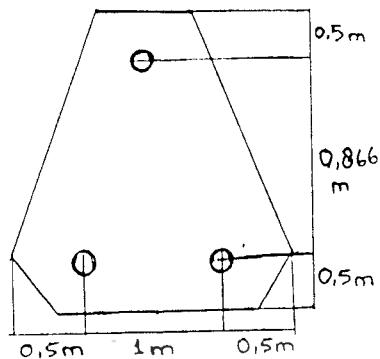
- $2,5d = 2,5 \cdot 0,35 \text{ m} = 0,875 \text{ m}$

- $3d = 3 \cdot 0,35 \text{ m} = 1,05 \text{ m}$

diambil jarak *spacing* (s) = 1 m

Jarak tiang ke tepi *poer* (sp) = $1,25d$ (untuk tiang pancang pracetak)

- $1,25d = 1,25 \cdot 0,35 \text{ m} = 0,4375 \text{ m}$ diambil 0,5 m



Dimensi *poer* :

- Panjang (L) = $0,5\text{m} + 1\text{m} + 0,5\text{m} = 2\text{m}$
- Lebar (B) = $0,5\text{m} + 0,866\text{m} + 0,5\text{m}$
= $1,866\text{ m}$
- Tebal (t) = $0,4\text{ m}$ (asumsi)

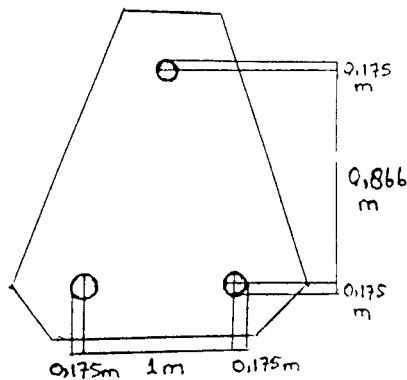
Gambar 5.36. Dimensi *poer* pada kelompok 3 tiang pancang

- Tinjau berat *poer* = $2\text{ m} \cdot 1,866\text{ m} \cdot 0,4\text{ m} \cdot 2,4\text{ T/m}^3 = 3,583\text{ Ton}$
- Beban aksial kolom (P) + berat *poer* = $211,78\text{ Ton} + 3,583\text{ Ton}$
Beban aksial total (Pt) = $215,363\text{ Ton}$

Tinjau jumlah tiang dalam kelompok :

$$N = \frac{P\text{ total}}{Q_e} = \frac{215,363\text{ Ton}}{85\text{ Ton}} = 2,5367\text{ tiang, dipakai 3 tiang}$$

Jadi, jumlah tiang dalam kelompok sebanyak 3 tiang masih dapat memenuhi syarat setelah ditambahkan dengan berat sendiri *poer*.



Keliling kelompok tiang :

$$- p = 3 \cdot 1,35\text{ m} = 4,05\text{ m}$$

Luas kelompok tiang :

$$- A_p = 0,5 \cdot 1,35\text{ m} \cdot 1,216\text{ m}$$

$$= 0,821\text{ m}^2$$

Gambar 5.37. Dimensi kelompok 4 tiang pancang

- Jumlah tiang (N) = 3 tiang
- Jumlah tiang dalam satu baris (n) = 2 tiang
- Jumlah tiang dalam satu kolom (m) = 2 tiang

5.4.3. Analisis Daya Dukung Kelompok Tiang Pancang Pada Tanah

Lempung

Kapasitas daya dukung ultimit kelompok tiang pancang dihitung dengan rumus :

$$\Sigma Q_u = m \cdot n \cdot (Q_p + Q_s) \quad (\text{dari persamaan 3.18})$$

1. Penentuan kapasitas daya dukung ujung kelompok tiang pancang

$$Q_p = 9 \cdot C_u \cdot A_p \quad (\text{dari persamaan 3.19})$$

$$A_p = 0,25 \cdot \pi \cdot d^2 = 0,25 \cdot \pi \cdot 0,35^2 = 0,096 \text{ m}^2$$

$$C_u = \frac{(q_c - \sigma_v)}{N_k} \quad (\text{dari persamaan 3.7})$$

Dari nilai konis pada kedalaman 10,4 m didapat nilai

$$q_c = 200 \text{ kg/cm}^2 = 2000 \text{ Ton/m}^2$$

Mencari nilai tegangan total :

$$\begin{aligned} \sigma_v &= (\gamma_{b1} \cdot H_1) + (\gamma_{b2} \cdot H_2) + (\gamma_{b3} \cdot H_3) + (\gamma' \cdot H_4) + (\gamma' \cdot H_5) \\ &= (1,677 \text{ T/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m}) + (1,575 \text{ T/m}^2 \cdot 1 \text{ m}) + (1,629 \text{ T/m}^2 \cdot 0,3 \text{ m}) \\ &\quad + (0,5834 \text{ T/m}^2 \cdot 1,7 \text{ m}) + (0,5834 \text{ T/m}^2 \cdot 5,9 \text{ m}) \\ &= 9,0130 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

Nilai $N_k = 9 - 21$

$$C_u = \frac{(2000 \text{ T/m}^2 - 9,0130 \text{ T/m}^2)}{21} = 94,809 \text{ T/m}^2$$

$$Q_p = 9 \cdot 94,809 \text{ T/m}^2 \cdot 0,096 \text{ m}^2 = 81,915 \text{ Ton}$$

2. Penentuan kapasitas daya dukung selimut (*frikksi*) kelompok tiang pancang

$$\Sigma Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot \Delta L \cdot p \quad (\text{dari persamaan 3.20})$$

Untuk mencari nilai daya dukung selimut tiang, maka tinjauan berdasarkan lapisan kedalaman tanah sebagai berikut :

Kedalaman 4,5 meter :

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot \Delta L \cdot p$$

Mencari nilai α dari gambar 3.12 :

$$C_u = C = 1,02 \text{ T/m}^2 = 0,102 \text{ kg/cm}^2, \text{ dari gambar 3.12 didapat } \alpha = 1,13$$

$$\text{Panjang } \textit{segment} \text{ tiang } (\Delta L) = 0,25 \text{ m}$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,35 \text{ m} = 1,1 \text{ m}$$

$$Q_s = 1,13 \cdot 1,02 \text{ T/m}^2 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 1,1 \text{ m} = 0,317 \text{ Ton}$$

Kedalaman 10,4 meter

$$Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot \Delta L \cdot p$$

Mencari nilai α dari gambar 3.12 :

$$C_u = C = 94,809 \text{ T/m}^2 = 9,4809 \text{ kg/cm}^2$$

Dari gambar 3.12 didapatkan nilai $\alpha = 0,4125$

$$\text{Panjang } \textit{segment} \text{ tiang } (\Delta L) = 5,9 \text{ m}$$

$$p = \pi \cdot d = \pi \cdot 0,35 \text{ m} = 1,1 \text{ m}$$

$$Q_s = 0,4125 \cdot 94,809 \text{ T/m}^2 \cdot 5,9 \text{ m} \cdot 1,1 \text{ m} = 253,816 \text{ Ton}$$

Nilai total daya dukung selimut tiang (Q_s) adalah :

$$\begin{aligned}\Sigma Q_s &= 0,317 \text{ Ton} + 253,816 \text{ Ton} \\ &= 254,133 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Setelah didapatkan nilai kapasitas daya dukung ujung kelompok tiang (Q_p) dan kapasitas daya dukung selimut kelompok tiang (Q_s) maka kapasitas ultimit kelompok tiang (Q_u) adalah :

$$\begin{aligned}\Sigma Q_u &= m \cdot n \cdot (Q_p + Q_s) \quad (\text{dari persamaan 3.18}) \\ &= 2 \cdot 2 \cdot (81,915 \text{ Ton} + 254,133 \text{ Ton}) \\ &= 1344,192 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Daya dukung ijin kelompok tiang pancang adalah :

$$\begin{aligned}Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \quad (\text{dari persamaan 3.4}) \\ &= \frac{1344,192 \text{ Ton}}{3,4} = 395,351 \text{ Ton}\end{aligned}$$

Tinjau keamanan kapasitas daya dukung ultimit kelompok tiang (Q_a) terhadap beban aksial total (P_t) :

$$Q_a > P_t$$

$$395,351 \text{ Ton} > 215,62 \text{ Ton} \quad (\text{aman})$$

5.4.4. Analisa Daya Dukung Blok Dalam Kelompok Tiang Pancang

Kapasitas daya dukung ultimit blok dalam kelompok tiang pancang dihitung dengan rumus :

$$\Sigma Q_u = L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c' + \Sigma 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \quad (\text{dari persamaan 3.21})$$

Keterangan :

$$\text{Daya dukung ujung tiang} = L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c' \quad (\text{dari persamaan 3.22})$$

$$\text{Daya dukung selimut tiang} = \Sigma 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \quad (\text{persamaan 3.23})$$

1. Tinjau daya dukung blok ujung kelompok tiang (Q_p)

Tinjau kelompok tiang (lihat gambar 5.26)

$$\text{Panjang kelompok tiang } (L_g) = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar kelompok tiang } (B_g) = 1,35 \text{ m}$$

$$C_u = C = 94,809 \text{ T/m}^2 = 9,4809 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Keliling kelompok tiang } (p) = 4 \cdot 1,35 \text{ m} = 5,4 \text{ m}$$

$$\text{Dari gambar 3.9. dengan } \frac{L}{B} = \frac{1,35 \text{ m}}{1,35 \text{ m}} = 1 \text{ dan } \frac{H}{B} = \frac{7 \text{ m}}{1,35 \text{ m}} = 5,18 \text{ m}$$

$$\text{Didapat nilai } N_c' = 9$$

$$\text{Panjang segment tiang } (\Delta L) = 7 \text{ m}$$

$$Q_p = 1,35 \text{ m} \cdot 1,35 \text{ m} \cdot 94,809 \text{ T/m}^2 \cdot 9 = 1555,105 \text{ Ton}$$

2. Tinjau daya dukung selimut blok kelompok tiang (Q_s)

$$Q_s = 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \quad (\text{dari persamaan 3.23})$$

Kedalaman 4,5 meter ($C_u = C = 1,02 \text{ T/m}^2$):

$$Q_s = 2 (1,35 \text{ m} + 1,35 \text{ m}) \cdot 1,02 \text{ T/m}^2 \cdot 0,25 \text{ m} = 1,377 \text{ Ton}$$

Kedalaman 10,4 meter ($C_u = C = 94,809 \text{ T/m}^2$):

$$Q_s = 2 (1,35 \text{ m} + 1,35 \text{ m}) \cdot 94,809 \text{ T/m}^2 \cdot 5,9 \text{ m} = 3020,615 \text{ Ton}$$

Nilai total daya dukung blok selimut kelompok tiang (Q_s) adalah :

$$\Sigma Q_s = 1,377 \text{ Ton} + 3020,615 \text{ Ton}$$

$$= 3021,992 \text{ Ton}$$

Nilai total daya dukung ultimit blok kelompok tiang (Q_u) adalah :

$$\begin{aligned} Q_u &= L_g \cdot B_g \cdot C_u \cdot N_c' + \sum 2 (L_g + B_g) \cdot C_u \cdot \Delta L \quad (\text{dari persamaan 3.21}) \\ &= 1555,105 \text{ Ton} + 3021,992 \text{ Ton} \\ &= 4577,097 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{SF} = \frac{4577,097 \text{ Ton}}{3,4} = 1346,205 \text{ Ton}$$

Tinjau keamanan kapasitas daya dukung ultimit blok dalam kelompok tiang (Q_u) terhadap beban aksial total (P_t) :

$$Q_a \text{ blok} > P_t \rightarrow 1346,205 \text{ Ton} > 215,62 \text{ Ton} \quad (\text{aman})$$

Dari kedua nilai daya dukung yang diijinkan tersebut diambil nilai daya dukung yang terkecil yaitu $Q_a = 395,351 \text{ Ton}$.

Perancangan pondasi tiang pancang pada laporan tugas akhir ini tidak memperhitungkan penurunan yang terjadi pada pondasi tiang pancang itu sendiri dengan alasan bahwa tiang dipancang sampai kedalaman lapisan tanah keras sehingga penurunan yang dapat terjadi pada pondasi tiang pancang sangat kecil.

Sebagai catatan, bila kondisi pemancangan tiang tidak mencapai lapisan tanah keras maka kemungkinan penurunan yang dapat terjadi pada pondasi tiang pancang dapat dihitung sesuai dengan rumusan yang terdapat pada BAB III hal mengenai analisa penurunan pada tiang pancang.

5.4.5. Ringkasan Analisa Tiang Pancang Kelompok Pada Kolom Struktur Lainnya

Mengingat banyaknya jumlah kolom struktur atas dengan nilai beban aksial yang berbeda-beda besarnya, maka penyusun akan melaporkan hasil analisa pondasi tiang pancang kelompok dalam bentuk tabel dan gambar agar lebih memudahkan dan juga lebih mempersingkat laporan perancangan pada tugas akhir ini.



Tabel 5.40. Penentuan jumlah tiang dalam kelompok

Nomor Kolom	Beban Aksial P (Ton)	Diameter Tiang d (m)	Kapasitas Dukung Ijin 1 Tiang Qe (Ton)	Jumlah Tiang $N=Qe/P$	Jumlah Tiang (N) Terpakai
2	394,94	0,35	85	4,646352941	5
3, 6, 7	404,53	0,35	85	4,759176471	5
4, 5	205,51	0,35	85	2,417764706	3
8	204,34	0,35	85	2,404	3
9	388,68	0,35	85	4,572705882	5
10	584,3	0,35	85	6,874117647	7
11	513,12	0,35	85	6,036705882	7
12, 16	525,27	0,35	85	6,179647059	7
13, 14, 15	524,97	0,35	85	6,176117647	7
17	513,16	0,35	85	6,037176471	7
18	583,9	0,35	85	6,869411765	7
19	415,48	0,35	85	4,888	5
20, 40	266,77	0,35	85	3,138470588	4
21	379,5	0,35	85	4,464705882	5
22, 23	237,96	0,35	85	2,799529412	3
24	228,21	0,35	85	2,684823529	3
25	171,27	0,35	85	2,014941176	3
26	395,81	0,35	85	4,656588235	5
27, 37, 38	404,59	0,35	85	4,759882353	5
28	319,82	0,35	85	3,762588235	4
29, 35	427,93	0,35	85	5,034470588	6
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	618,95	0,35	85	7,281764706	8
36	321,41	0,35	85	3,781294118	4
39	205,88	0,35	85	2,422117647	3
41	52,75	0,35	85	0,620588235	1
42	30,49	0,35	85	0,358705882	1

Tabel 5.41. Penentuan formasi tiang dalam kelompok

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	Jarak Spacing (m)	Spacing Tiang ke Tiang sp(m)	Dimensi ρ_{or}			Berat ρ_{or} (Ton)	Behan Aksial P (Ton)	Behan Total Pt (Ton)	Kapasitas Dukung Ijin 1 tiang Qe(Ton)	N tiang Terbaru N=Pt/Qe	N Tiang dalam kelompok	Diameter Tiang d (m)	Dimensi kelompok	
				Panjang L (m)	Lebar B (m)	Tebal t (m)								Panjang Lg (m)	Lebar Bg (m)
2	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	394,94	400,5158	85	4,71195	5	0,35	1,76	1,76
3, 6, 7	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	404,53	410,1058	85	4,824774	5	0,35	1,76	1,76
4, 5	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	205,51	209,0927	85	2,459914	3	0,35	1,35	1,216
8	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	204,34	207,9227	85	2,44615	3	0,35	1,35	1,216
9	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	388,68	394,2558	85	4,638303	5	0,35	1,76	1,76
10	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	584,3	592,1912	85	6,966955	7	0,35	2,35	2,09
11	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	513,12	521,0112	85	6,129544	7	0,35	2,35	2,09
12, 16	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	525,27	533,1612	85	6,272485	7	0,35	2,35	2,09
13, 14, 15	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	524,97	532,8612	85	6,268955	7	0,35	2,35	2,09
17	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	513,16	521,0512	85	6,130014	7	0,35	2,35	2,09
18	7	1	0,5	3	2,74	0,4	7,891	583,9	591,7912	85	6,962249	7	0,35	2,35	2,09
19	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	415,48	421,0558	85	4,953597	5	0,35	1,76	1,76
20, 40	4	1	0,5	2	2	0,4	3,84	266,77	270,61	85	3,183647	4	0,35	1,35	1,35
21	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	379,5	385,0758	85	4,530303	5	0,35	1,76	1,76
22, 23	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	237,96	241,5427	85	2,841679	3	0,35	1,35	1,216
24	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	228,21	231,7927	85	2,726973	3	0,35	1,35	1,216
25	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	171,27	174,8527	85	2,057091	3	0,35	1,35	1,216
26	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	395,81	401,3858	85	4,722186	5	0,35	1,76	1,76
27, 37, 38	5	1	0,5	2,41	2,41	0,4	5,576	404,59	410,1658	85	4,82548	5	0,35	1,76	1,76
28	4	1	0,5	2	2	0,4	3,84	319,82	323,66	85	3,807765	4	0,35	1,35	1,35
29, 35	6	1	0,5	3	2	0,4	5,76	427,93	433,69	85	5,102235	6	0,35	2,35	1,35
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	1	0,5	4	2	0,4	7,68	618,95	626,63	85	7,372118	7	0,35	3,35	1,35
36	4	1	0,5	2	2	0,4	3,84	321,41	325,25	85	3,826471	4	0,35	1,35	1,35
39	3	1	0,5	2	1,866	0,4	3,583	205,88	209,4627	85	2,464267	3	0,35	1,35	1,216
41	1	-	0,5			0,4	0	52,75	52,75	85	0,620588	1	0,35	-	-
42	1	-	0,5			0,4	0	30,49	30,49	85	0,358706	1	0,35	-	-

Setelah formasi tiang pada masing-masing kelompok ditentukan pada tabel 5.41, dihitung kapasitas daya dukung ultimit (Q_u) dari kelompok tiang dengan menggunakan persamaan 3.18.

Seperti yang telah diterangkan sebelumnya bahwa nilai (Q_u) merupakan penjumlahan dari kapasitas daya dukung ujung kelompok (Q_p) ditambah kapasitas daya dukung selimut kelompok tiang (Q_s) dikalikan dengan jumlah tiang dalam satu baris dan kolom dari kelompok tiang itu sendiri. Q_p dihitung berdasarkan persamaan 3.19 dan Q_s dihitung per lapisan tanah dengan persamaan 3.20. Untuk kemudahan dalam perhitungan maka penyusun akan menganalisis kapasitas daya dukung ultimit (Q_u) dalam bentuk tabel yang akan terbagi menjadi tiga tabel hitungan.

Tabel 5.42 untuk menghitung Q_p pada seluruh kelompok tiang yang ada, tabel 5.43 untuk menghitung Q_s pada seluruh kelompok tiang yang ada dan tabel 5.44 untuk menghitung kapasitas daya dukung ultimit (Q_u) pada seluruh kelompok tiang yang ada.

Untuk menghitung daya dukung selimut (Q_s) kelompok tiang, sebelum dihitung ke dalam tabel, terlebih dahulu dicari nilai konstanta α berdasarkan nilai kohesi (C_u) per lapisan tanah.

Lapis tanah dengan kedalaman 4,5 meter :

$$C_u = C = 1,02 \text{ T/m}^2 = 0,102 \text{ kg/cm}^2$$

Dari gambar 3.12 didapatkan nilai $\alpha = 1,15$

Lapis tanah dengan kedalaman 10,4 meter :

$$C_u = C = 94,809 \text{ T/m}^2 = 9,4809 \text{ kg/cm}^2$$

Dari gambar 3.12 didapatkan nilai $\alpha = 0,4125$

Tabel 5.42. Perhitungan kapasitas daya dukung ujung kelompok tiang (Q_p)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	Diameter Tiang (m)	Ap (m)	Kohesi Cu (T/m ²)	$Q_p = 9 \cdot Cu \cdot Ap$ (Ton)
2	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
3, 6, 7	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
4, 5	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
8	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
9	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
10	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
11	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
12, 16	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
13, 14, 15	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
17	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
18	7	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
19	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
20, 40	4	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
21	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
22, 23	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
24	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
25	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
26	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
27, 37, 38	5	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
28	4	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
29, 35	6	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
36	4	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
39	3	0,35	0,0961625	94,809	82,05363416
41	1	-			
42	1	-			

Tabel 5.43. Perhitungan kapaistas daya dukung selimut kelompok tiang (Qs)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	Diameter Tiang (m)	Keliling p (m)	Kedalaman										ΣQs (Ton)
				4,5 m					10,4 m					
				Cu T/m2	α	ΔL (m)	Qs1 (Ton)	Cu T/m2	α	ΔL (m)	Qs2 (Ton)			
2	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
3, 6, 7	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
4, 5	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
8	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
9	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
10	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
11	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
12, 16	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
13, 14, 15	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
17	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
18	7	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
19	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
20, 40	4	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
21	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
22, 23	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
24	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
25	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
26	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
27, 37, 38	5	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
28	4	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
29, 35	6	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
36	4	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
39	3	0,35	1,099	1,02	1,13	0,25	0,316677	94,809	0,4125	5,9	253,584803	253,9014796		
41	1	0,35												

Keterangan tabel 5.43 :

$$Q_s = \alpha \cdot Cu \cdot \Delta L \cdot p \rightarrow \text{ditinjau setiap lapisan kedalaman tanah}$$

$$\Sigma Q_s = Q_{s1} + Q_{s2}$$

Tabel 5.44. Perhitungan daya dukung ultimit kelompok tiang (Q_u)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	(n) Tiang dalam 1 baris	(m) Tiang dalam 1 kolom	Q_p (Ton)	ΣQ_s (Ton)	$Q_u = m.n.(Q_p+Q_s)$ (Ton)	$Q_a=Q_u/S_f$ ($S_f=3,4$) (Ton)
2	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
3, 6, 7	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
4, 5	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
8	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
9	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
10	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
11	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
12, 16	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
13, 14, 15	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
17	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
18	7	-	-	82,0536	253,901	2351,685796	691,67229
19	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
20, 40	4	2	2	82,0536	253,901	1343,820455	395,24131
21	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
22, 23	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
24	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
25	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
26	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
27, 37, 38	5	-	-	82,0536	253,901	1679,775569	494,05164
28	4	2	2	82,0536	253,901	1343,820455	395,24131
29, 35	6	2	3	82,0536	253,901	2015,730683	592,86197
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	2	4	82,0536	253,901	2687,64091	790,48262
36	4	2	2	82,0536	253,901	1343,820455	395,24131
39	3	-	-	82,0536	253,901	1007,865341	296,43098
41	1	-	-	-	-	-	-

Keterangan tabel 5.44:

m.n = jumlah tiang

Tabel 5.45. Tinjauan kewanan daya dukung ijin kelompok tiang (Q_a) terhadap beban aksial total (P_t)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	$Q_a=Q_u/S_f$ ($S_f=3,4$) (Ton)	Beban Total P_t (Ton)	Tinjau Keamanan $Q_a > P_t$
2	5	494,05164	400,5158	Aman
3, 6, 7	5	494,05164	410,1058	Aman
4, 5	3	296,43098	209,35	Aman
8	3	296,43098	208,18	Aman
9	5	494,05164	394,2558	Aman
10	7	691,67229	592,1912	Aman
11	7	691,67229	521,0112	Aman
12, 16	7	691,67229	533,1612	Aman
13, 14, 15	7	691,67229	532,8612	Aman
17	7	691,67229	521,0512	Aman
18	7	691,67229	591,7912	Aman
19	5	494,05164	421,0558	Aman
20, 40	4	395,24131	270,61	Aman
21	5	494,05164	385,0758	Aman
22, 23	3	296,43098	241,8	Aman
24	3	296,43098	232,05	Aman
25	3	296,43098	175,11	Aman
26	5	494,05164	401,3858	Aman
27, 37, 38	5	494,05164	410,1658	Aman
28	4	395,24131	323,66	Aman
29, 35	6	592,86197	433,69	Aman
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	790,48262	626,8412	Aman
36	4	395,24131	325,25	Aman
39	3	296,43098	209,72	Aman
41	1		52,75	
42	1		30,49	

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan kapasitas daya dukung ultimit kelompok pondasi tiang pancang pada masing-masing kolom, kemudian ditinjau kapasitas daya dukung ultimit blok kelompok tiang pada masing-masing kolom dengan menggunakan persamaan 3.21. Untuk mempermudah perhitungan dalam bentuk tabel, maka akan dianalisa secara bertahap yaitu menghitung daya dukung

blok ujung tiang (Q_p) dengan persamaan 3.22 selanjutnya menghitung daya dukung blok selimut tiang (Q_s) dengan menggunakan persamaan 3.23. Analisa perhitungan disajikan pada tabel 5.46 sampai tabel 5.47.

Tabel 5.46. Perhitungan daya dukung blok ujung tiang (Q_p)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	Dimensi kelompok		Kohesi Cu (T/m ²)	Nc'	Qp=Lg.Bg.Cu.Nc' (Ton)
		Panjang Lg (m)	Lebar Bg (m)			
2	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
3, 6, 7	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
4, 5	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
8	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
9	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
10	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
11	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
12, 16	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
13, 14, 15	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
17	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
18	7	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
19	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
20, 40	4	1,35	1,35	94,809	9	1555,104623
21	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
22, 23	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
24	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
25	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
26	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
27, 37, 38	5	1,76	1,76	94,809	9	2643,123226
28	4	1,35	1,35	94,809	9	1555,104623
29, 35	6	2,35	1,35	94,809	9	2707,033973
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	2,35	2,09	94,809	9	4190,889632
36	4	1,35	1,35	94,809	9	1555,104623
39	3	1,35	1,47	94,809	9	846,6680723
41	1	-	-			
42	1	-	-			

Selanjutnya menghitung daya dukung selimut blok tiang (Q_s) pada tabel

5.47 dengan rumus :

$$\Sigma Q_s = 2(Lg+Bg).Cu.AL$$

Tabel 5.48. Perhitungan kapasitas daya dukung ultimit blok kelompok tiang (Q_u)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	Q_p (Ton)	ΣQ_s (Ton)	$Q_u = Q_p + \Sigma Q_s$ (Ton)	$Q_a = Q_u/S_f$ $S_f = 3,4$ (Ton)
2	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
3, 6, 7	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
4, 5	3	846,6680723	2266,493805	3113,161877	915,635846
8	3	846,6680723	2266,493805	3113,161877	915,635846
9	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
10	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
11	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
12, 16	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
13, 14, 15	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
17	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
18	7	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
19	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
20, 40	4	1555,104623	3021,99174	4577,096363	1346,20481
21	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
22, 23	3	846,6680723	2266,493805	3113,161877	915,635846
24	3	846,6680723	2266,493805	3113,161877	915,635846
25	3	846,6680723	2266,493805	3113,161877	915,635846
26	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
27, 37, 38	5	2643,123226	3939,781824	6582,90505	1936,14854
28	4	1555,104623	3021,99174	4577,096363	1346,20481
29, 35	6	2707,033973	4141,24794	6848,281913	2014,20056
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	4190,889632	4969,497528	9160,38716	2694,23152
36	4	1555,104623	3021,99174	4577,096363	1346,20481
39	3	846,6680723	2041,523309	2888,191381	849,468053
41	1				
42	1				

Tabel 5.49. Tinjauan keamanan daya dukung ijin blok kelompok tiang (Q_a) terhadap beban aksial total (P_t)

Nomor Kolom	Jumlah Tiang (N) Terpakai	$Q_a = Q_u/S_f$ $S_f = 3,4$ (Ton)	Beban Total P_t (Ton)	Tinjau Keamanan $Q_a > P_t$
2	5	1936,148544	400,5158	Aman
3, 6, 7	5	1936,148544	410,1058	Aman
4, 5	3	915,6358463	209,35	Aman
8	3	915,6358463	208,18	Aman
9	5	1936,148544	394,2558	Aman
10	7	2694,231518	592,1912	Aman
11	7	2694,231518	521,0112	Aman
12, 16	7	2694,231518	533,1612	Aman
13, 14, 15	7	2694,231518	552,8612	Aman
17	7	2694,231518	521,0512	Aman
18	7	2694,231518	591,7912	Aman
19	5	1936,148544	421,0558	Aman
20, 40	4	1346,204813	270,61	Aman
21	5	1936,148544	385,0758	Aman
22, 23	3	915,6358463	241,8	Aman
24	3	915,6358463	232,05	Aman
25	3	915,6358463	175,11	Aman
26	5	1936,148544	401,3858	Aman
27, 37, 38	5	1936,148544	410,1658	Aman
28	4	1346,204813	323,66	Aman
29, 35	6	2014,200563	433,69	Aman
30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 45, 46, 47, 48	8	2694,231518	626,8412	Aman
36	4	1346,204813	325,25	Aman
39	3	849,4680533	209,72	Aman
41	1		52,75	
42	1		30,49	

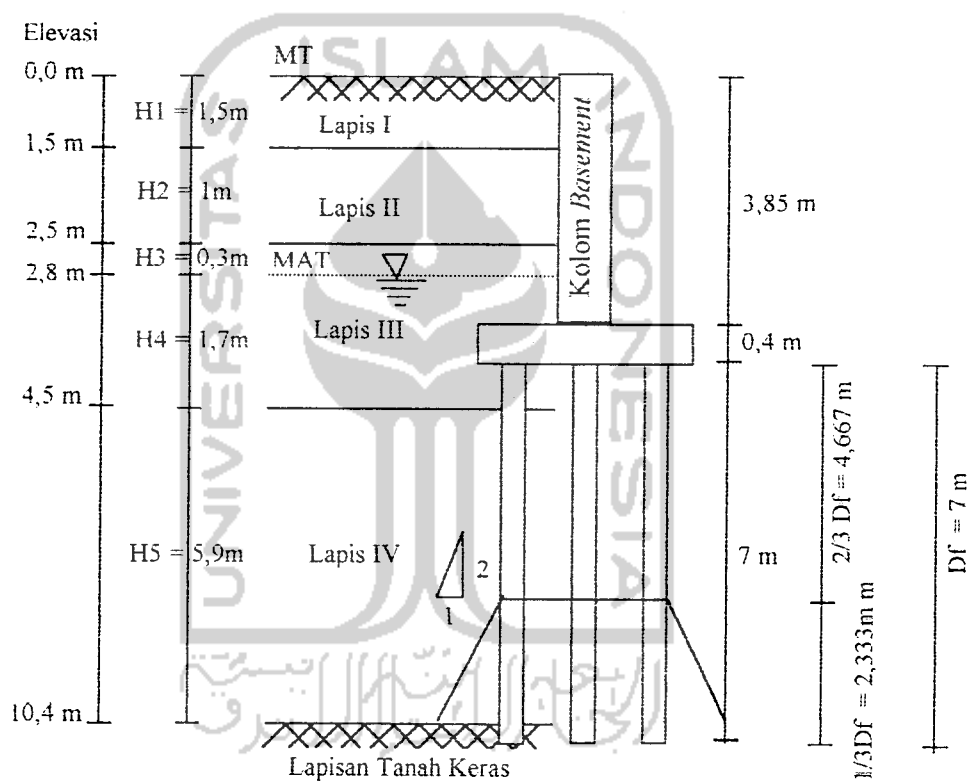
Dari hasil analisa diperoleh hasil daya dukung kelompok tiang ditinjau per individu tiang dalam satu kelompok dapat mendukung beban total dari struktur di atasnya.

5.5. Analisis Penurunan Kelompok Tiang Pada Tanah Lempung Akibat

Konsolidasi

Beban kerja yang ada dialihkan pada kedalaman $2/3 D_f$ dibawah *pile cap* seperti pada gambar 5.38 dibawah ini :

$$2/3 D_f = 2/3 \cdot 7\text{m} = 4,667 \text{ m}$$



Gambar 5.38. penurunan pondasi tiang pancang pada tanah lempung

Penurunan pada kedalaman di bawah $2/3 D_f$ dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S_g = \sum \frac{C_c \cdot \Delta H}{1 + e_0} \cdot \log \left(\frac{P_0' + \Delta P}{P_0'} \right)$$

Dari gambar 5.38 diperkirakan bahwa penurunan yang mungkin terjadi pada pondasi tiang pancang berada pada lapisan tanah III dan IV yaitu pada kedalaman antara 4,25 m – 4,5 m (Lapis III) dan pada kedalaman 4,5 m – 10,4 m (Lapis IV).

Dari hitungan terdahulu didapat:

$$e_0 = 1,944$$

$$Cc = 0,485982$$

$$\text{Panjang kelompok tiang (Lg)} = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Lebar kelompok tiang (Bg)} = 1,35 \text{ m}$$

$$\text{Beban aksial kolom} = 211,78 \text{ Ton}$$

Rumus penurunan :

$$S_g = \sum \frac{Cc \cdot \Delta H}{1+e_0} \cdot \log \left[\frac{p_{o'} + \Delta p}{p_{o'}} \right] \quad (3.28)$$

$$\Delta p = \frac{P}{(Lg + z_i)(Bg + z_i)} = \frac{211,78 \text{ Ton}}{(1,35\text{m} + 2,05\text{m})(1,35\text{m} + 2,05\text{m})} = 18,32 \text{ Ton/m}^2$$

Mencari nilai tegangan total ($\sigma_v = p_{o'}$)

$$\begin{aligned} p_{o'} &= (\gamma_{b1} \cdot H_1) + (\gamma_{b2} \cdot H_2) + (\gamma_{b3} \cdot H_3) + (\gamma' \cdot H_4) + (\gamma' \cdot H_5) \\ &= (1,677 \text{ T/m}^2 \cdot 1,5 \text{ m}) + (1,575 \text{ T/m}^2 \cdot 1 \text{ m}) + (1,629 \text{ T/m}^2 \cdot 0,3 \text{ m}) \\ &\quad + (0,5834 \text{ T/m}^2 \cdot 1,7 \text{ m}) + (0,5834 \text{ T/m}^2 \cdot 5,9 \text{ m}) \\ &= 9,0130 \text{ T/m}^2 \end{aligned}$$

$$S_g = \sum \frac{Cc \cdot \Delta H}{1+e_0} \cdot \log \left[\frac{p_{o'} + \Delta p}{p_{o'}} \right] \quad (3.28)$$

$$S_g = \frac{0,485982 \cdot 2,05\text{m}}{1+1,944} \cdot \log \left[\frac{9,0130 \text{ T/m}^2 + 18,32 \text{ Ton/m}^2}{9,0130 \text{ T/m}^2} \right]$$

$$= 0,16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

jadi penurunan yang terjadi adalah = 16 cm

$$= 0,16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

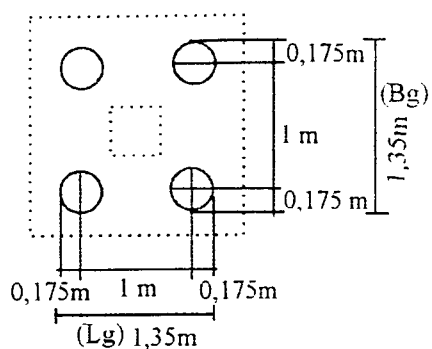
Jadi penurunan yang terjadi adalah 16 cm.



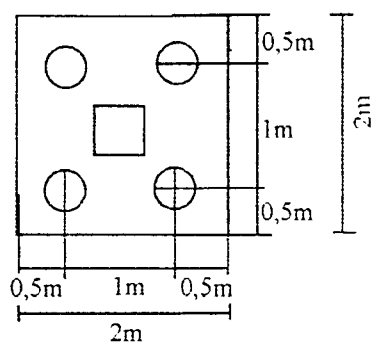
5.6. Pembahasan Hasil Analisa Pondasi Tiang Pancang

Dari analisa terhadap kapasitas daya dukung kelompok tiang pancang diperoleh hasil sebagai berikut :

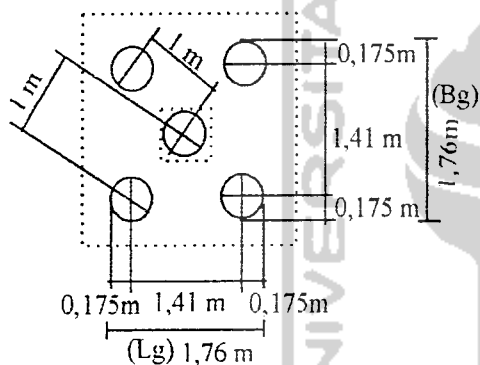
1. Nilai daya dukung kelompok tiang pancang jika ditinjau per individu tiang dalam kelompok secara umum dapat mendukung beban aksial total dengan nilai daya dukung yang sangat besar jika dibandingkan dengan beban aksial yang harus dipikul oleh pondasi tiang tersebut.
2. Bila daya dukung kelompok tiang ditinjau secara blok, didapatkan hasil daya dukung yang lebih kecil dibandingkan tinjauan per tiang dalam kelompok dan jika ditinjau terhadap keamanan terhadap beban aksial total yang diterima oleh kelompok tiang secara blok, rata-rata menunjukkan nilai daya dukung yang lebih kecil dari beban aksial yang dipikul. Untuk mendapatkan daya dukung yang memenuhi syarat keamanan maka jumlah tiang dalam kelompok harus ditambah.
3. Efisiensi pada kelompok tiang dianggap sama dengan satu ($E_g = 1$) karena pondasi tiang ditinjau sebagai kesatuan blok.
4. Nilai daya dukung kelompok tiang yang dipakai sebagai desain perencanaan diambil yang terkecil dilihat dari tinjauan daya dukung tiang secara individu dalam kelompok dan tinjauan blok dalam kelompok tiang.
5. Penurunan terjadi tidak diperhitungkan dengan alasan tiang dipancang mencapai kedalaman lapisan tanah keras.



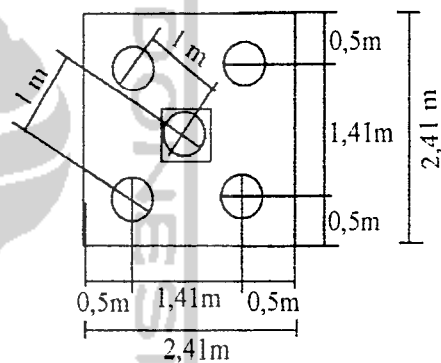
Gambar 5.39 Dimensi kelompok 4 tiang



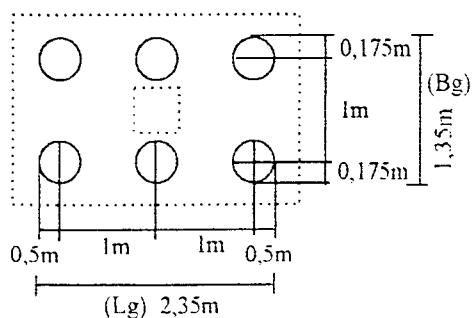
Gambar 5.40 Dimensi *poer* pada kelompok 4 tiang



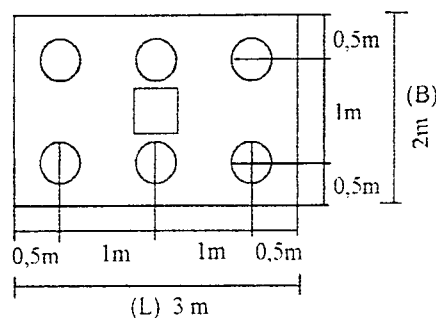
Gambar 5.41 Dimensi kelompok 5 tiang



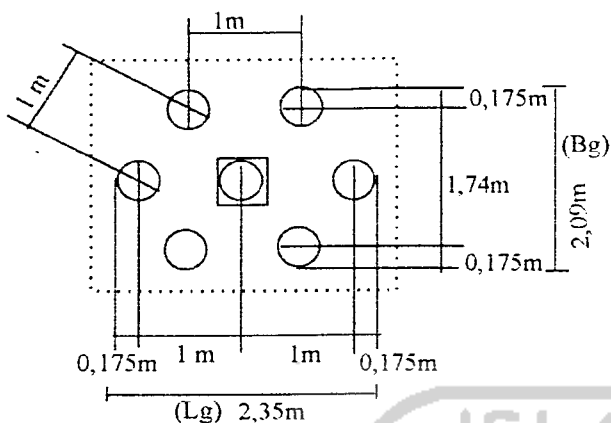
Gambar 5.42 Dimensi *poer* pada kelompok 5 tiang



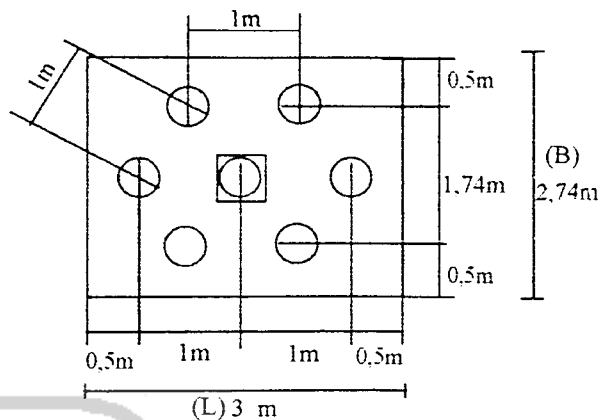
Gambar 5.43 Dimensi kelompok 6 tiang



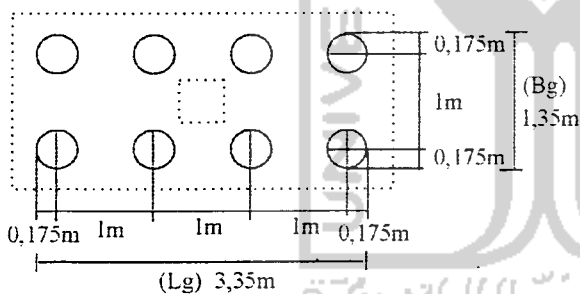
Gambar 5.44 Dimensi *poer* pada kelompok 6 tiang



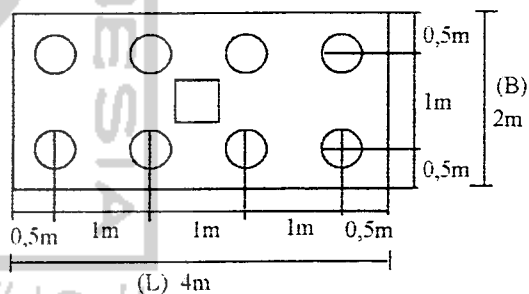
Gambar 5.45 Dimensi kelompok 7 tiang



Gambar 5.46 Dimensi *poer* pada kelompok 7 tiang



Gambar 5.47 Dimensi kelompok 8 tiang



Gambar 5.48 Dimensi *poer* pada kelompok 8 tiang

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilaksanakan baik analisa beban aksial pada masing-masing kolom struktur dengan menggunakan program SAP 90 maupun hasil analisa daya dukung kelompok tiang pancang, dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

- a. Beban pada perhitungan menggunakan program SAP 90 diambil nilai yang terbesar antara beban arah sumbu x dan beban arah sumbu y. Hal ini disebabkan dalam perhitungan menggunakan program SAP90 dua dimensi beban ditinjau dalam dua arah yaitu arah sumbu x dan sumbu y.
- b. Nilai daya dukung kelompok tiang pancang jika ditinjau per individu tiang dalam kelompok dan ditinjau secara blok secara umum dapat mendukung beban aksial total, hal ini disebabkan nilai daya dukung yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan beban aksial yang harus dipikul oleh pondasi tiang
- c. Nilai daya dukung kelompok tiang yang dipakai sebagai desain perencanaan diambil yang terkecil antara nilai daya dukung tiang secara individu dalam kelompok dan tinjauan blok dalam kelompok tiang.

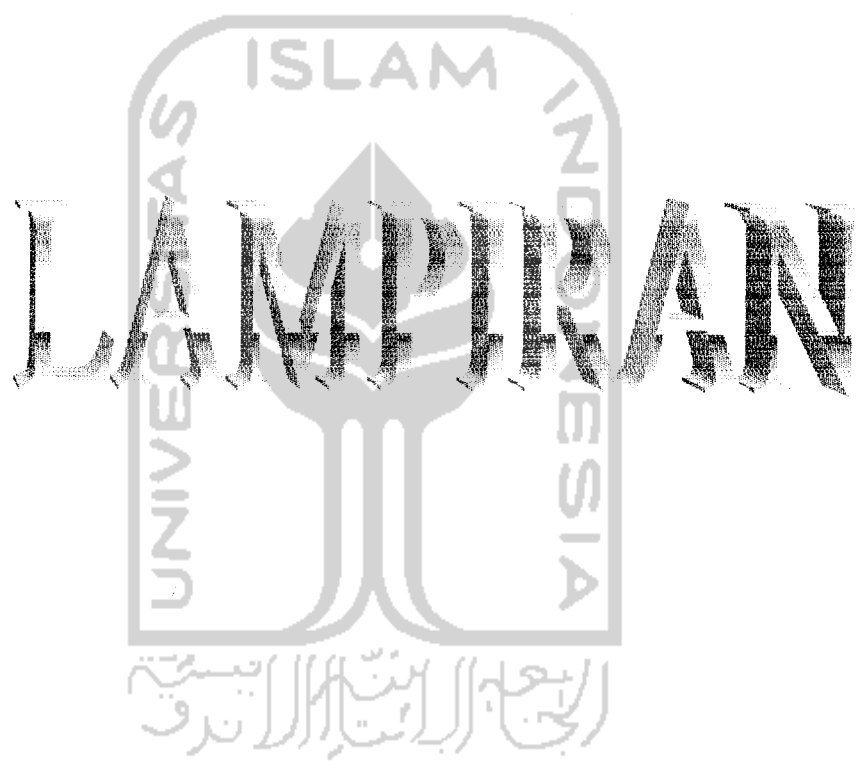
6. 2. Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dalam perencanaan pondasi tiang pancang ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya :

- a. Informasi tentang karakteristik tanah yang akurat sangatlah penting di dalam menunjang ketelitian analisa, baik data hasil penyelidikan tanah di lapangan maupun hasil penyelidikan di laboratorium.
- b. Ketelitian di dalam menentukan rumus-rumus terpakai di dalam menganalisa daya dukung pondasi tiang pancang mengingat banyaknya rumusan yang dapat dipakai.
- c. Dalam perhitungan pembebanan struktur atas dengan menggunakan program SAP 90 sebaiknya menggunakan sistem 3 dimensi dan penentuan beban yang bekerja pada strukturpun sebaiknya ditinjau dari berbagai arah, baik beban arah vertikal akibat berat sendiri struktur dan beban hidup yang bekerja pada struktur, beban arah horisontal akibat gempa maupun beban angin mengingat struktur atas merupakan bangunan bertingkat.
- d. Perlu diperhatikan tinggi muka air tanah yang ada karena dapat menyebabkan adanya gaya angkat (*up lift*) terutama pada bangunan yang mempunyai *basement* sehingga pengaruh gaya angkat ke atas ini dapat diketahui.
- e. Dalam perencanaan tugas akhir ini, besarnya penurunan tanah yang terjadi akibat berat struktur di atasnya tidak diperhitungkan mengingat pondasi tiang pancang direncanakan dipancang sampai ke dalam lapisan tanah keras, tetapi untuk kondisi tanah lainnya jika lapisan tanah keras sangat jauh maka perlu diperhitungkan besar penurunan tanah yang mungkin terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, 1986, **Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah**, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E, 1991, **Analisa dan Desain Pondasi jilid 2**, Erlangga, Jakarta.
- Coduto, Donal.P, PE,GE, 1994, **Foundation Design**, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffee, New Jersey.
- Das, Braja M, 1983, **Advanced Soil Mechanics**, Hemisphere Publishing Corporation, New York.
- Das, Braja M, 1990, **Principles Of Foundation Engineering**, PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- Hardiyatmo, Hary Cristady, 1994, **Mekanika Tanah 2**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Liu, Cheng and Evett, Jack B,1981, **Soil and Foundations**, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffee, New Jersey.
- Poulos, H. G dan Davis, E. H, 1980, **Pile Foundation Analysis and Design**, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Raharjo, Paulus. P, Ir, MSCE, Ph.D, 1999, **Manual Pondasi Tiang**, Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil UNPAR, Bandung.
- Sardjono, 1984, **Pondasi Tiang Pancang**, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, 1991, **Pondasi Tiang Pancang**, Sinar Wijaya, Surabaya
- Teng, Way C.,1981, **Foundation Design**, Prentice Hall of India Private Limited
- _____, 1987, **Pedoman Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.





TENO

QUALITY ASSURANCE IN FOUNDATION ENGINEERING

PT TENO INDONESIA

PILING WORK - GROUND IMPROVEMENT - PDA TEST/DLT - SIT - SLT - STATNOMIC - CAPO TEST - FOAM CONCRETE

No. : 09/SL-DL/TENO/III/2001

Surabaya, 3 Maret 2001.

Kepada Yth.
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Jl. Kaliurang KM. 14.4
YOGYAKARTA 55584
Telp. : (0274) 895042, 895707, 896440
Fax. : (0274) 895330
Up. : Bpk Ir. A. Marzuko, M.T.
Dosen Pembimbing I

HAL : PENGIRIMAN DATA TIANG PANCANG

Dengan hormat,

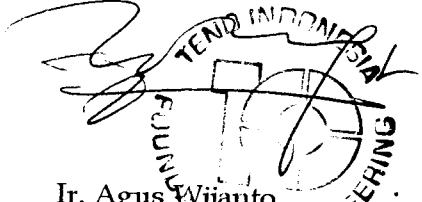
Bersama ini kami kirimkan data dan spesifikasi tiang pancang beton untuk keperluan materi Tugas Akhir dengan judul : Analisis Desain Pondasi Tiang Pancang Untuk Bangunan Bertingkat Pada Tanah Lempung Lunak, kepada mahasiswa berikut di bawah ini.

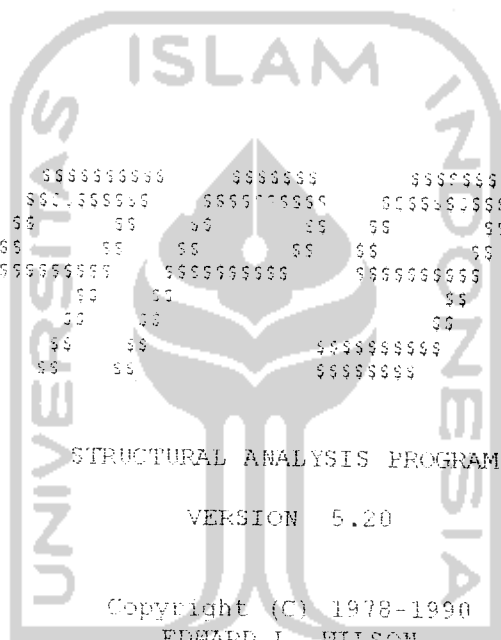
1. Nama : Irawan Basuki Wibowo. S.
No. Mhs : 94 310 240
Jurusan : TSG (Teknik Sipil Geoteknik)
2. Nama : Prapti Hartiwi
No. Mhs : 95 310 054
Jurusan : TSG (Teknik Sipil Geoteknik)

Sedangkan untuk keperluan administrasi kami, kami meminta 1 (satu) copy hasil Tugas Akhir untuk file kami.

Demikian surat kami dan mohon dipergunakan dengan sebenarnya untuk keperluan di atas.

Hormat kami,
PT. TENO INDONESIA


Ir. Agus Wijanto
Project Manager



#####

STRUCTURAL ANALYSIS PROGRAMS

VERSION 5.20

Copyright (C) 1978-1990
EDWARD L. WILSON

All rights reserved.

الجامعة الإسلامية
الابن الأثير الأندلسية



BADAN WAKAF
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DENAH
LANTAI 04
BLOK B

KODE NO JHAL IBR

ARS

DIRENCANAKAN

Tanggal: 14 Mei 2000

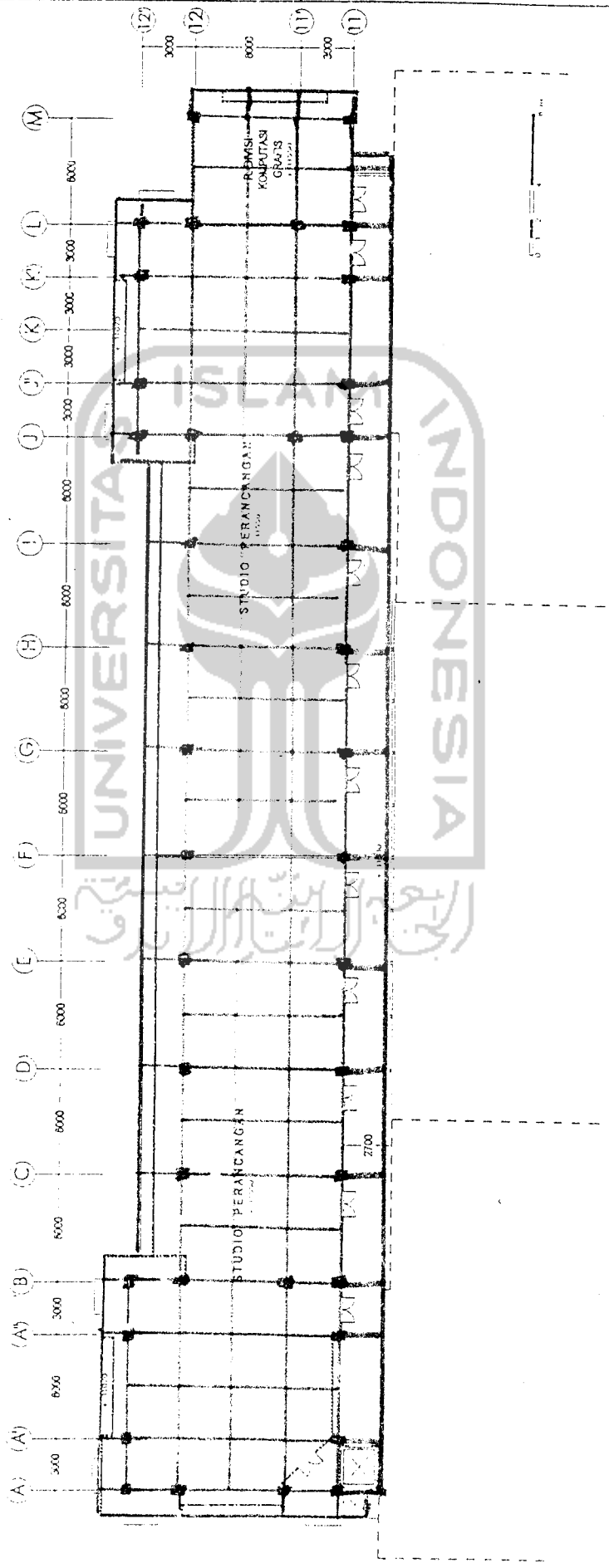
K. Wicaksono, MSCE, PhD
Koordinator Perencanaan

Konstruksi
DIGAMBAR

DISETUJUI

T.M. 0000

Y. H. M. Sembodo, U.C.
Perencana





BADAN WAKIL
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII
UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DENAH
LANTAI 03
BLOK B

KODE NO JML LBR

ARS

DIRENCANAKAN

Tanggal: 13 MAR 2000

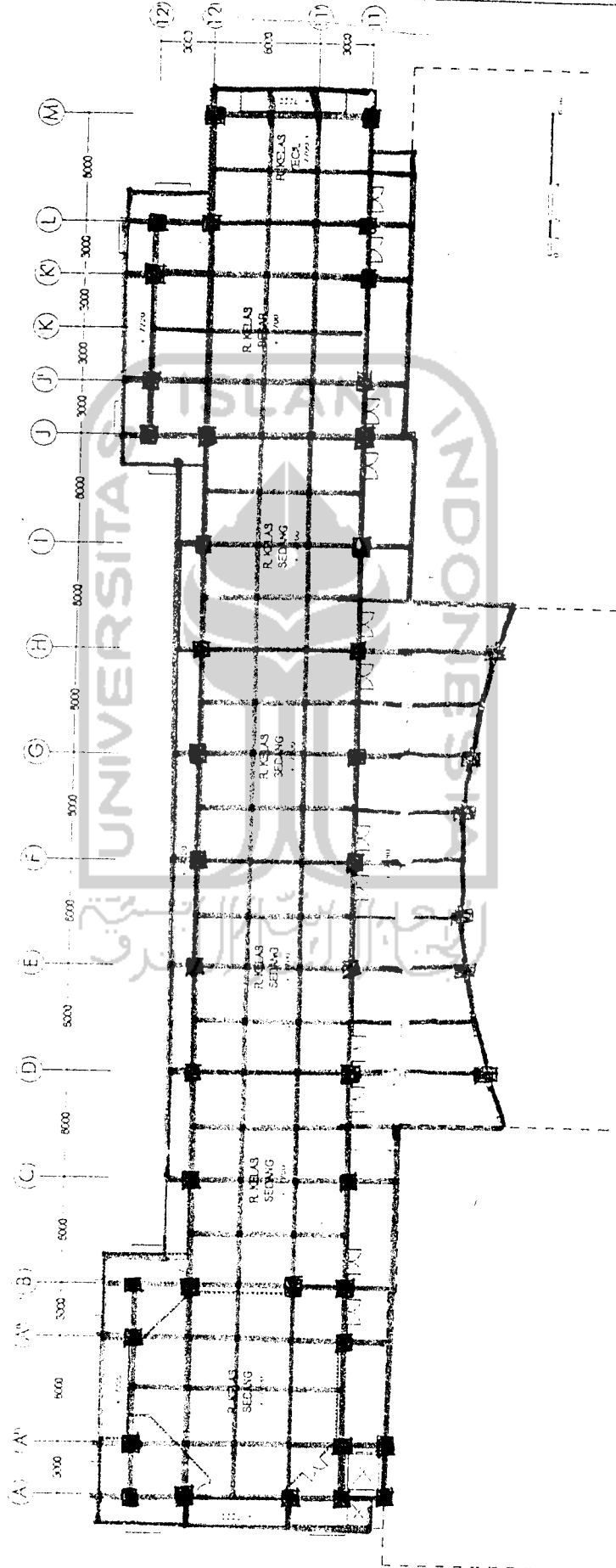
K. Widodo, MSCE, PhD
Koordinator Perencanaan

Konstruksi/Arsitek
DIGAMBAR

DISETUJUI

Tanggal:

P. H. U. Sarudin, MT





BADAN WILAYAH
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII

UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DENAH
LANTAI 02
BLOK B

KODE NO JML LBR

ARS

DIREKANAKAN

K. WOODS, M.Sc. Ph.D.

Tanggal:

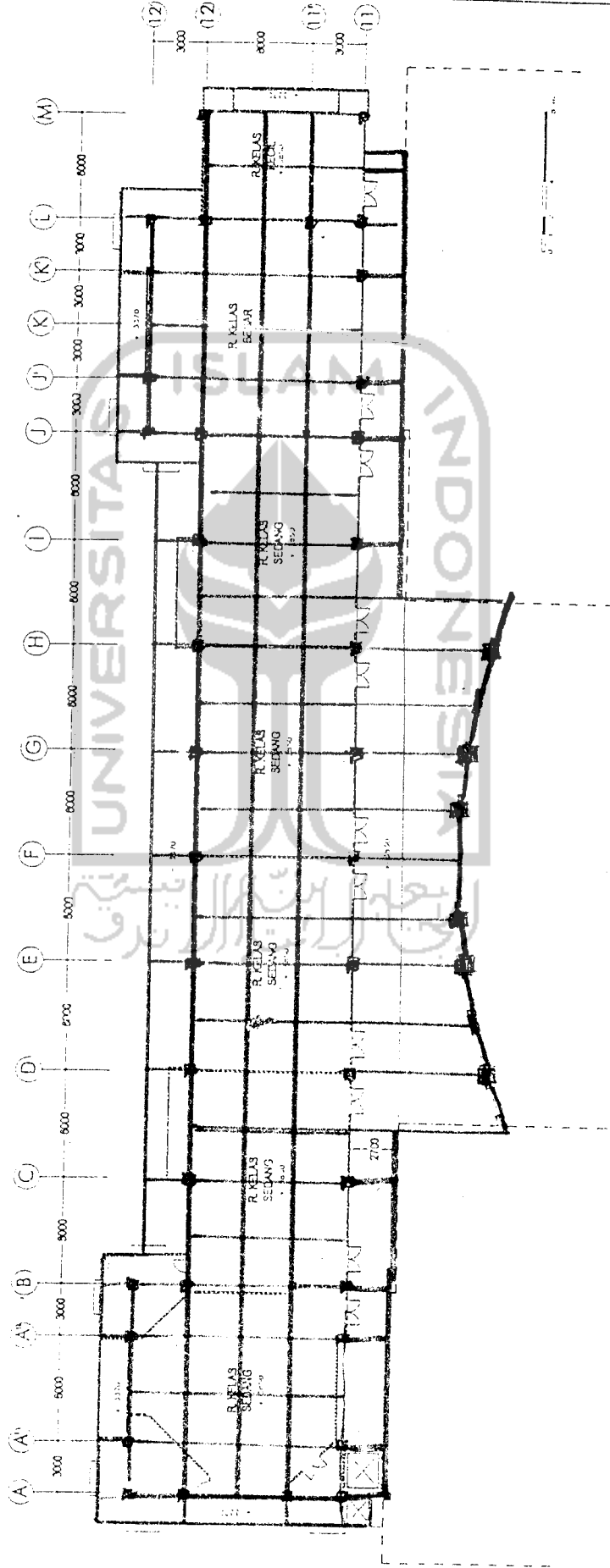
Koordinator Perencanaan

Konstruktur/Asst. K
DIGAMBAR

DISETUJUI

Tanggal:

B. H. H. Samsudin, M.T.





BADAN YAHYAI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

PEMBANGUNAN
KAMPUS TERPADU
UNIT VII

UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

JUDUL GAMBAR

DENAH
BASEMENT
BLOK B

KODE NO JMLH LSR

ARS

DIRENCANAKAN

Tanggal:

Y. Widodo, M. S. C. E. P. N. D.
Koordinator Perencanaan

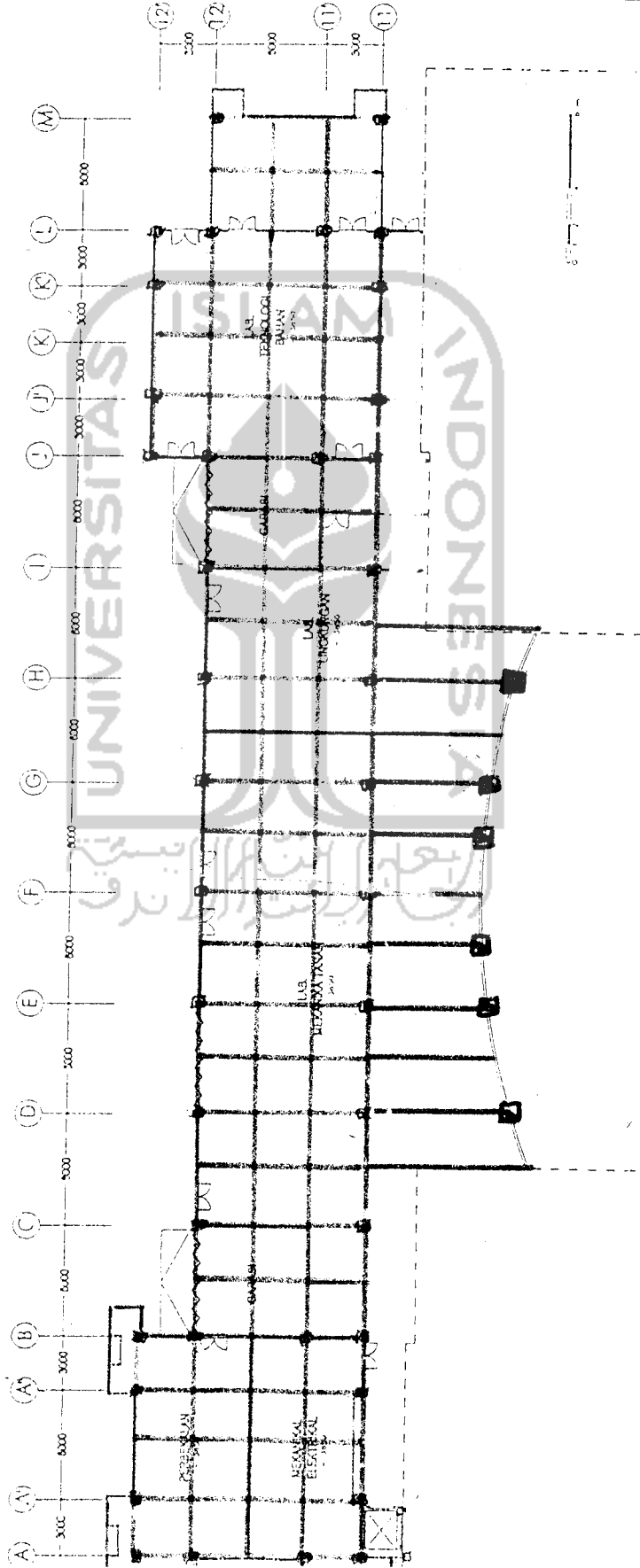
Konsep Arsitek
DIGAMBAR

DISETUIJI

Tanggal

.....

.....



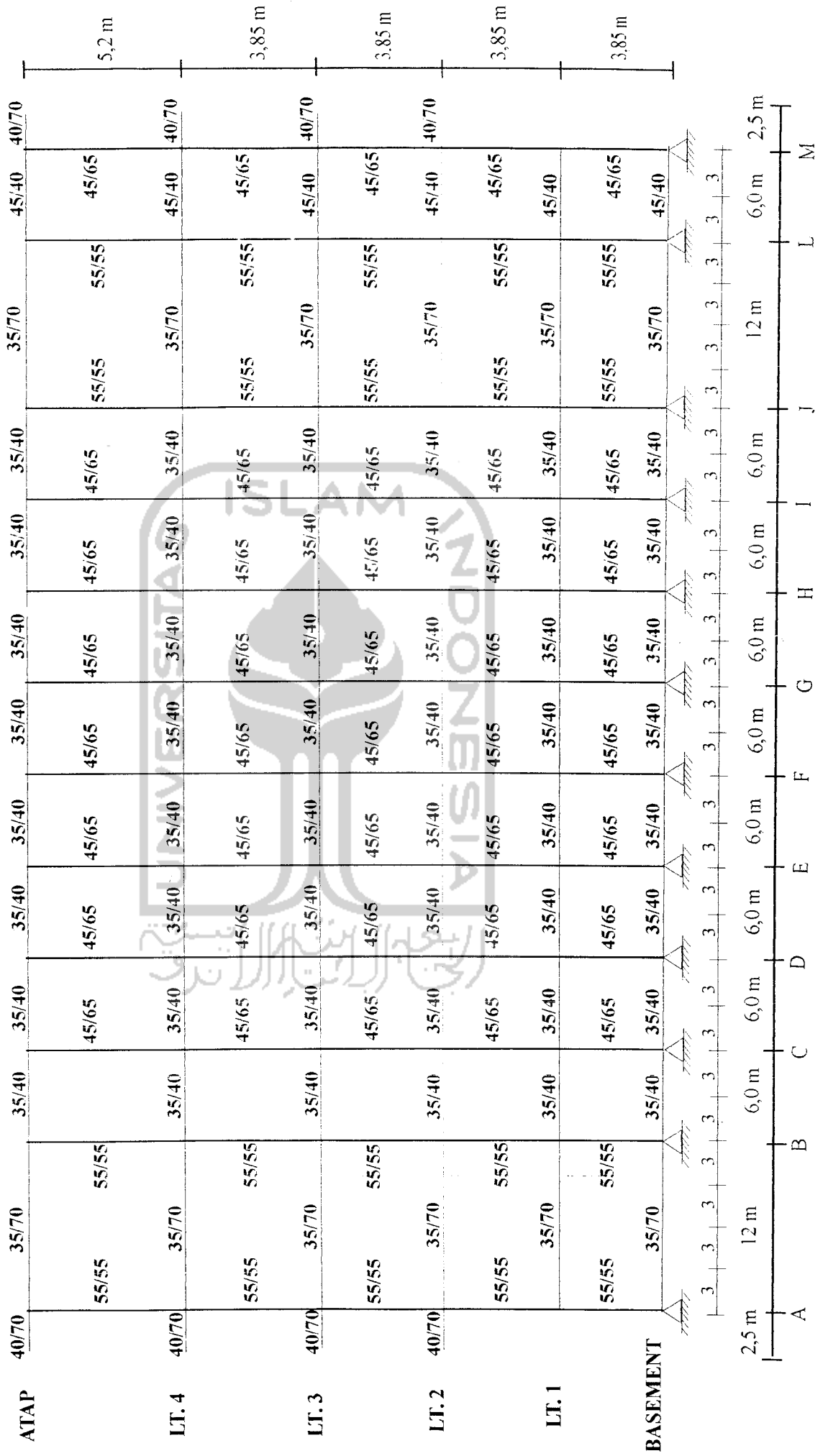


ISLAM

ANALISA

SAP 90

Portal As (A12-M12)



Portal As A12 - M12

Tabel beban merata portal As A12-M12

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1 (L-M)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2976	1651,2	6213,12
Lantai 4	3213	1800	6735,6
Lantai 3	3213	1125	5655,6
Lantai 2	3213	1125	5655,6
Lantai 1	3213	1125	5655,6

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1 (A-B) = (J-L)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1651,2	6774,72
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1125	6217,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1 (C-J)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2688	1651,2	5867,52
Lantai 4	2925	1800	6390
Lantai 3	2925	1125	5310
Lantai 2	2925	1125	5310
Lantai 1	2925	1800	6390

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6966	6000	17959,2
Lantai 4	6966	6000	17959,2
Lantai 3	6966	6000	17959,2
Lantai 2	6966	6000	17959,2
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6966	6000	17959,2
Lantai 4	6966	6000	17959,2
Lantai 3	6966	6000	17959,2
Lantai 2	6966	6000	17959,2
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4 (A-Luifel)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1957,5	1500	4749
Lantai 4	1957,5	1500	4749
Lantai 3	1957,5	1500	4749
Lantai 2	1957,5	1500	4749
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4 (L-M)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2349	1800	5698,8
Lantai 4	2349	1800	5698,8
Lantai 3	2349	1800	5698,8
Lantai 2	2349	1800	5698,8
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 5

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2902,5	2500	7483
Lantai 4	2902,5	2500	7483
Lantai 3	2902,5	2500	7483
Lantai 2	2902,5	2500	7483
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu
 bentang B12 - J 12

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25



Tabel beban titik portal as A12 - M12

Tabel Beban titik di as A

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4880,25	2227,5	9420,3
Lantai 4	6257,25	4050	13988,7
Lantai 3	6257,25	2531,25	11558,7
Lantai 2	6257,25	2531,25	11558,7
Lantai 1	3861	1125	6433,2

Tabel Beban titik di as A' = A'' = J' = K'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5256	1980	9475,2
Lantai 4	6480	3600	13536
Lantai 3	6480	2250	11376
Lantai 2	6480	2250	11376
Lantai 1	6480	2250	11376

Tabel Beban titik di as A* = K

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3690	1980	7596
Lantai 4	4914	3600	11656,8
Lantai 3	4914	2250	9496,8
Lantai 2	4914	2250	9496,8
Lantai 1	4914	2250	9496,8

Tabel Beban titik di as B = J

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6424	2420	11580,8
Lantai 4	7920	4400	16544
Lantai 3	7920	2750	13904
Lantai 2	7920	2750	13904
Lantai 1	6588,75	3150	12946,5

Tabel Beban titik di as $B^* = C^* = D^* = E^* = F^* = G^* = H^* = I^*$

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5256	1980	9475,2
Lantai 4	6480	3600	13536
Lantai 3	6480	2250	11376
Lantai 2	6480	2250	11376
Lantai 1	6480	2250	11376

Tabel Beban titik di as C = I

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7757,75	3272,5	14545,3
Lantai 4	9780,75	5950	21256,9
Lantai 3	9780,75	3718,75	17686,9
Lantai 2	9780,75	3718,75	17686,9
Lantai 1	8100,75	2700	14040,9

Tabel Beban titik di as D = E = F = G = H

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7576	3135	14107,2
Lantai 4	9514,5	5700	20537,4
Lantai 3	9514,5	3562,5	17117,4
Lantai 2	9514,5	3562,5	17117,4
Lantai 1	7834,5	2700	13721,4

Tabel Beban titik di as L*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1372,5	495	2439
Lantai 4	1678,5	900	3454,2
Lantai 3	1678,5	562,5	2914,2
Lantai 2	1678,5	562,5	2914,2
Lantai 1	1678,5	562,5	2914,2

Tabel Beban titik di as M

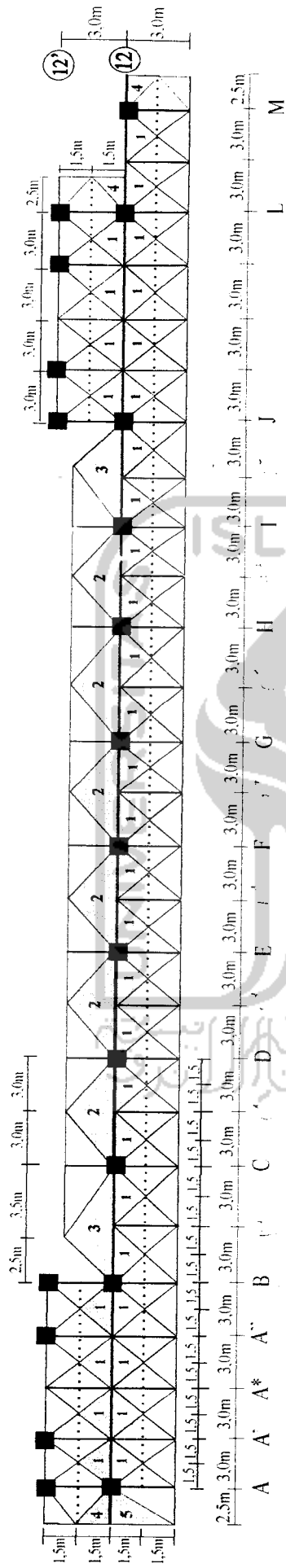
BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1518	660	2877,6
Lantai 4	1926	1200	3511,2
Lantai 3	1926	750	3511,2
Lantai 2	1926	750	3511,2
Lantai 1	1127,25	281,25	1802,7

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E, 1986, **Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah**, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E, 1991, **Analisa dan Desain Pondasi jilid 2**, Erlangga, Jakarta.
- Coduto, Donal.P, PE,GE, 1994, **Foundation Design**, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffes, New Jersey.
- Das, Braja M, 1983, **Advanced Soil Mekanics**, Hemisphere Publising Corporation, New York.
- Das, Braja M, 1990, **Principles Of Foundation Engineering**, PWS-KENT Publishing Company, Boston.
- Hardiyatmo, Hary Cristady, 1994, **Mekanika Tanah 2**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Liu, Cheng and Evett, Jack B,1981, **Soil and Foundations**, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffes, New Jersey.
- Poulos, H. G dan Davis, E. H, 1980, **Pile Foundation Analysis and Design**, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Raharjo, Paulus. P, Ir, MSCE, Ph.D, 1999, **Manual Pondasi Tiang**, Program Pasca Sarjana Magister Teknik Sipil UNPAR, Bandung.
- Sardjono, 1984, **Pondasi Tiang Pancang**, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, 1991, **Pondasi Tiang Pancang**, Sinar Wijaya, Surabaya
- Teng, Way C.,1981, **Foundation Design**, Prentice Hall of India Private Limited _____, 1987, **Pedoman Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

- _____, 1989, **Tata Cara Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- _____, 1991, **Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beban Untuk Bangunan Gedung**, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung
- _____, 1997, **Rekayasa Fundasi II : Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam**, Universitas Gunadarma, Jakarta
- _____, 1999, Laporan Hasil Pengujian Tanah untuk Perencanaan Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Sida Mulya, Kec. Kemrajen, Kab. Banyumas, Jawa Tengah, Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil FTSP UII, Yogyakarta.
- _____, 2001, **Spesifikasi Produk Tiang Pancang Beton**, PT Teno Indonesia, Surabaya.
- _____, Data Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung Kampus Terpadu Unit VII Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرَّحْمَةُ الرَّابَّةُ الرَّابَّةُ الرَّابَّةُ



Daerah pembebanan portal As A12 - M12



14 TRAP=0,0,0,10.5,-0.2172*2,0,12,0,0
 C LANTAI 3-2-1
 15 TRAP=0,0,0,1.5,-0.2172*2,0,3,0,0 PLD=3,-11.376,0
 16 TRAP=0,0,0,4.5,-0.2172*2,0,6,0,0 PLD=6,-9.4968,0
 17 TRAP=0,0,0,7.5,-0.2172*2,0,9,0,0 PLD=9,-11.376,0
 18 TRAP=0,0,0,10.5,-0.2172*2,0,12,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 1 10-11
 C ATAP
 19 TRAP=0,0,0,1.5,-0.186752,0,3,0,0 PLD=3,-9.478,0
 20 TRAP=0,0,0,4.5,-0.186752,0,6,0,0
 C LANTAI 4
 21 TRAP=0,0,0,1.5,-0.390,0,3,0,0 PLD=3,-13.536,0
 22 TRAP=0,0,0,4.5,-0.390,0,6,0,0
 C LANTAI 3-2
 23 TRAP=0,0,0,1.5,-0.410,0,3,0,0 PLD=3,-11.376,0
 24 TRAP=0,0,0,4.5,-0.410,0,6,0,0
 C LANTAI 1
 25 TRAP=0,0,0,1.5,-0.390,0,3,0,0 PLD=3,-11.376,0
 26 TRAP=0,0,0,4.5,-0.390,0,6,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 1
 27 TRAP=0,0,0,3,-17.9592,0,6,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 2
 28 TRAP=0,0,0,2.5,-17.9592,0,6,0,0
 29 TRAP=0,0,0,3.5,-17.9592,0,6,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 4
 30 TRAP=0,-4.749,0,2.5,0,0 :A-Luifel
 31 TRAP=0,0,0,2.5,-5.6988,0 :L-M
 C BEBAN SEGITIGA 5
 32 TRAP=0,-7.483,0,2.5,0,0
 C BEBAN MERATA
 33 WL=0,-0.65,0 :ATAP
 34 WL=0,-1.13125,0 :LANTAI 4
 35 WL=0,-0.9625,0 :LANTAI 3-2-1
 36 WL=0,-0.48125,0 :EASEMENT
 C KOLOM
 1,1,13 M=1 G=4,12,12,12
 2,2,14 M=1 G=4,12,12,12
 3,3,15 M=2 G=6,1,1,1
 15,15,27 M=2 G=6,1,1,1
 27,27,39 M=2 G=6,1,1,1
 39,39,51 M=2 G=6,1,1,1
 51,51,63 M=2 G=6,1,1,1
 10,10,22 M=1 G=4,12,12,12
 11,11,23 M=1 G=4,12,12,12
 13,12,24 M=2 G=4,12,12,12
 C BALOK
 61,1,2 M=3 G=1,9,9,9
 62,2,3 M=4 NSL=0,0,0,36 G=7,1,1,1
 71,11,12 M=5
 72,13,14 M=3 NSL=15,16,17,18
 73,14,15 M=4 NSL=25,26,28,35
 74,15,16 M=4 G=5,1,1,1 NSL=25,26,27,35
 80,21,22 M=4 NSL=25,26,29,35
 81,22,23 M=3 NSL=15,16,17,18
 82,23,24 M=5 NSL=5,6,31
 83,73,25 M=6 G=3,13,1,12 NSL=30,32

81,25,26 M=3 G=1,11,12,12 NSL=15,16,17,18
 81,26,27 M=4 G=1,11,12,12 NSL=23,24,28,29
 81,27,28 M=3 G=5,1,1,1 NSL=23,24,27,35
 82,31,34 M=4 G=1,13,13,12 NSL=21,24,29,35
 83,34,35 M=3 G=1,11,12,12 NSL=15,16,17,18
 84,35,36 M=1 G=1,13,12,12 NSL=6,6,33
 85,36,37 M=1 G=1,13,12,1 NSL=11
 86,39,40 M=1 G=5,1,1,1 NSL=23,24,27,35

110,47,50 H=3 NSL=11,12,13,14
 111,50,51 M=3 NSL=21,21,28,34
 112,51,52 M=3 G=5,1,1,1 NSL=23,24,27,35
 113,57,59 M=4 NSL=21,22,29,34
 114,58,59 M=3 NSL=11,13,13,14

120,58,60 M=3 NSL=3,4,11
 123,61,62 M=3 NSL=1,6,8,10
 124,62,63 H=3 NSL=19,20,26,33
 125,67,69 M=4 G=5,1,1,1 NSL=19,20,27,33
 126,69,70 M=3 NSL=19,20,29,33
 127,70,71 M=3 NSL=7,8,2,10
 128,71,72 M=1 NSL=1,2,21

LOADS

C BEBAN TITIK AS A

61 F=0,-9.4203,0
 49 F=0,-13.9887,0
 25 37 12 F=0,-11.5587,0
 13 F=0,-6.4332,0

C BEBAN TITIK AS E-J

62 70 8 F=0,-11.5808,0
 50 58 8 F=0,-15.844,0
 30 36 8 F=0,-13.984,0
 26 34 8 F=0,-13.904,0
 14 22 8 F=0,-12.9465,0

C BEBAN TITIK AS C-I

63 69 6 F=0,-14.5453,0
 51 57 6 F=0,-11.2569,0
 39 45 6 F=0,-17.6869,0
 27 33 6 F=0,-17.6869,0
 15 21 6 F=0,-14.0409,0

C BEBAN TITIF AS D=E=F=G=H

64 68 1 F=0,-14.1072,0
 52 56 1 F=0,-20.5374,0
 40 44 1 F=0,-17.1174,0
 28 32 1 F=0,-17.1174,0
 16 20 1 F=0,-13.7214,0

C BEBAN TITIK AS L

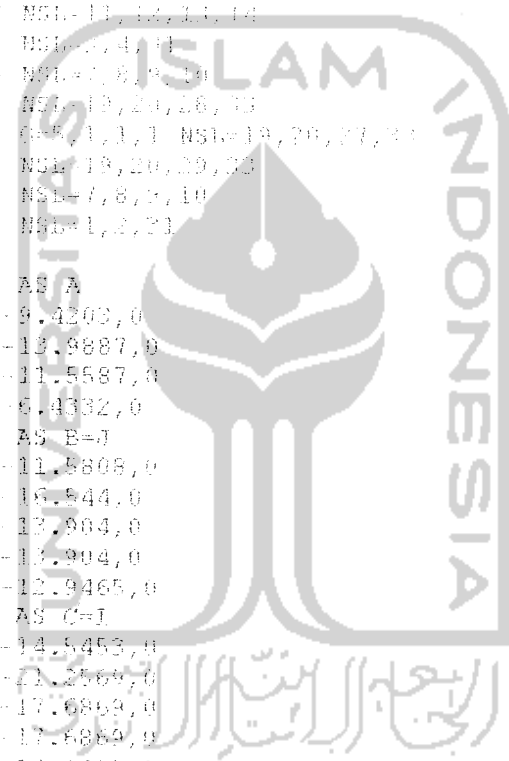
71 F=0,-9.4203,0
 59 F=0,-13.9887,0
 35 47 12 F=0,-11.5587,0
 23 F=0,-6.4332,0

C BEBAN TITIK AS M

73 F=0,-2.8776,0
 60 F=0,-4.2312,0
 36 48 12 F=0,-3.5112,0
 24 F=0,-1.8027,0

COMBO

1 C=1,1,1,1



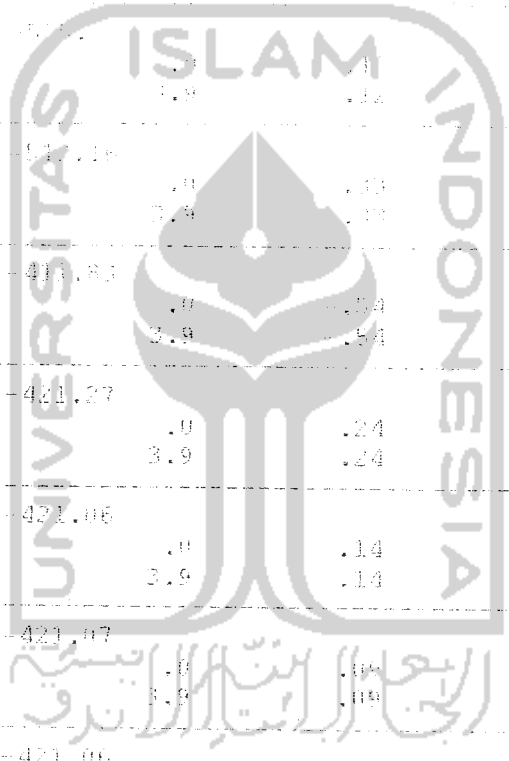
PROGRAM: HANFANIS/LE: A12-M12-M3Y

ENCIAL: A0 (A12-M12) KAMUS: TERPADU HIMP VUL HIB (U/20) BY UMRP & DIME

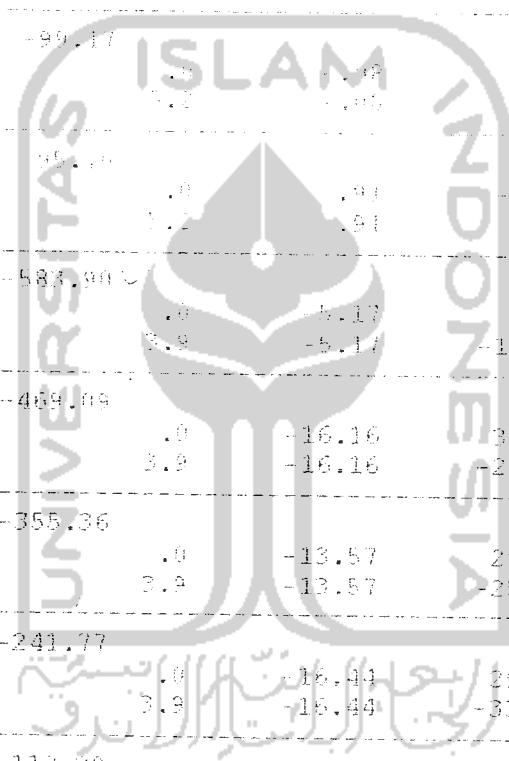
PROGRAM ELEMENT DETAILS

BLK LEAD	ANAL. ELEM	LEADLINE	LEADLINE	ANAL. ELEM
PROGRAM	PROGRAM	SHEAR	MOMENT	SHEAR
1	188.66	12.75	6.95	
	3.9	12.75	-32.66	
13	209.90	12.75	57.45	
	3.9	12.75	-44.45	
25	249.87	11.04	40.14	
	3.9	-11.04	-40.16	
37	169.17	14.30	41.93	
	3.9	14.30	-49.63	
49	77.53	13.55	53.30	
	6.2	13.55	-69.17	
2	584.30	5.19	-1.58	
	3.9	5.19	19.38	
14	466.80	16.96	-34.78	
	3.9	16.96	60.50	
26	355.32	12.74	-24.23	
	3.9	12.74	24.82	
38	241.89	15.88	-29.07	
	3.9	15.88	32.08	
50	112.51	16.46	-37.90	
	5.2	16.46	47.70	
3	513.12	-1.29	-1.24	
	3.9	-1.29	-1.36	
4	525.27	-1.08	.13	
	3.9	-1.08	-.17	

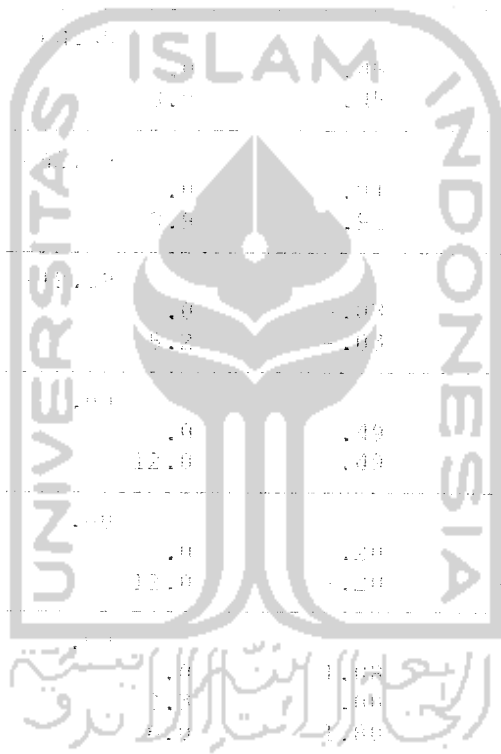
5	1	-450.497	.0	.00	-1.02
			3.9	.00	-1.07
6	1	-520.09	.0	.08	-1.08
			3.9	.08	.08
7	1	-470.00	.0	.07	-1.11
			3.9	.07	-1.14
8	1	-470.00	.0	.12	-1.27
			3.9	.12	-1.21
9	1	-511.18	.0	.03	-1.05
			3.9	.03	-1.12
15	1	-411.83	.0	-.34	-1.31
			3.9	-.34	-1.77
16	1	-421.37	.0	.24	-1.44
			3.9	.24	-1.40
17	1	-471.06	.0	.14	-1.21
			3.9	.14	-1.34
18	1	-421.07	.0	.06	-1.10
			3.9	.06	-1.24
19	1	-421.06	.0	.00	-1.00
			3.9	.04	-1.16
20	1	-421.07	.0	-.03	-1.17
			3.9	-.07	-1.07
21	1	-411.81	.0	.78	-1.60
			3.9	.78	-1.42
27	1	-309.72	.0	-.82	-1.65
			3.9	-.82	-1.49
28	1	-317.18	.0	-.19	-1.47
			3.9	-.19	-.24



53	1	-98.96	.0	.09	-1.28
			5.2	.09	.16
54	1	-98.98	.0	.05	-1.17
			5.2	.05	.07
55	1	-98.96	.0	.07	1.06
			5.2	.07	-1.02
56	1	-99.17	.0	.09	.10
			5.2	.09	-1.33
57	1	-99.16	.0	.91	-1.73
			3.2	.91	1.95
10	1	-587.900	.0	5.17	1.15
			3.9	-5.17	-18.74
22	1	-469.09	.0	-16.16	32.95
			3.9	-16.16	-29.27
34	1	-355.36	.0	-13.57	26.32
			3.9	-13.57	-25.94
46	1	-241.77	.0	-16.41	29.80
			3.9	-16.44	-33.49
58	1	-112.29	.0	-16.18	37.19
			5.2	-16.18	-46.94
11	1	-416.48	.0	10.47	-7.35
			3.9	10.47	32.97
23	1	-338.31	.0	23.84	-47.68
			3.9	23.84	44.11
35	1	-257.36	.0	22.35	-42.97
			3.9	22.35	43.07
47	1	-176.64	.0	24.76	-45.23
			3.9	24.76	50.08



59	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
60	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
61	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
62	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
63	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
64	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
65	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00
66	1	100.00			
			1.00	1.00	0.00
			3.00	3.00	0.00



J O I N T D I S P L A C E M E N T S

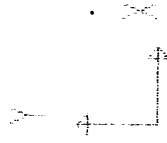
LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	.001250
2	.0000E+00	.0000E+00	-.6810E-03
3	.0000E+00	.0000E+00	.1243E-03
4	.0000E+00	.0000E+00	-.4883E-05
5	.0000E+00	.0000E+00	-.1055E-05
6	.0000E+00	.0000E+00	-.1008E-04
7	.0000E+00	.0000E+00	-.1854E-04
8	.0000E+00	.0000E+00	-.1440E-04
9	.0000E+00	.0000E+00	-.1304E-03
10	.0000E+00	.0000E+00	.5811E-03
11	.0000E+00	.0000E+00	-.8062E-03
12	.0000E+00	.0000E+00	-.1724E-03
13	-.000406	-.002353	-.003134
14	-.000087	-.003538	.001576
15	-.000048	-.003213	-.000171
16	-.000004	-.003289	-.000013
17	.000033	-.003287	-.000019
18	.000067	-.003287	-.000018
19	.000100	-.003287	-.000017
20	.000134	-.003289	-.000025
21	.000171	-.003213	.000123
22	.000198	-.003535	-.001531
23	.000486	-.002516	.002270
24	.4693E-03	-.6057E-03	.4560E-03
25	.000311	-.004351	-.001576
26	.000184	-.006376	.001062
27	.000160	-.005792	-.000070
28	.000141	-.005927	-.000003
29	.000131	-.005924	.000005
30	.000126	-.005924	.000009
31	.000126	-.005924	.000014
32	.000129	-.005927	.000020
33	.000133	-.005792	.000090
34	.000143	-.006376	-.001089
35	.000093	-.004564	.001842
36	.000083	-.001143	.000016
37	-.000097	-.005864	-.001662
38	-.000021	-.008528	.001133
39	-.000018	-.007731	-.000040
40	-.000019	-.007913	.000040
41	-.000022	-.007909	.000038
42	-.000025	-.007909	.000039
43	-.000029	-.007909	.000042
44	-.000032	-.007913	.000043
45	-.000034	-.007732	.000128
46	-.000034	-.008527	-.001044
47	.000032	-.006122	.001854
48	.000039	-.001546	.000119
49	-.000051	-.006892	-.002346
50	-.000068	-.009992	.001496
51	-.000096	-.009031	-.000079
52	-.000119	-.009248	-.000019

53	-.000149	-.009242	.000003
54	-.000183	-.009242	.000015
55	-.000220	-.009242	.000027
56	-.000259	-.009248	.000049
57	-.000300	-.009031	.000111
58	-.000350	-.009991	-.001487
59	-.000414	-.007192	.002436
60	-.000429	-.001815	.000349
61	.001022	-.007526	-.004919
62	.000473	-.010912	.003086
63	.000328	-.009840	-.000443
64	.000167	-.010086	-.000009
65	.000010	-.010079	-.000026
66	-.000146	-.010079	-.000009
67	-.000300	-.010079	.000008
68	-.000455	-.010086	-.000010
69	-.000611	.009841	.000415
70	-.000748	-.010910	-.003068
71	-.001283	-.007857	.004577
72	-.001282	-.001978	-.000034
73	.000311	-.002370	-.000582
74	-.000097	-.003667	-.000668
75	-.000051	-.002985	-.001352
76	.001022	.002815	-.003925
77	.000083	-.002014	-.000447
78	.000039	-.002161	-.000344
79	-.000429	-.001853	-.000114
80	-.001282	-.002974	-.000497

REACTIONS AND APPLIED FORCES
LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	12.7796	389.1697	.0000
2	-5.1855	584.8890	.0000
3	.2922	516.4446	.0000
4	.0798	528.0798	.0000
5	.0128	527.8585	.0000
6	-.0297	527.8655	.0000
7	-.0690	527.8584	.0000
8	-.1237	528.0822	.0000
9	-.3291	516.4299	.0000
10	5.1678	584.8602	.0000
11	-10.4708	414.6507	.0000
12	-2.1245	97.7591	.0000
13	.0000	-6.4332	.0000
14	.0000	-12.9465	.0000
15	.0000	-14.0409	.0000
16	.0000	-13.7214	.0000
17	.0000	-13.7214	.0000
18	.0000	-13.7214	.0000
19	.0000	-13.7214	.0000
20	.0000	-13.7214	.0000
21	.0000	-14.0409	.0000
22	.0000	-12.9465	.0000
23	.0000	-6.4332	.0000
24	.0000	-1.8027	.0000
25	.0000	-11.5587	.0000

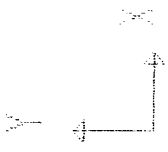


76122	61	123	52	124	63	125	64	126	65	127	66
49			50	111	51	112	52	113	53	114	54
75109	49	110									
37			38	39	38	39	40	40	41	41	42
7496	37	97	36	38	38	39	40	40	41	41	42
25			26	27	27	28	28	29	29	30	30
7393	25	84	24	25	27	28	28	29	29	30	30
13			14	15	15	16	16	17	17	18	18
			13	14	15	16	16	17	17	18	18
1			2	3	3	4	4	5	5	6	6
			1	2	3	4	4	5	5	6	6

A12-M12
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

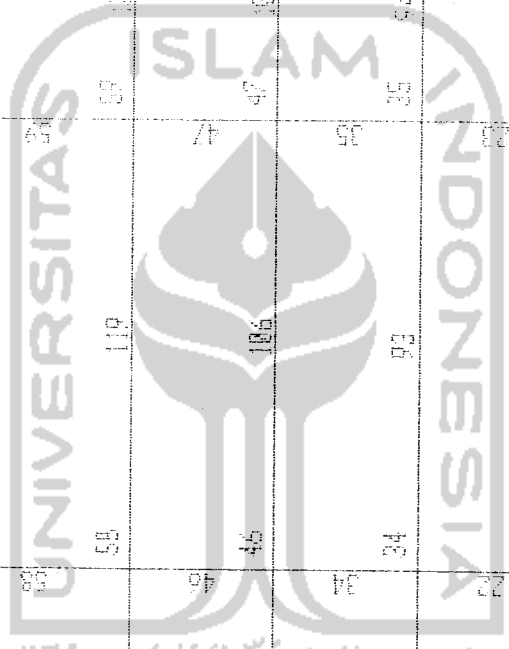


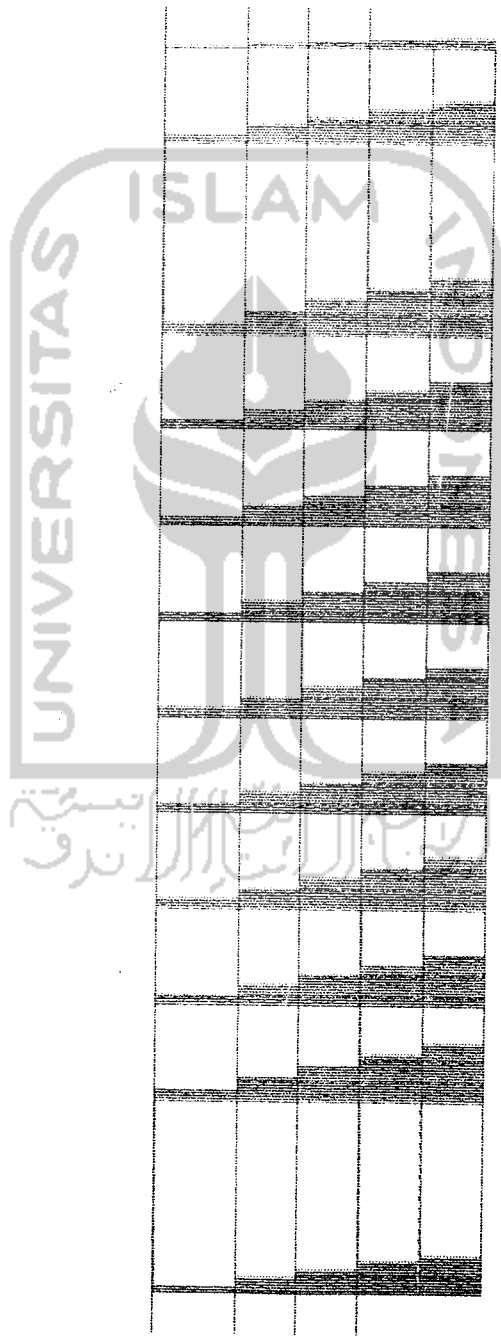
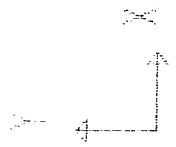
A12-N12
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

67	129	68	132	69	131	70	132	71	133	72	134	80
55	116	56	117	57	118	58	119	59	120	60	121	79
43	103	44	104	45	105	46	106	47	107	48	108	78
31	90	32	91	33	92	34	93	35	94	36	95	77
19	78	20	79	21	80	22	81	23	82	24	83	76
7	67	8	68	9	69	10	70	11	71	12	72	75

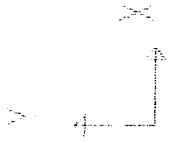




A12-M12
 FRAME
 OUTPUT P
 LOAD I

ENVELOPES

MIN < 2>
 - .5843E+03
 AT .00
 MAX < 72>
 .1368E+02
 AT .00



A12-M12

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 110 >

-1.1319E+03

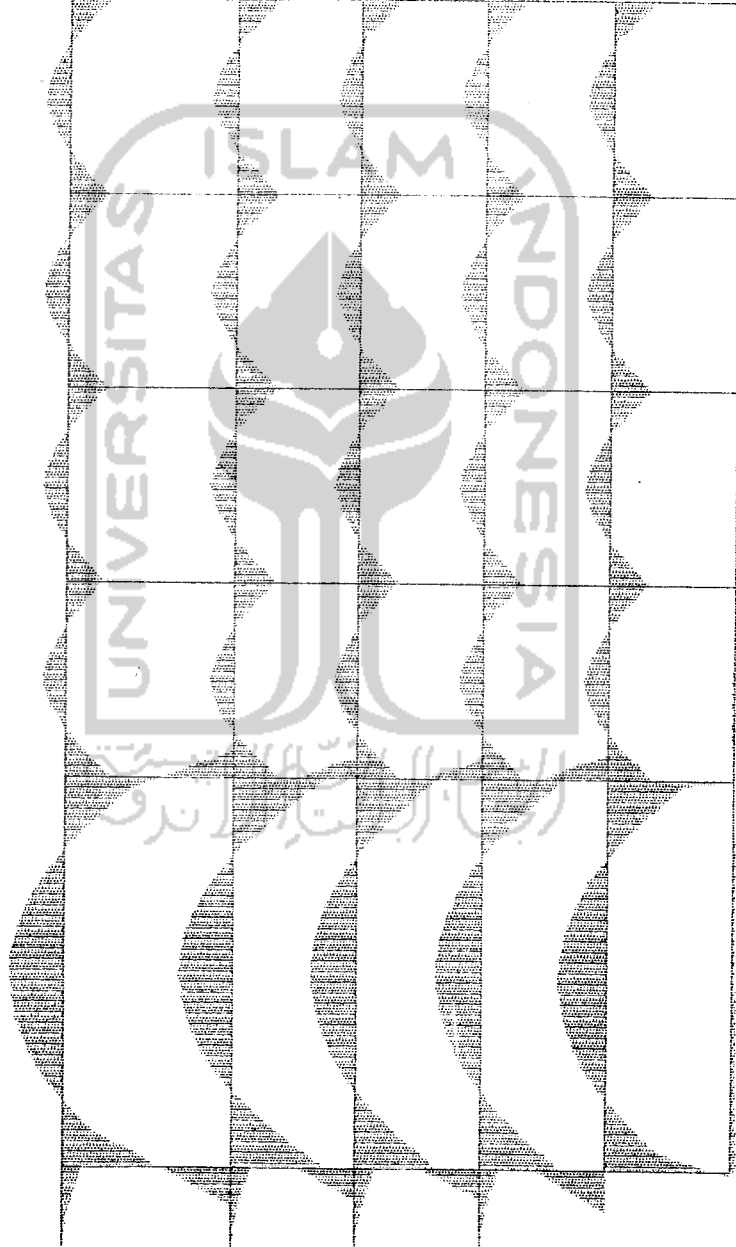
AT 12.00

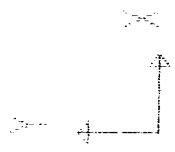
MAX < 110 >

.7593E+02

AT 5.85

SAP90





A12-M12

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 119 >

-.1323E+03

AT .00

MAX < 119 >

.7609E+02

AT 6.15

SAP90



A12-N12

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA

W = -1459E+02

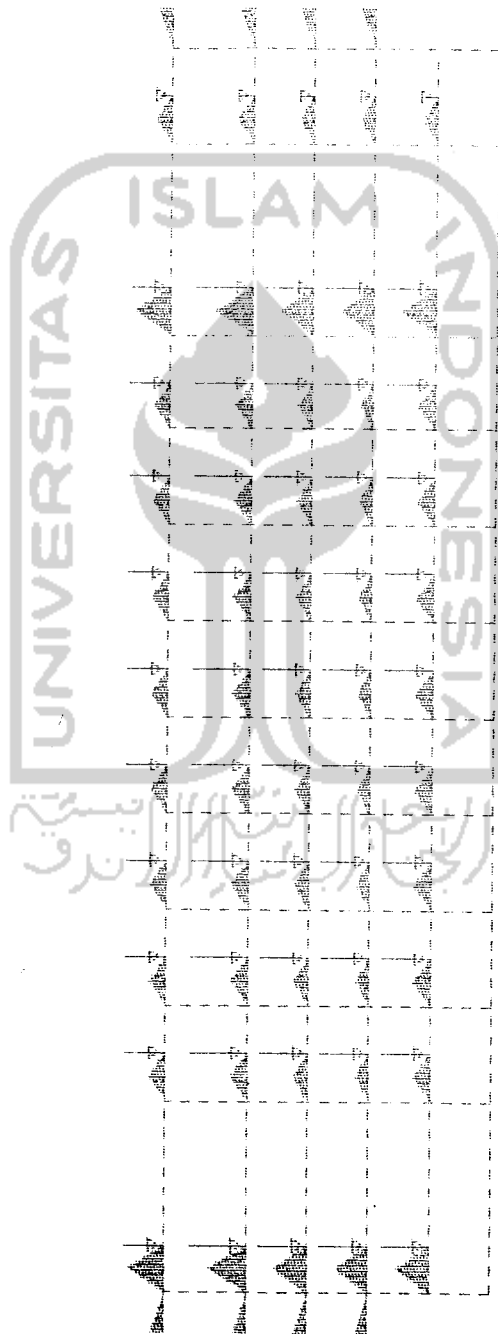
P = -1354E+02

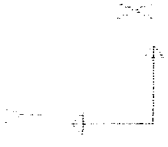
MAXIMA

W = 4749E+01

P = -2439E+01

SAP90





A12-M12

FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA

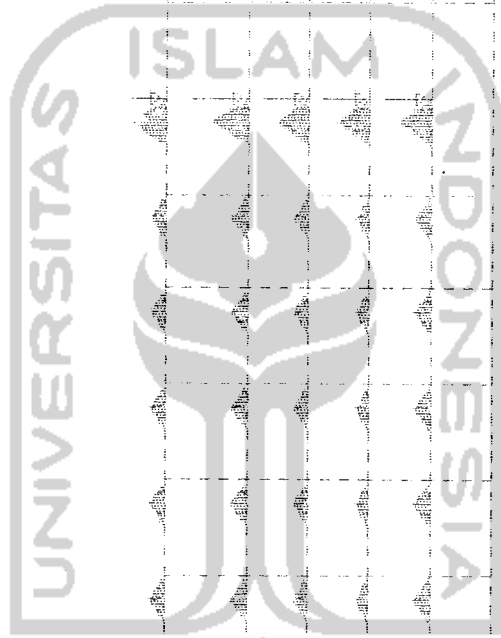
W = 1459E+02

F = 1166E+02

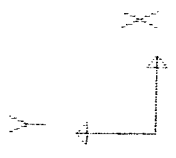
MAXIMA

W = 5310E+01

F = 7596E+01



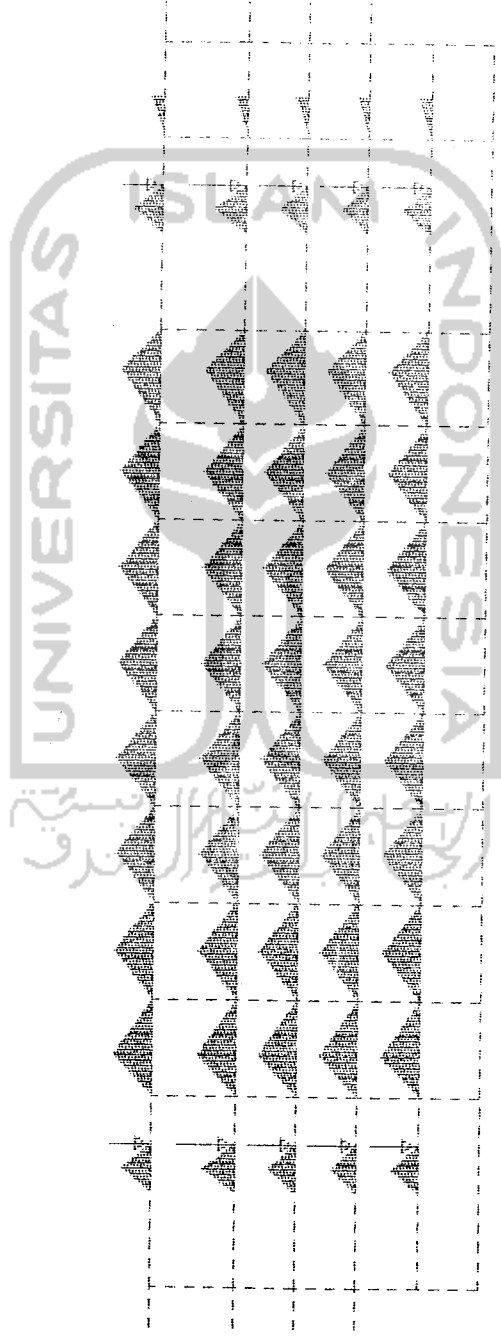
SAP90



A12-M12

FRAME
LOADS

LOAD 3



MINIMA

W - .1796E+02

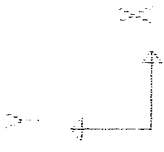
P - .1354E+02

MAXIMA

W - .5699E+01

P - .9475E+01

SAP90



A12-N12

FRAME

LOADS

LOAD 4

MINIMA

W - 1459E+02

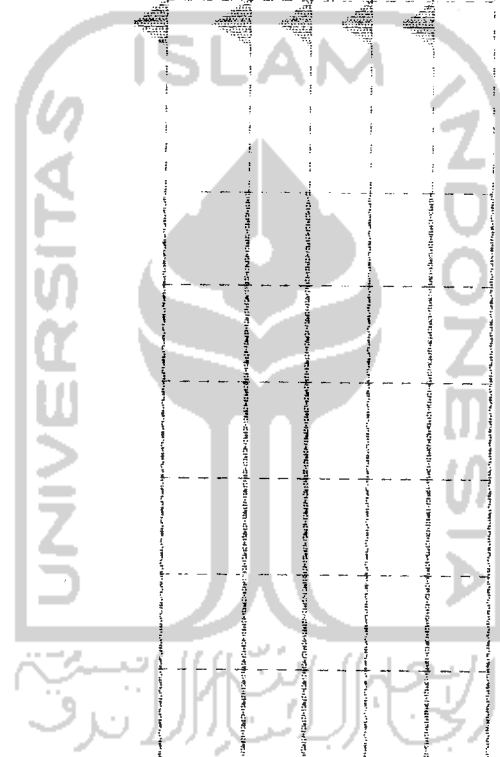
P . 0000E+00

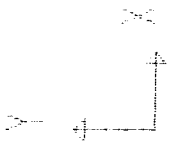
MAXIMA

W - 4812E+00

P . 0000E+00

SAP90





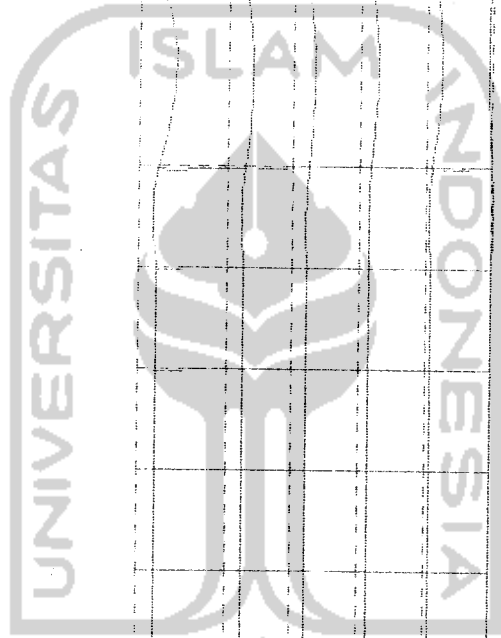
A12-M12

DEFORMED

SHAPE

LOAD

1



جامعة الإسلام
الاندونيسية

MINIMA

X -.1283E-02

Y -.1091E-01

Z .0000E+00

MAXIMA

X .1022E-02

Y .2815E-02

Z .0000E+00

SAP90

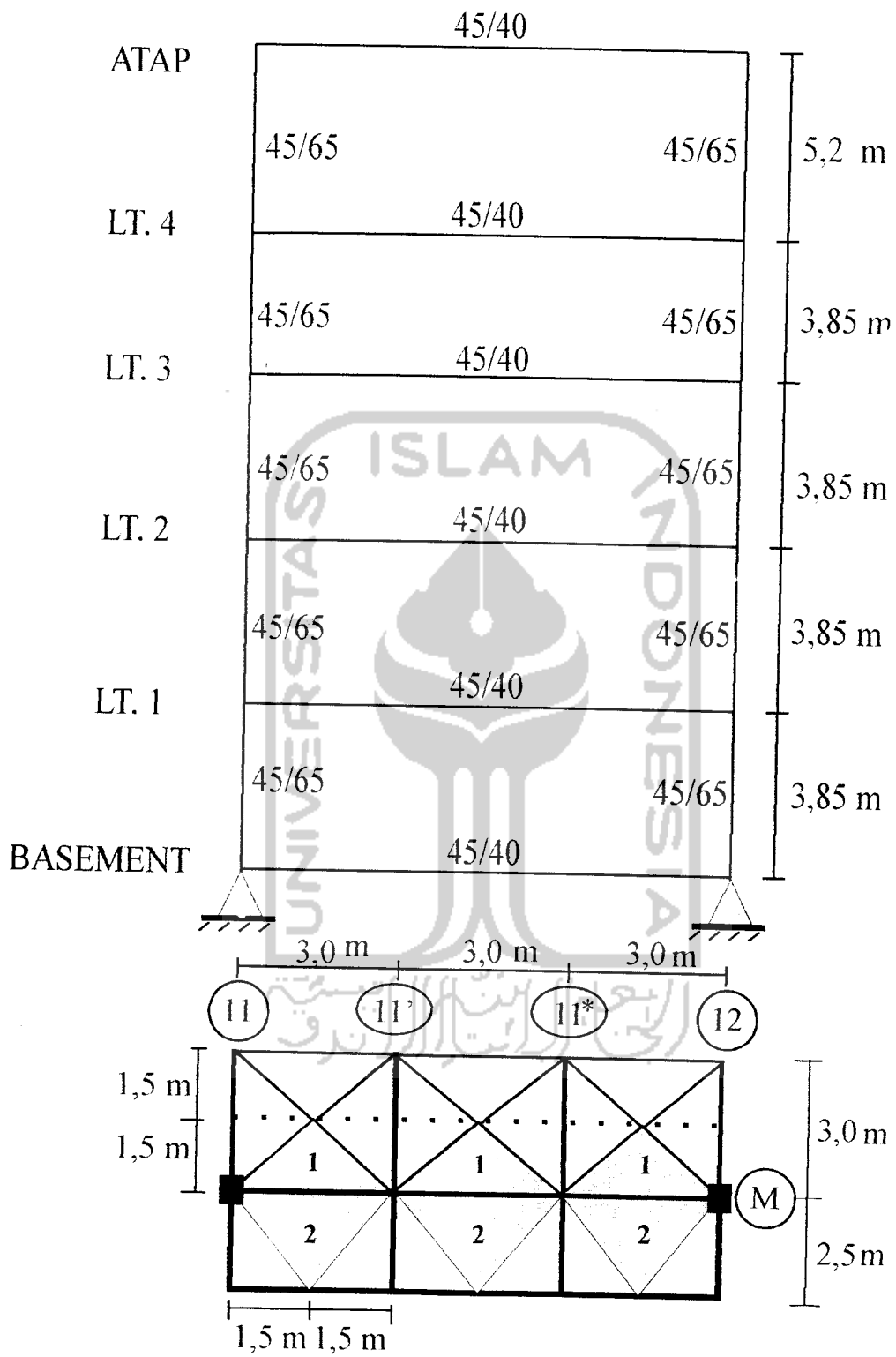


ISLAM

ANALISA

SAP 90

Portal As M (12-11)



Portal As M (12-11)

Tabel beban merata portal As M (12-11)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2976	1650,6	6212,16
Lantai 4	3213	1800	6735,6
Lantai 3	3213	1125	5655,6
Lantai 2	3213	1125	5655,6
Lantai 1	3213	1125	5655,6

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3000	8979,6
Lantai 4	3483	3000	8979,6
Lantai 3	3483	3000	8979,6
Lantai 2	3483	3000	8979,6
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25

PROGRAM:SAP90/FILE:M12-11.F3F
 PORTAL As M(12-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1	1 -266.77	.0	4.19			
		3.9	-30.86			
2	1 -266.77	.0	-4.19			
		3.9	30.86			
3	1 -711.62	.0	46.65			
		3.9	-41.45			
4	1 -211.62	.0	-46.65			
		3.9	41.45			
5	1 -156.47	.0	36.71			
		3.9	-34.08			
6	1 -156.47	.0	-36.71			
		3.9	34.08			
7	1 -110.48	.0	33.55			
		3.9	-35.46			
8	1 -110.48	.0	-33.55			
		3.9	35.46			
9	1 -52.14	.0	47.68			
		5.2	-70.27			
10	1 -52.14	.0	-47.68			
		5.2	70.27			
11	1 .00	.0	-4.19			
		4.5	.68			
		9.0	-4.19			
12	1 13.78	.0	-77.51			
		1.5	-11.19			

PROGRAM:SAP90/FILE:M12-11.SOL

POR TAL As M(12-11) Satuan (T:M) OLEH IWAN & TIWI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.5629E-03
2	.0000E+00	.0000E+00	-.5629E-03
3	-.000164	-.001670	-.001709
4	.000164	-.001670	.001709
5	.000053	-.002996	-.001247
6	-.000053	-.002996	.001247
7	.000005	-.003975	-.001013
8	-.000005	-.003975	.001013
9	-.000057	-.004667	-.001183
10	.000057	-.004667	.001183
11	.000270	-.005108	-.003895
12	-.000270	-.005108	.003895

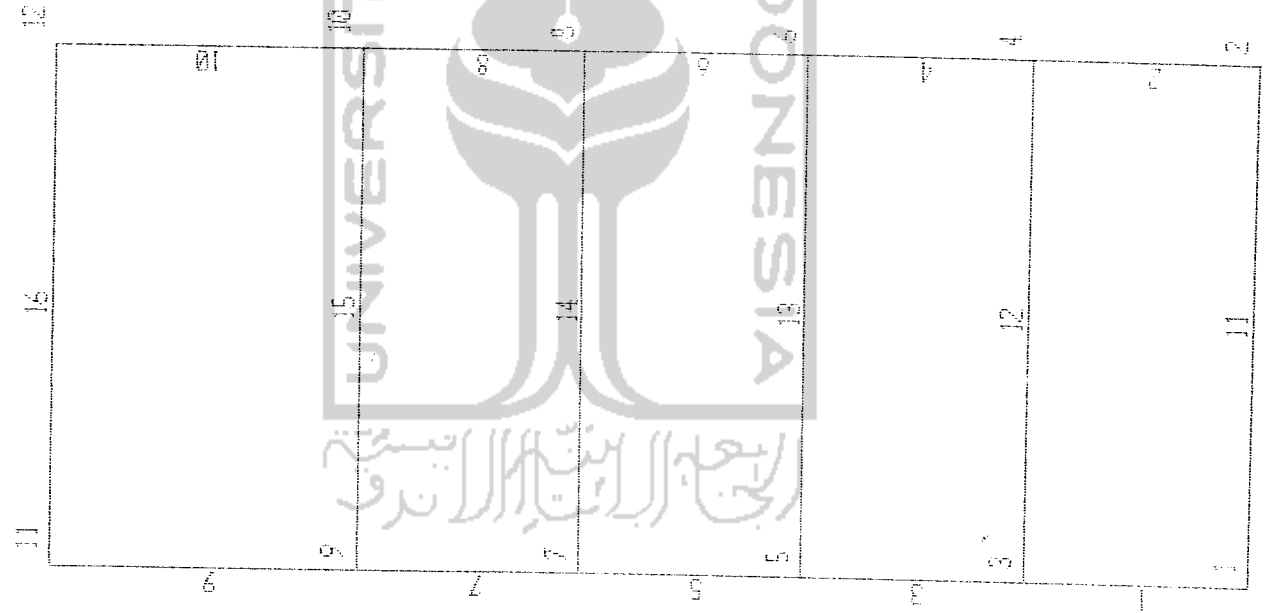
PROGRAM:SAP90/FILE:M12-11.SOL

POR TAL As M(12-11) Satuan (T:M) OLEH IWAN & TIWI

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	9.1047	268.9366	.0000
2	-9.1047	268.9366	.0000
3	.0000	.0000	.0000
4	.0000	.0000	.0000
5	.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000



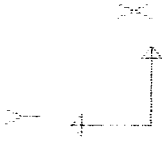
M12-11

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



M12-11

FRAME

OUTPUT P

LOAD I

ENVELOPES

MIN < | >

- ,2668E+03

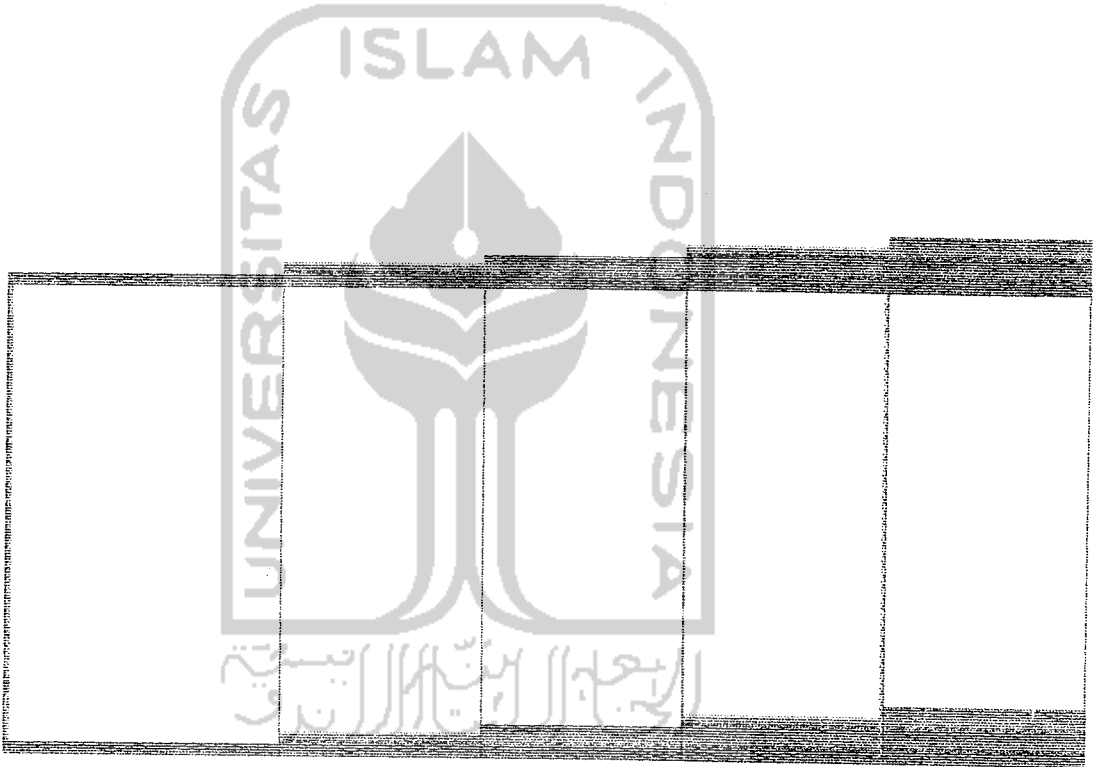
AT ,00

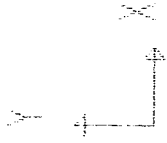
MAX < | >

,1378E+02

AT ,00

SAP90





M12-11

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 15>

- .8314E+02

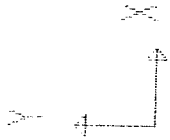
AT .00

MAX < 10>

.7027E+02

AT 5.20

SAP90



M12-11

FRAME

LOADS

LOAD 1

MINIMA

W - .1131E+01

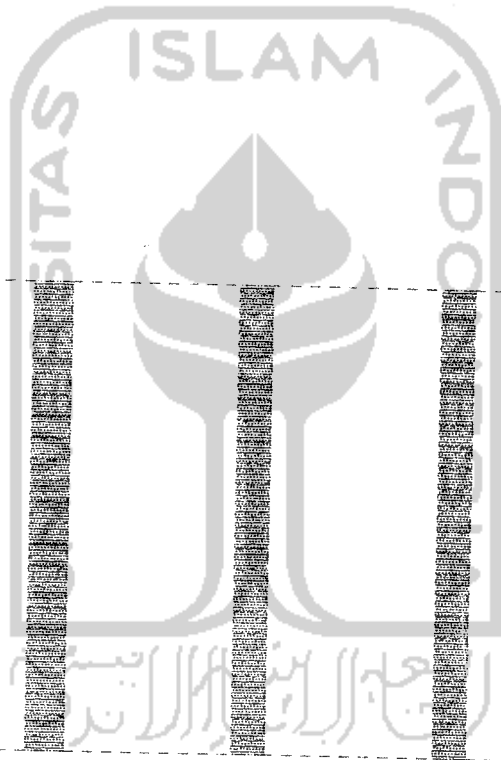
P .0000E+00

MAXIMA

W - .4812E+00

P .0000E+00

SAP90





M12-11

FRAME

LOADS

LOAD 2

MINIMA

W = .6736E+01

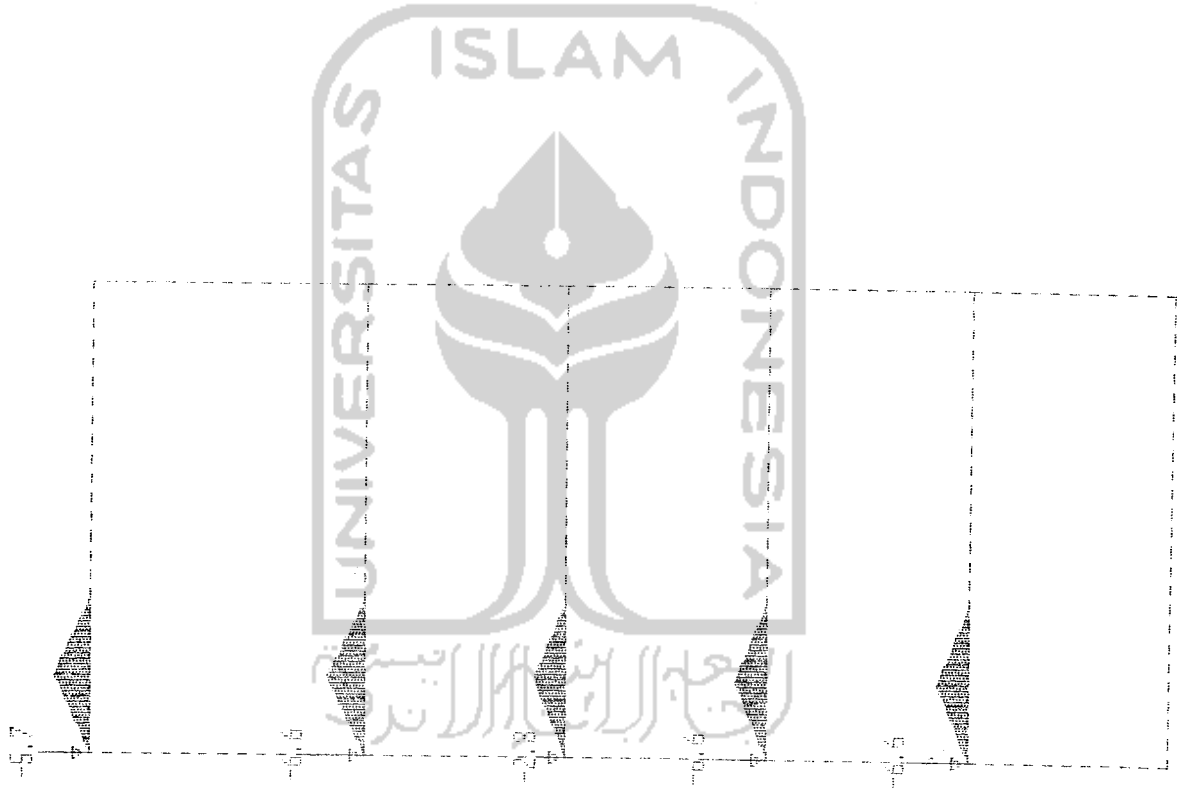
P = .6552E+01

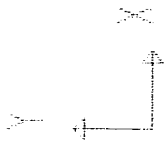
MAXIMA

W = .5656E+01

P = .2828E+01

SAP90





M12-11

FRAME

LOADS

LOAD 3

MINIMA

W - ,6736E+01

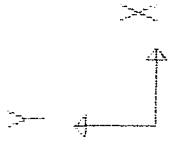
P - ,1134E+02

MAXIMA

W - ,5656E+01

P - ,5903E+01

SAP90



M12-11

FRAME
LOADS

LOAD 5

MINIMA

W - .8980E+01

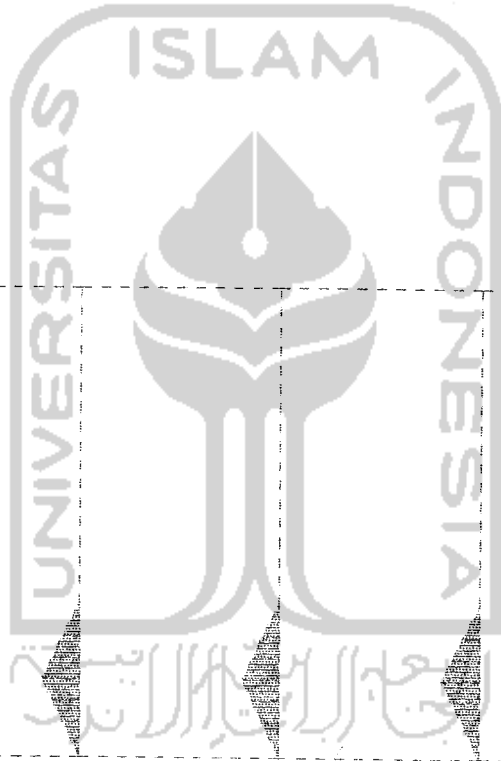
P .0000E+00

MAXIMA

W - .8980E+01

P .0000E+00

SAP90





N12-11

FRAME

LOADS

LOAD 6

MINIMA

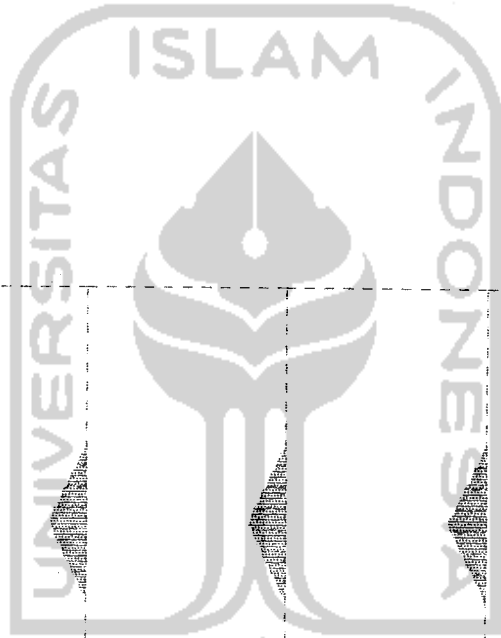
W - .8980E+01

P .0000E+00

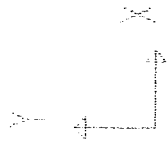
MAXIMA

W - .8980E+01

P .0000E+00



جامعة الإسلام اندونيسيا



M12-11

FRAME

LOADS

LOAD

7

MINIMA

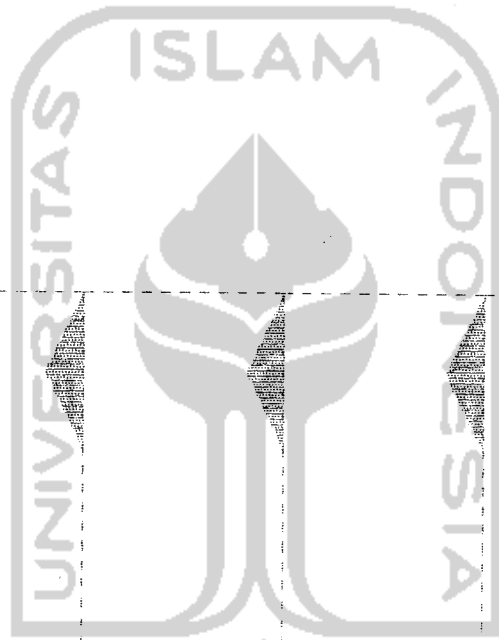
K - 8.980E+01

P .00000E+00

MAXIMA

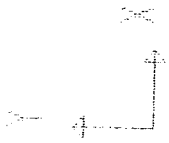
K - 8.980E+01

P .00000E+00



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

SAP90



M12-11

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X = .2698E-03

Y = .5108E-02

Z = .0000E+00

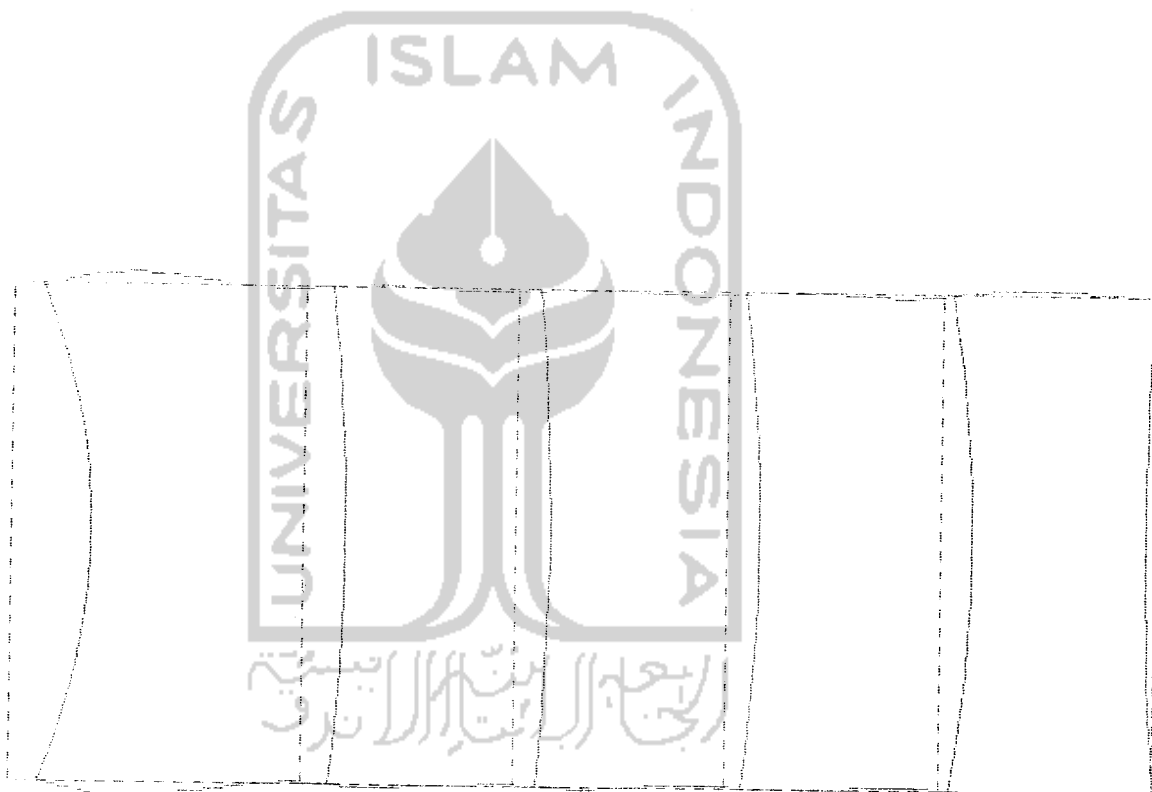
MAXIMA

X = .2698E-03

Y = .0000E+00

Z = .0000E+00

SAP90



ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As (A11-M11)

Tabel beban merata portal As A11-M11

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2976	1651,2	6213,12
Lantai 4	3213	1800	6735,6
Lantai 3	3213	1125	5655,6
Lantai 2	3213	1125	5655,6
Lantai 1	3213	1800	6735,6

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1957,5	1500	4749
Lantai 4	1957,5	1500	4749
Lantai 3	1957,5	1500	4749
Lantai 2	1957,5	1500	4749
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3 (A-Luifel)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2902,5	2500	7483
Lantai 4	2902,5	2500	7483
Lantai 3	2902,5	2500	7483
Lantai 2	2902,5	2500	7483
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3 (C-D)

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2349	1800	5698,8
Lantai 4	2349	1800	5698,8
Lantai 3	2349	1800	5698,8
Lantai 2	2349	1800	5698,8
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

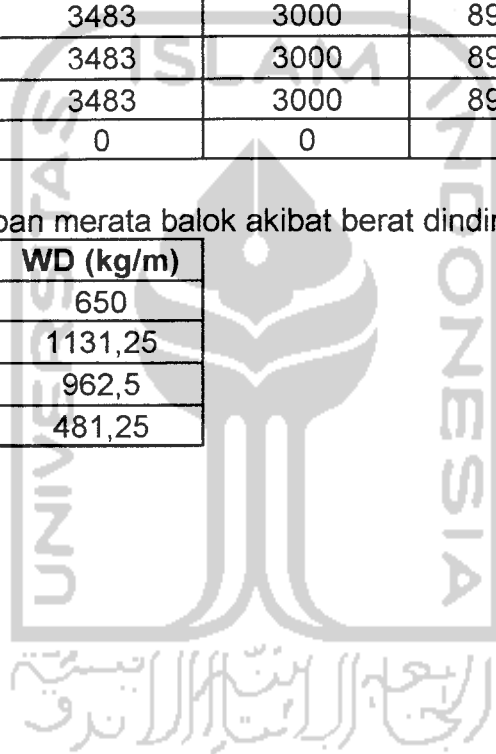
BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6966	6000	17959,2
Lantai 4	6966	6000	17959,2
Lantai 3	6966	6000	17959,2
Lantai 2	6966	6000	17959,2
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 5

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3000	8979,6
Lantai 4	3483	3000	8979,6
Lantai 3	3483	3000	8979,6
Lantai 2	3483	3000	8979,6
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25



Tabel beban titik portal as A11 - M11

Tabel Beban titik di as A

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4046,5	1595	7407,8
Lantai 4	5032,5	2900	10679
Lantai 3	5032,5	1812,5	8939
Lantai 2	5032,5	1812,5	8939
Lantai 1	2902,5	900	4923

Tabel Beban titik di as A'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4712,25	1567,5	8162,7
Lantai 4	5681,25	2850	11377,5
Lantai 3	5681,25	1781,25	9667,5
Lantai 2	5681,25	1781,25	9667,5
Lantai 1	4083,75	843,75	6250,5

Tabel Beban titik di as A* = J* = L*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1372,5	495	2439
Lantai 4	1678,5	900	3454,2
Lantai 3	1678,5	562,5	2914,2
Lantai 2	1678,5	562,5	2914,2
Lantai 1	1678,5	562,5	2914,2

Tabel Beban titik di as A'' = B = J = J'' = K' = L

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4845,75	1732,5	8586,9
Lantai 4	5916,75	3150	12140,1
Lantai 3	5916,75	1968,75	10250,1
Lantai 2	5916,75	1968,75	10250,1
Lantai 1	1840,5	562,5	3108,6

Tabel Beban titik di as $B^* = C^* = D^* = G^* = H^* = I^*$

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2677,5	1485	5589
Lantai 4	3595,5	2700	7014,6
Lantai 3	3595,5	1687,5	7014,6
Lantai 2	3595,5	1687,5	7014,6
Lantai 1	3595,5	2700	8634,6

Tabel Beban titik di as $C = I$

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7757,75	3272,5	14545,3
Lantai 4	9780,75	5950	21256,9
Lantai 3	9780,75	3718,75	17686,9
Lantai 2	9780,75	3718,75	17686,9
Lantai 1	8100,75	2700	14040,9

Tabel Beban titik di as $D = E = G = H$

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7576,5	3135	14107,8
Lantai 4	9514,5	2700	15737,4
Lantai 3	6319,5	1687,5	10283,4
Lantai 2	6319,5	1687,5	10283,4
Lantai 1	4639,5	2700	9887,4

Tabel Beban titik di as F

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7618,5	3135	14158,2
Lantai 4	9556,5	6300	21547,8
Lantai 3	10195,5	3937,5	18534,6
Lantai 2	10195,5	3937,5	18534,6
Lantai 1	8725,5	6300	20550,6

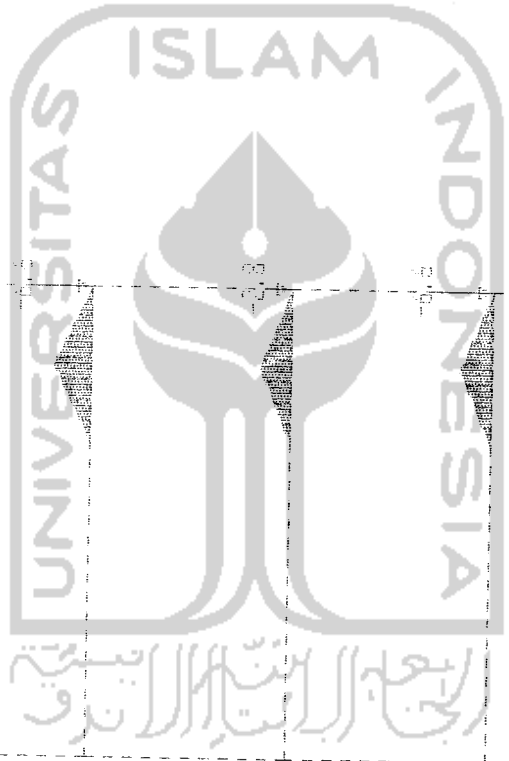
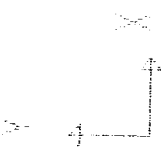
Tabel Beban titik di as $E^* = F^*$

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	7618,5	3135	14158,2
Lantai 4	9556,5	4500	15967,8
Lantai 3	8278,5	2812,5	14434,2
Lantai 2	8278,5	2812,5	14434,2
Lantai 1	6808,5	4500	15370,2

Tabel Beban titik di as M

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1518	660	2877,6
Lantai 4	1926	1200	3511,2
Lantai 3	1926	750	3511,2
Lantai 2	1926	750	3511,2
Lantai 1	1127,25	281,25	1802,7





M12-11
 FRAME
 LOADS
 LOAD 4

MINIMA
 M - .6736E+01
 P - .6552E+01
 MAXIMA
 M - .5656E+01
 P - .2828E+01

SAP90

PORTAL AS (All Mid) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T.M) By Iwan & Tiwi

SYSTEM

L=4

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=3 Y=0

3 X=9 Y=0

4 X=12 Y=0

12 X=60

13 X=63

14 X=69

15 X=72

16 X=78

65 X=0 Y=15.4 G=1,65,16

66 X=3 Y=15.4 G=2,66,16

67 X=9 Y=15.4 G=3,67,16

68 X=12

76 X=60 G=4,12,68,76,1,16

77 X=63 G=13,77,16

78 X=69 G=14,78,16

79 X=72 G=15,79,16

80 X=78 G=16,80,16

81 X=0 Y=20.6

82 X=3

83 X=9

84 X=12

92 X=60 G=84,92,1

93 X=63

94 X=69

95 X=72

96 X=78

100 X=-2.5

104 X=80.5

97 X=-2.5 Y=7.7

101 X=80.5

99 X=-2.5 Y=15.4 G=97,99,1

103 X=80.5 G=101,103,1

RESTRAINT

1 16 1 R=1,1,1,1,1,0

17 104 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=4 NL=31

1 SH=R T=.55,.55 E=2.102E6

2 SH=R T=.65,.45

3 SH=R T=.45,.40

4 SH=R T=.70,.40

C BEBAN ELEMEN

C BEBAN MERATA SEGITIGA 1

C ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2312,0,3,0,0

2 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2312,0,6,0,0

3 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2312,0,6,0,0

4 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2312,0,6,0,0

PLD=3,-2.439,0

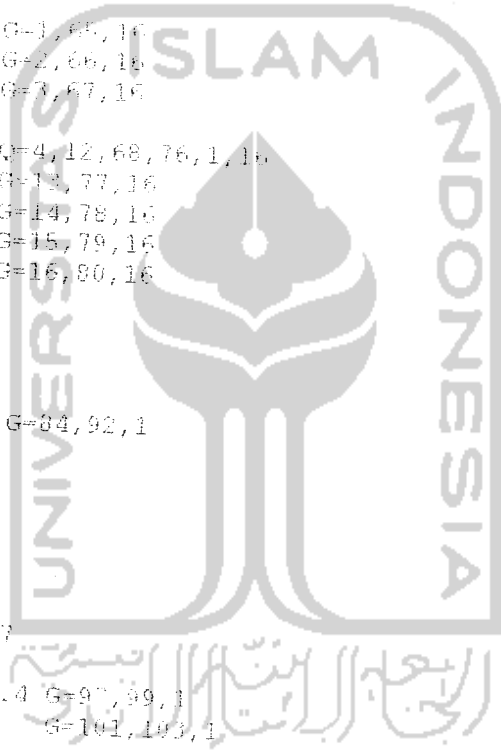
:A*=J*=L*

PLD=3,-5.589,0

:B*=C*=D*=G*=H*=I*

PLD=3,-14.158,0

:E*=F*



C LANTAI 4
 5 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356,0,3,0,0
 6 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,-3.4542,0 :A*+J*+L*
 7 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,-7.0146,0 :B*+C*+D*+G*+H*+I*
 8 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,15.9678,0 :E*+F*
 C LANTAI 3 2
 9 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556,0,3,0,0
 10 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556,0,6,0,0 PLD=3,-2.9142,0 :A*+J*+L*
 11 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556,0,6,0,0 PLD=3,7.0146,0 :B*+C*+D*+G*+H*+I*
 12 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556,0,6,0,0 PLD=3,-14.4342,0 :E*+F*
 C LANTAI 1
 13 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356,0,3,0,0
 14 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,-2.9142,0 :A*+J*+L*
 15 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,-8.6346,0 :B*+C*+D*+G*+H*+I*
 16 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0 PLD=3,15.9678,0 :E*+F*
 C E-A-F
 17 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2312,0,6,0,0
 18 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0
 19 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556,0,6,0,0
 20 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356,0,6,0,0
 C BEBAN MERATA SEGITIGA 2
 21 TRAP=0,-4.749,0,2.5,0,0
 22 TRAP=0,0,0,2.5,-4.749,0
 C BEBAN MERATA SEGITIGA 3
 23 TRAP=0,-7.483,0,2.5,0,0 : (A-Luifel)
 24 TRAP=0,0,0,3,-5.6988,0 : (C-D)
 25 TRAP=3,-5.6988,0,6,0,0 : (H-I)
 C BEBAN MERATA SEGITIGA 4
 26 TRAP=0,0,0,3,-17.9592,0,6,0,0
 C BEBAN MERATA SEGITIGA 5
 27 TRAP=0,0,0,1.5,-8.9796,0,3,0,0
 C BEBAN MERATA DINDING 1/2 BATU
 28 WL=0,-0.65,0 : ATAP
 29 WL=0,-1.13125,0 : LANTAI 4
 30 WL=0,-0.2625,0 : LANTAI 3-2-1
 31 WL=0,-0.48125,0 : LANTAI BASEMENT
 C KOLOM
 1,1,17 M=1 G=3,1,1,1
 5,5,21 M=2 G=6,1,1,1
 12,12,28 M=1 G=3,1,1,1
 16,16,32 M=2
 17,17,33 M=1 G=3,1,1,1
 21,21,37 M=2 G=6,1,1,1
 28,28,44 M=1 G=3,1,1,1
 32,32,46 M=2
 33,33,49 M=1 G=3,1,1,1
 37,37,53 M=2 G=6,1,1,1
 44,44,60 M=1 G=3,1,1,1
 48,48,64 M=2
 49,49,65 M=1 G=3,1,1,1
 53,53,69 M=2 G=6,1,1,1
 60,60,76 M=1 G=3,1,1,1
 64,64,80 M=2
 65,65,81 M=1 G=3,1,1,1
 69,69,85 M=2 G=6,1,1,1
 76,76,92 M=1 G=3,1,1,1

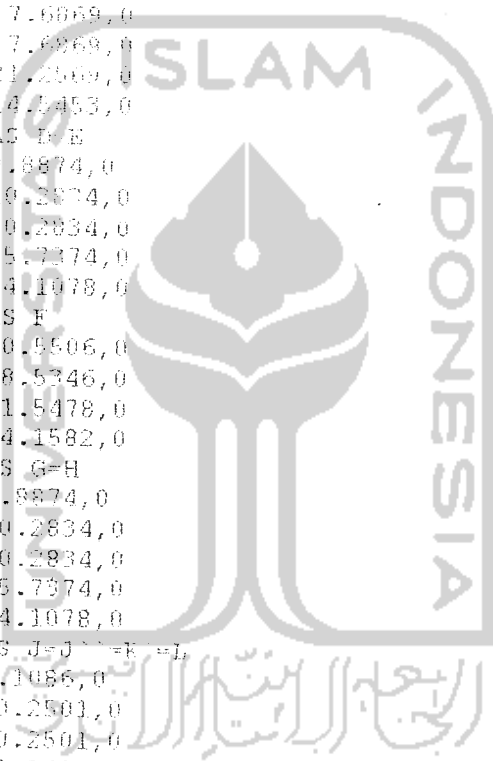
80,80,96 M=2
 C BALOK
 81,1,2 M=2 G=14,1,1,1 NSL=31
 96 17 18 NSL=30,13,0,13
 97 18 19 NSL=30,13,14,26 G=1,11,11,11
 98 19 20 NSL=30,13,0,27 G=1,9,9,9
 99 20 21 NSL=30,13,15,26 G=1,7,7,7
 100 21 22 NSL=30,13,15,24
 101 22 23 NSL=30,13,15 G=1,3,3,3
 102 23 24 NSL=30,13,16,26
 103 24 25 NSL=30,13,16,13
 105 26 27 NSL=30,13,15,25
 109 30 31 NSL=30,13,0,27
 111 31 32 NSL=30,13,14,24
 111 37 38 M=4 G=1,17,1,16 NSL=30,9,11,24
 127 45 100 G=1,17,16,1 NSL=30,9,11,24
 112 33 34 M=2 G=1,17,16,16 NSL=30,9,0,4
 117 34 35 G=1,11,11,11 NSL=30,9,10,26
 114 35 36 G=1,9,9,9 NSL=30,9,0,27
 115 36 37 G=1,7,7,7 NSL=30,9,11,26
 116 37 38 G=1,17,16,16 NSL=30,9,11,24
 117 38 39 G=1,3,3,3 NSL=30,9,11
 118 39 40 G=1,17,16,16 NSL=30,9,12,19
 119 40 41 G=1,17,16,16 NSL=30,9,12,9
 121 42 43 G=1,17,16,16 NSL=30,9,11,25
 125 46 47 G=1,17,16,16 NSL=30,9,0,27
 126 47 48 G=1,17,16,16 NSL=30,9,10,24
 130 50 51 NSL=30,9,10,26 G=1,11,11,11
 131 51 52 NSL=30,9,0,27 G=1,9,9,9
 132 52 53 NSL=30,9,11,25 G=1,7,7,7
 134 54 55 NSL=30,9,11 G=1,3,3,3
 146,65,66 . NSL=29,5,0,5
 147,66,67 G=1,11,11,11 NSL=29,5,6,26
 148,67,68 G=1,9,9,9 NSL=29,5,0,27
 149,68,69 G=1,7,7,7 NSL=29,5,7,26
 150,69,70 NSL=29,5,7,24
 151,70,71 G=1,3,3,3 NSL=29,5,7
 152,71,72 NSL=29,5,8,16
 153 72 73 NSL=29,5,8,5
 155 74 75 NSL=29,5,7,25
 159 78 79 NSL=29,5,0,27
 160,79,80 NSL=29,5,6,24
 163,81,82 NSL=28,1,0,1
 164,82,83 NSL=28,1,2,26 G=1,11,11,11
 165,83,84 NSL=28,1,0,27 G=1,11,11,11
 166,84,85 NSL=28,1,3,26 G=2,1,1,1
 169 87 88 NSL=28,1,4,26 G=1,1,1,1
 171 89 90 NSL=28,1,3,26 G=2,1,1,1
 174 92 93 NSL=28,1,0,27
 177,95,96 NSL=28,1,2,24

LOADS

C BEBAN TITIK AS A
 17 F=0,-4.923,0 L=1
 33 49 16 F=0,-8.939,0
 65 F=0,-10.679,0
 81 F=0,-7.4078,0

C BEBAN TITIK AS A'
 18 F=0,-6.2505,0
 34 50 16 F=0,-9.6675,0
 56 F=0,-11.3775,0
 82 F=0,-8.1627,0
 C BEBAN TITIK AS A'' B
 19 20 1 F=0,-3.1036,0
 35 36 1 F=0,-10.2501,0
 51 52 1 F=0,-10.2501,0
 67 68 1 F=0,-12.1401,0
 83 84 1 F=0,-8.5869,0
 C BEBAN TITIK AS C
 21 27 6 F=0,-14.0409,0
 37 43 6 F=0,-17.6069,0
 53 59 6 F=0,-17.6069,0
 69 75 6 F=0,-21.2009,0
 85 91 6 F=0,-14.4453,0
 C BEBAN TITIK AS D E
 22 23 1 F=0,-9.8874,0
 38 39 1 F=0,-10.2834,0
 54 55 1 F=0,-10.2834,0
 70 71 1 F=0,-15.7374,0
 86 87 1 F=0,-14.1078,0
 C BEBAN TITIK AS F
 24 F=0,-20.9506,0
 40 56 16 F=0,-18.5346,0
 72 F=0,-21.5478,0
 88 F=0,-14.1582,0
 C BEBAN TITIK AS G-H
 25 26 1 F=0,-9.8874,0
 41 42 1 F=0,-10.2834,0
 57 58 1 F=0,-10.2834,0
 73 74 1 F=0,-15.7374,0
 89 90 1 F=0,-14.1078,0
 C BEBAN TITIK AS J=J''=K=L
 28 31 1 F=0,-3.1036,0
 44 47 1 F=0,-10.2501,0
 60 63 1 F=0,-10.2501,0
 76 79 1 F=0,-12.1401,0
 92 95 1 F=0,-8.5869,0
 C BEBAN TITIK AS M
 96 F=0,-2.8776,0
 90 F=0,-4.2312,0
 48 64 16 F=0,-3.5112,0
 32 F=0,-1.6027,0

COMEO
 1 C=1,1,1,1



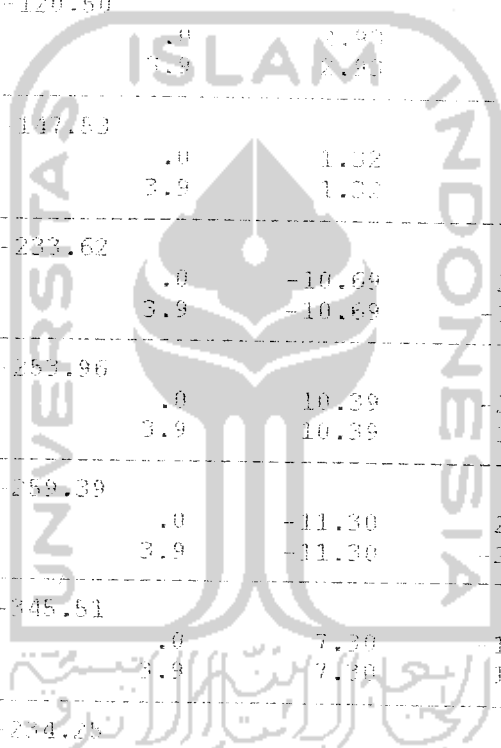
PROGRAM: SAP20/FINE: ALL MILL.FEF

PORTAL AN (ALL-MIL) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T.M) By Iwan & Tiwi

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL TORQ
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT
1	-161.37 ✓				
	.0	-1.51	1.69		
	3.9	-1.51	-4.12		
2	-295.53 ✓				
	.0	-4.60	3.80		
	3.9	-4.60	-13.90		
3	-711.16 ✓				
	.0	4.27	-2.83		
	3.9	4.27	13.64		
4	-519.82 ✓				
	.0	-4.86	3.92		
	3.9	-4.86	15.20		
5	-427.43 ✓				
	.0	2.78	-1.07		
	3.9	2.78	9.65		
6	-280.72 ✓				
	.0	.47	-.37		
	3.9	.47	1.45		
7	-298.24 ✓				
	.0	-.94	.55		
	3.9	-.94	-3.05		
8	-402.15 ✓				
	.0	-.01	.08		
	3.9	-.01	.06		
9	-298.24 ✓				
	.0	.93	-.39		
	3.9	.93	3.17		
10	-280.73 ✓				
	.0	-.48	.53		
	3.9	-.48	-1.32		
11	-427.92 ✓				
	.0	-2.78	1.20		
	3.9	-2.78	-9.50		
12	-321.41 ✓				
	.0	4.84	-3.38		
	3.9	4.84	15.27		

13	1	-309.92	.0	-4.29	2.93
			3.9	-4.29	-13.59
14	1	-309.99	.0	4.02	-3.52
			3.9	9.82	14.26
15	1	-205.88	.0	1.32	.85
			3.9	-1.18	-4.47
16	1	-120.50	.0	2.97	-1.92
			3.9	2.41	9.74
17	1	-147.53	.0	1.32	.46
			3.9	1.32	5.54
18	1	-233.62	.0	-10.69	21.27
			3.9	-10.69	-19.89
19	1	-253.96	.0	10.39	-21.13
			3.9	10.39	16.86
20	1	-259.39	.0	-11.30	23.21
			3.9	-11.30	-20.31
21	1	-345.51	.0	7.30	-14.77
			3.9	7.30	13.32
22	1	-234.25	.0	.97	-1.72
			3.9	.97	2.01
23	1	-240.20	.0	-2.50	5.20
			3.9	-2.50	-4.44
24	1	-323.03	.0	-.09	.30
			3.9	-.09	-.06
25	1	-248.20	.0	2.32	-4.59
			3.9	2.32	4.33
26	1	-234.25	.0	-1.15	2.32
			3.9	-1.15	-2.11



REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	1.5100	163.2773	.0000
2	4.5982	296.4767	.0000
3	-4.2756	313.8021	.0000
4	4.8641	321.9021	.0000
5	-2.7804	430.4703	.0000
6	-4.4720	363.0520	.0000
7	.9371	301.1451	.0000
8	.0000	404.0106	.0000
9	.9259	301.1477	.0000
10	.4757	394.8972	.0000
11	2.7709	430.4523	.0000
12	-4.5411	323.5477	.0000
13	4.2771	312.1954	.0000
14	-4.6125	317.4119	.0000
15	1.3225	309.6317	.0000
16	-2.9273	122.0077	.0000
17	.0000	-4.9230	.0000
18	.0000	-5.2505	.0000
19	.0000	-3.1086	.0000
20	.0000	-3.1086	.0000
21	.0000	-14.0409	.0000
22	.0000	-9.8874	.0000
23	.0000	-9.8874	.0000
24	.0000	-20.5506	.0000
25	.0000	-9.8874	.0000
26	.0000	-9.8874	.0000
27	.0000	-14.0409	.0000
28	.0000	-3.1086	.0000
29	.0000	-3.1086	.0000
30	.0000	-3.1086	.0000
31	.0000	-3.1086	.0000
32	.0000	-3.0927	.0000
33	.0000	-8.4390	.0000
34	.0000	-9.6675	.0000
35	.0000	-10.2501	.0000
36	.0000	-10.2501	.0000
37	.0000	-17.6869	.0000
38	.0000	-10.2834	.0000
39	.0000	-10.2834	.0000
40	.0000	-18.5346	.0000
41	.0000	-10.2834	.0000
42	.0000	-10.2834	.0000
43	.0000	-17.6869	.0000
44	.0000	-10.2501	.0000
45	.0000	-10.2501	.0000
46	.0000	-10.2501	.0000
47	.0000	-10.2501	.0000
48	.0000	-3.5112	.0000
49	.0000	-8.9390	.0000
50	.0000	-9.6675	.0000
51	.0000	-10.2501	.0000

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
52	.0000	-10.2501	.0000
53	.0000	-17.6869	.0000
54	.0000	-10.2834	.0000
55	.0000	-10.2834	.0000
56	.0000	-18.5346	.0000
57	.0000	-10.2834	.0000
58	.0000	-10.2834	.0000
59	.0000	-17.6869	.0000
60	.0000	-10.2501	.0000
61	.0000	-10.2501	.0000
62	.0000	-10.2501	.0000
63	.0000	-10.2501	.0000
64	.0000	-3.5112	.0000
65	.0000	-10.6790	.0000
66	.0000	-11.3775	.0000
67	.0000	-12.1401	.0000
68	.0000	-12.1401	.0000
69	.0000	-21.2569	.0000
70	.0000	-15.7374	.0000
71	.0000	-15.7374	.0000
72	.0000	-21.5478	.0000
73	.0000	-15.7374	.0000
74	.0000	-15.7374	.0000
75	.0000	-21.2569	.0000
76	.0000	-12.1401	.0000
77	.0000	-12.1401	.0000
78	.0000	-12.1401	.0000
79	.0000	-12.1401	.0000
80	.0000	-4.2312	.0000
81	.0000	-7.4078	.0000
82	.0000	-8.1027	.0000
83	.0000	-8.5869	.0000
84	.0000	-8.5869	.0000
85	.0000	-14.5453	.0000
86	.0000	-14.1078	.0000
87	.0000	-14.1078	.0000
88	.0000	-14.1582	.0000
89	.0000	-14.1078	.0000
90	.0000	-14.1078	.0000
91	.0000	-14.5453	.0000
92	.0000	-8.5869	.0000
93	.0000	-8.5869	.0000
94	.0000	-8.5869	.0000
95	.0000	-8.5869	.0000
96	.0000	-2.8776	.0000
97	.0000	.0000	.0000
98	.0000	.0000	.0000
99	.0000	.0000	.0000
100	.0000	.0000	.0000
101	.0000	.0000	.0000
102	.0000	.0000	.0000
103	.0000	.0000	.0000
104	.0000	.0000	.0000

PROGRAM:SAP90/FILE:A11-M11.SOL

PORTEL AS (A11-M11) KAMPUS TERPADU UNIT VII UII (T,M) By Iwan & Tiwi

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

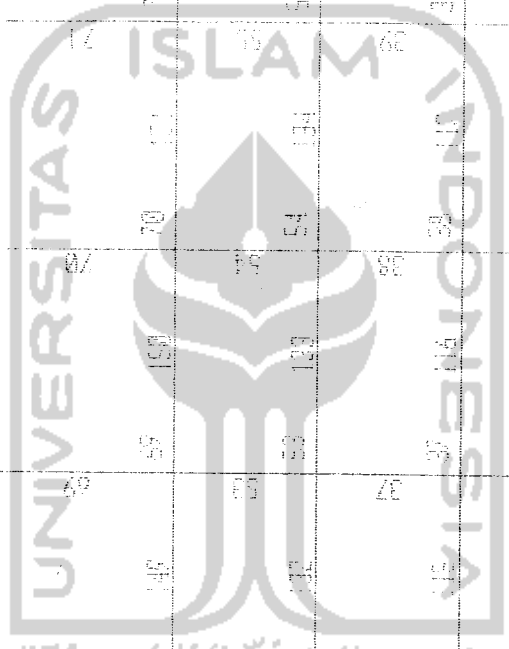
LOAD COMBINATION 1 DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.4612E-04
2	.0000E+00	.0000E+00	.2560E-03
3	.0000E+00	.0000E+00	.2653E-03
4	.0000E+00	.0000E+00	.3219E-03
5	.0000E+00	.0000E+00	-.2041E-03
6	.0000E+00	.0000E+00	-.1033E-04
7	.0000E+00	.0000E+00	.6631E-04
8	.0000E+00	.0000E+00	.6704E-05
9	.0000E+00	.0000E+00	-.5376E-04
10	.0000E+00	.0000E+00	.2232E-04
11	.0000E+00	.0000E+00	.2154E-05
12	.0000E+00	.0000E+00	-.3151E-03
13	.0000E+00	.0000E+00	.2951E-03
14	.0000E+00	.0000E+00	-.2778E-03
15	.0000E+00	.0000E+00	.9509E-04
16	.0000E+00	.0000E+00	-.1608E-03
17	-.8075E-04	-.9770E-03	-.2488E-03
18	-.000103	-.001789	-.000956
19	-.000051	-.001886	.001013
20	-.000074	-.001936	-.001061
21	-.000017	-.002680	.000559
22	-.000032	-.001758	.000086
23	-.000054	-.001868	-.000155
24	-.000052	-.002512	.000019
25	-.000048	-.001668	.000194
26	-.000066	-.001758	-.000048
27	-.000074	-.002680	-.000522
28	-.000007	-.001946	.001113
29	-.000023	-.001837	-.000086
30	.000044	-.001977	.001013
31	.000074	-.001247	-.000339
32	.4796E-04	-.7545E-03	.4996E-03
33	-.000093	-.001870	.000471
34	-.000113	-.003204	-.000791
35	-.000148	-.003424	.000740
36	-.000152	-.003507	-.000732
37	-.000176	-.004843	.000430
38	-.000180	-.003225	.000112
39	-.000184	-.003422	-.000088
40	-.000190	-.004541	.000041
41	-.000195	-.003422	.000171
42	-.000194	-.003225	-.000029
43	-.000190	-.004843	-.000346
44	-.000201	-.003526	.000807
45	-.000196	-.003405	-.000663
46	-.000210	-.003398	.000790
47	-.000211	-.002275	-.000118
48	-.000240	-.001392	.000123

40	- .000482	.002543	.000358
50	- .000473	- .004273	- .000819
51	- .000458	- .004582	.000822
52	- .000453	.004688	- .000781
53	- .000436	- .006503	.000457
54	- .000435	.004425	.000140
55	- .000433	- .004691	- .000077
56	- .000423	- .006130	.000056
57	- .000414	- .004691	.000168
58	- .000412	- .004426	- .000038
59	.000411	.006503	- .000344
60	- .000396	- .004713	.000883
61	- .000392	- .004557	- .000722
62	- .000380	- .004545	.000064
63	- .000377	- .003052	.000120
64	- .000367	- .001873	.000195
65	- .000686	- .002992	.000193
66	- .000691	- .004998	- .000840
67	- .000714	- .005360	.000757
68	- .000728	- .005479	- .000811
69	- .000773	- .007661	.000595
70	- .000746	- .005359	.000134
71	- .000716	- .005676	- .000128
72	- .000694	- .007287	.000061
73	- .000673	- .005676	.000250
74	- .000643	- .005359	- .000012
75	- .000616	- .007661	- .000472
76	- .000661	- .005509	.000921
77	- .000675	- .005331	- .000653
78	- .000698	- .005320	.000932
79	- .000703	- .003571	- .000072
80	- .000706	- .002200	.000309
81	- .000679	- .003268	.000875
82	- .000649	- .005465	- .002170
83	- .000754	- .005856	.001918
84	- .000734	- .005975	- .001964
85	- .000846	- .008482	- .000025
86	- .000918	.006178	.000098
87	- .000978	- .006528	- .000270
88	- .001074	- .008169	.000044
89	- .001173	- .006529	.000359
90	- .001242	- .006178	- .000008
91	- .001329	- .008482	.000118
92	- .001462	- .006007	.002041
93	- .001456	- .005824	- .001837
94	- .001596	- .005825	.002076
95	- .001594	- .003881	- .000384
96	- .001633	- .002403	.000586
97	- .000893	- .005006	.001466
98	- .000482	- .005396	.001352
99	- .000683	- .005432	.001187
100	- .000679	- .007413	.001869
101	- .000240	- .001844	- .000263
102	- .000367	- .002148	- .000191
103	- .000706	- .002187	- .000077
104	- .001633	- .001697	.000200



10002	51163	82	164	83	165	84	166	85	167	86	168	87	169	88	170	89	171	90	172
65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
99145	65146	66	147	67	148	68	149	69	150	70	151	71	152	72	153	73	154	74	155
49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
99129	49129	50	130	51	131	52	132	53	133	54	134	55	135	56	136	57	137	58	138
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
99111	33112	34	113	35	114	36	115	37	116	38	117	39	118	40	119	41	120	42	121
17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
1796	18	97	1998	20	99	21	100	22	101	23	102	24	103	25	104	26	105	27	106
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
181	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100



ALL-ALL
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT 105
 ELEMENT 106
 WIRE FRAME

SAP90

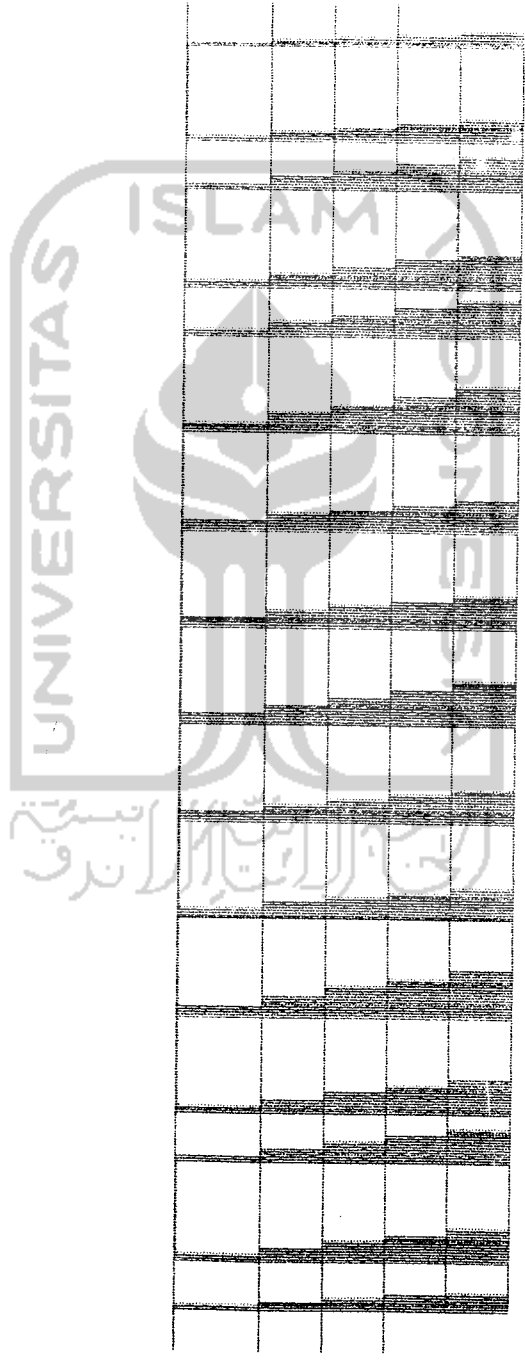


89	171	90	172	91	173	92	174	93	175	94	176	95	177	96	178	184
73	154	74	155	75	156	76	157	77	158	78	159	79	160	80	161	183
57	137	58	138	59	139	60	140	61	141	62	142	63	143	64	144	182
41	120	42	121	43	122	44	123	45	124	46	125	47	126	48	127	181
25	104	26	105	27	106	28	107	29	108	30	109	31	110	32		
9	89	10	90	11	91	12	92	13	93	14	94	15	95	16		

ALL-M11
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IDS
 ELEMENT IDS
 WIRE FRAME

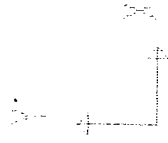
SAP90



ALL-NI
 FRAME
 OUTPUT P
 LOAD I

ENVELOPES

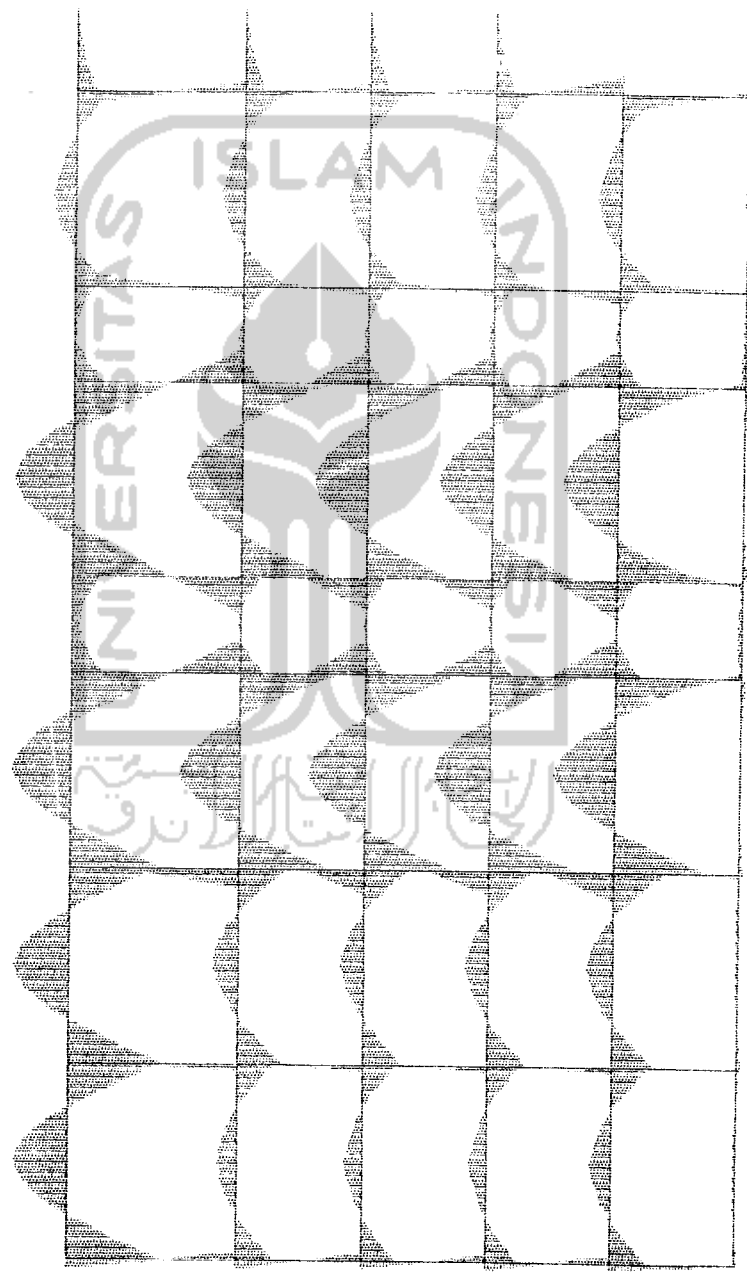
MIN < 5>
 - .4279E+03
 AT .00
 MAX < 108>
 .4269E+01
 AT .00



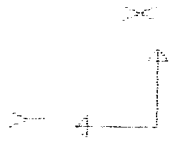
ALL-MU
FRAME
OUTPUT 133
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 106>
- .5312E+02
AT .00
MAX < 106>
.3392E+02
AT 3.08



SAP90



ALL-MI

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 169 >

- .5685E+02

AT .00

MAX < 169 >

.8565E+02

AT 3.08

SAP90



ALL-NII

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA

W - .1131E+01

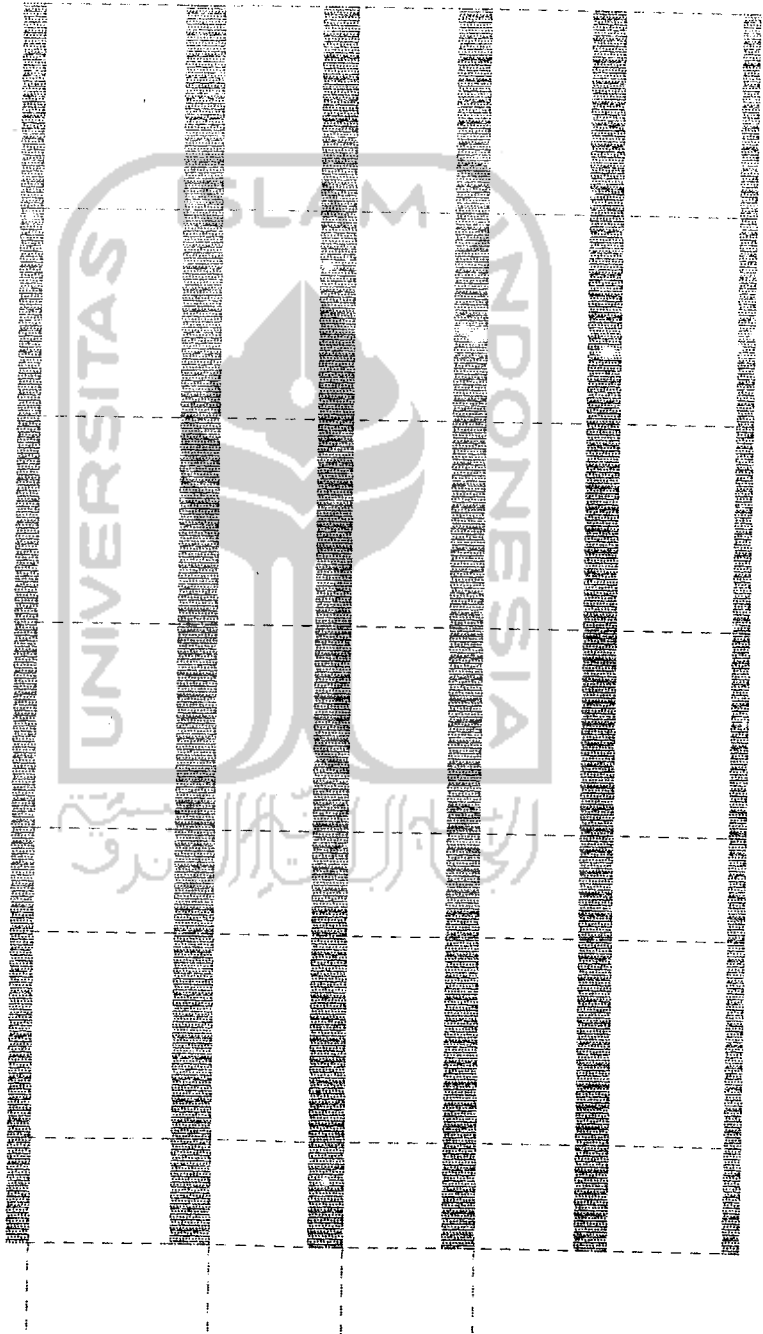
P .0000E+00

MAXIMA

W - .4812E+00

P .0000E+00

SAP90





ALL-NI

FRAME
LOADS

LOAD I

MINIMA

M - .1131E+01

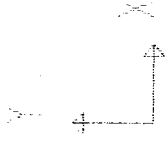
P .0000E+00

MAXIMA

M - .4812E+00

P .0000E+00

SAP90



ALL-NIT

FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA

M - .6736E+01

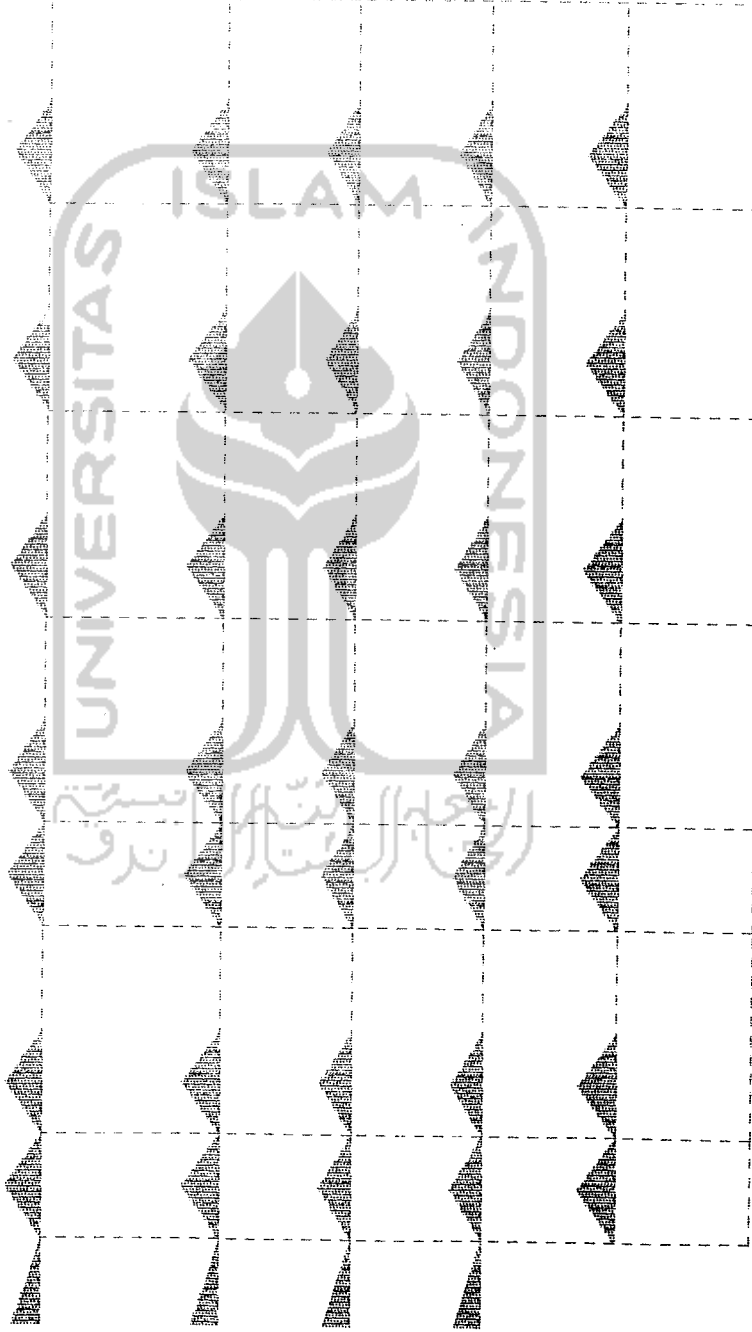
P .0000E+00

MAXIMA

M - .4749E+01

P .0000E+00

SAP90





ALL-MI

FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA

w - .6736E+01

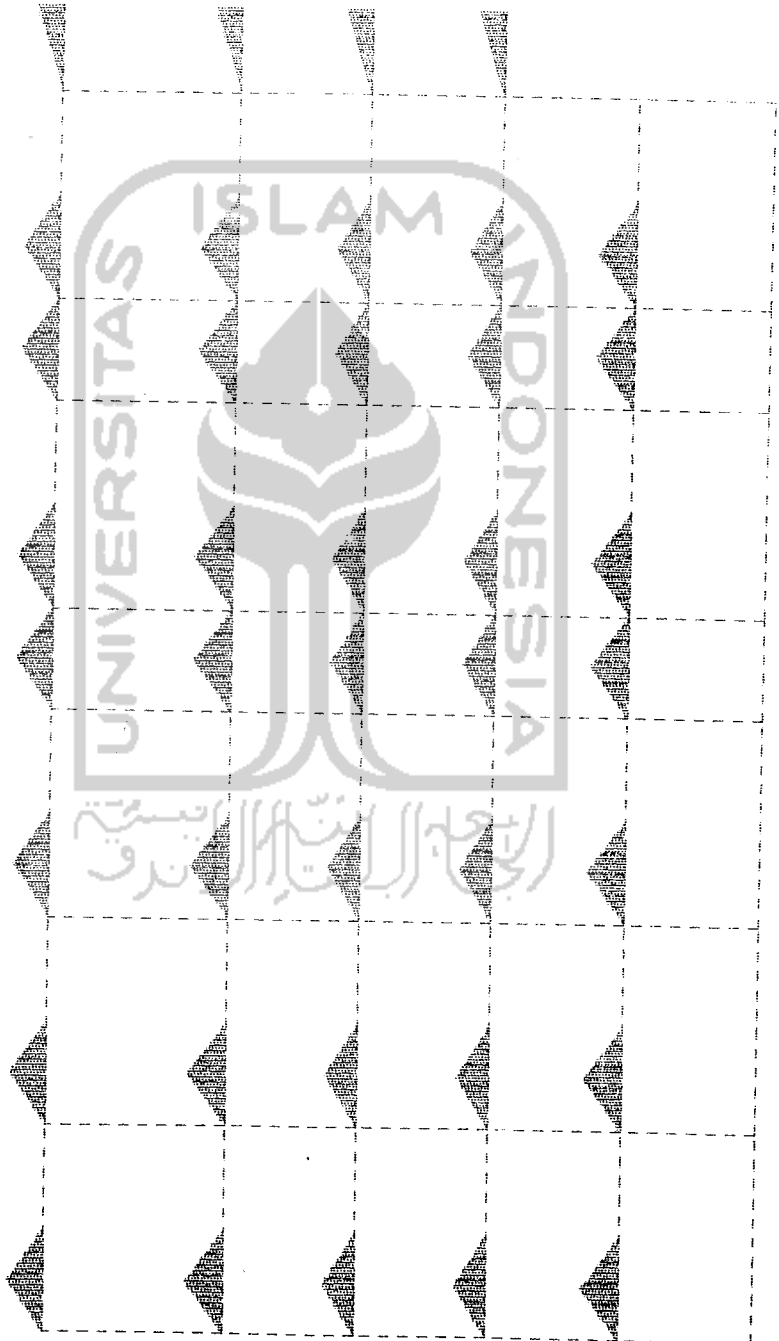
P .0000E+00

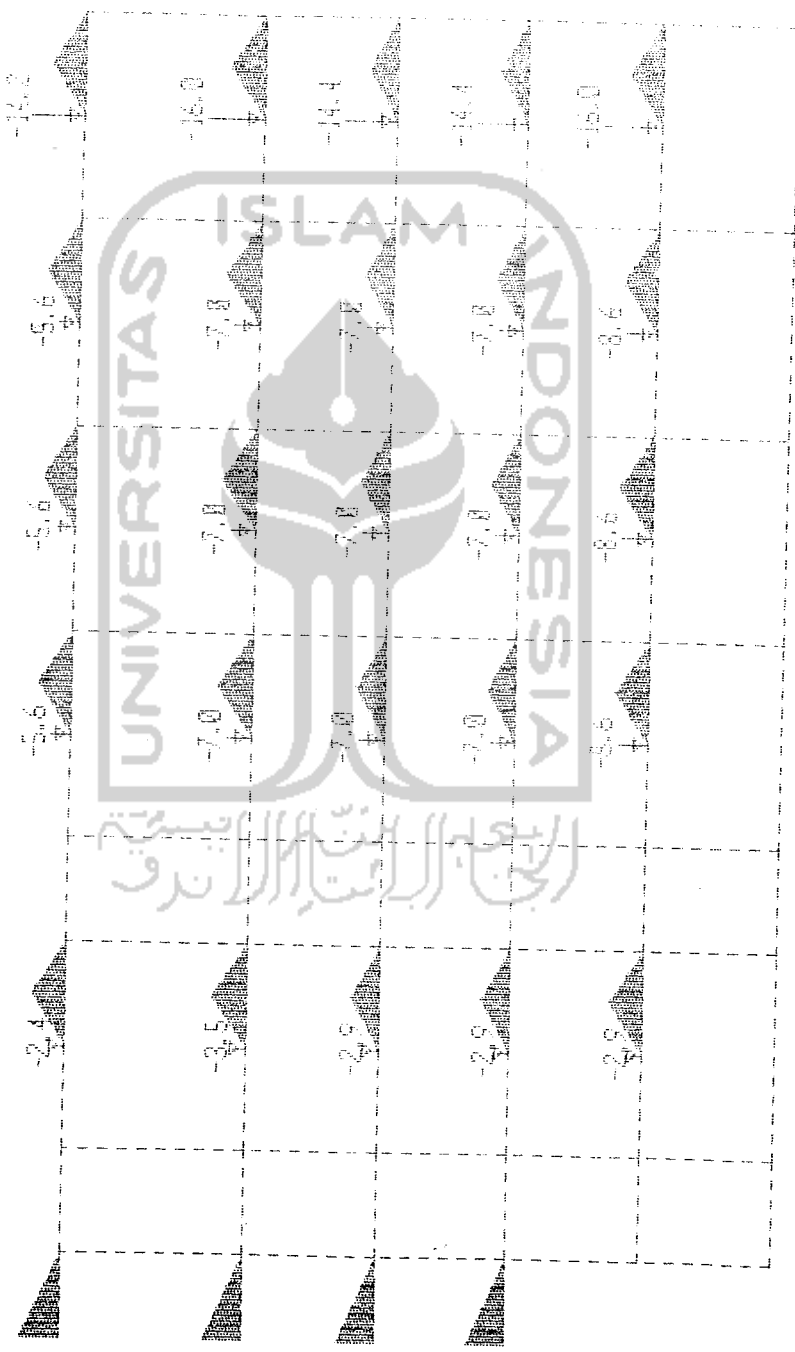
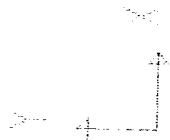
MAXIMA

w - .4749E+01

P .0000E+00

SAP90





ALL-MIN

FRAME
LOADS

LOAD 3

MINIMA

W = ,7483E+01

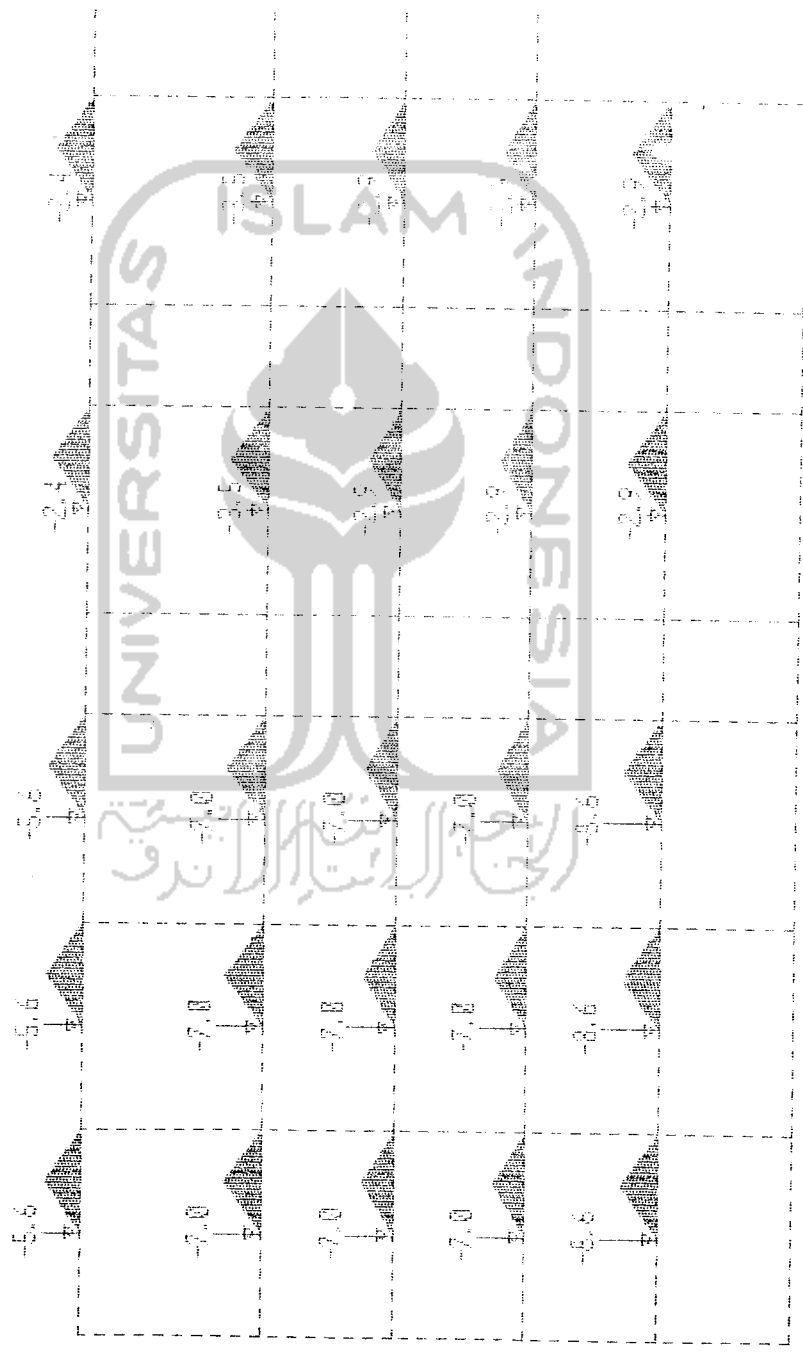
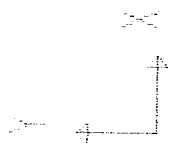
P = ,1597E+02

MAXIMA

W = ,5056E+01

P = ,2439E+01

SAP90



ALL-NI

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA

$M = -5.736E+01$

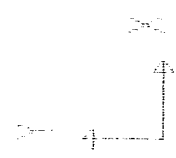
$V = -8.636E+01$

MAXIMA

$M = -5.656E+01$

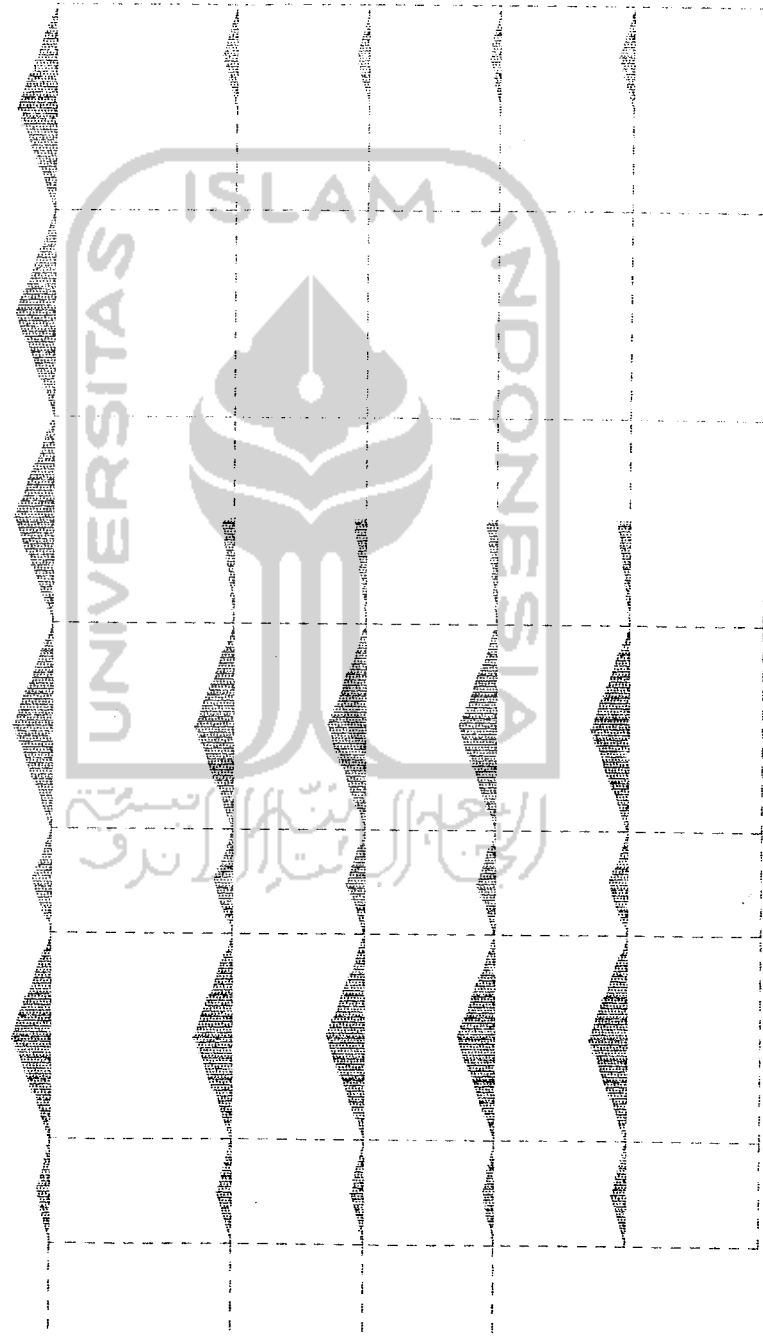
$V = -2.439E+01$

SAP90

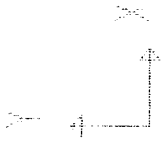


ALL-NET
 FRAME
 LOADS
 LOAD 4

MINIMA
 W = 1796E+02
 P = 0000E+00
 MAXIMA
 W = 5656E+01
 P = 0000E+00



SAP90



ALL-NEW

FRAME

LOADS

LOAD

4

MINIMA

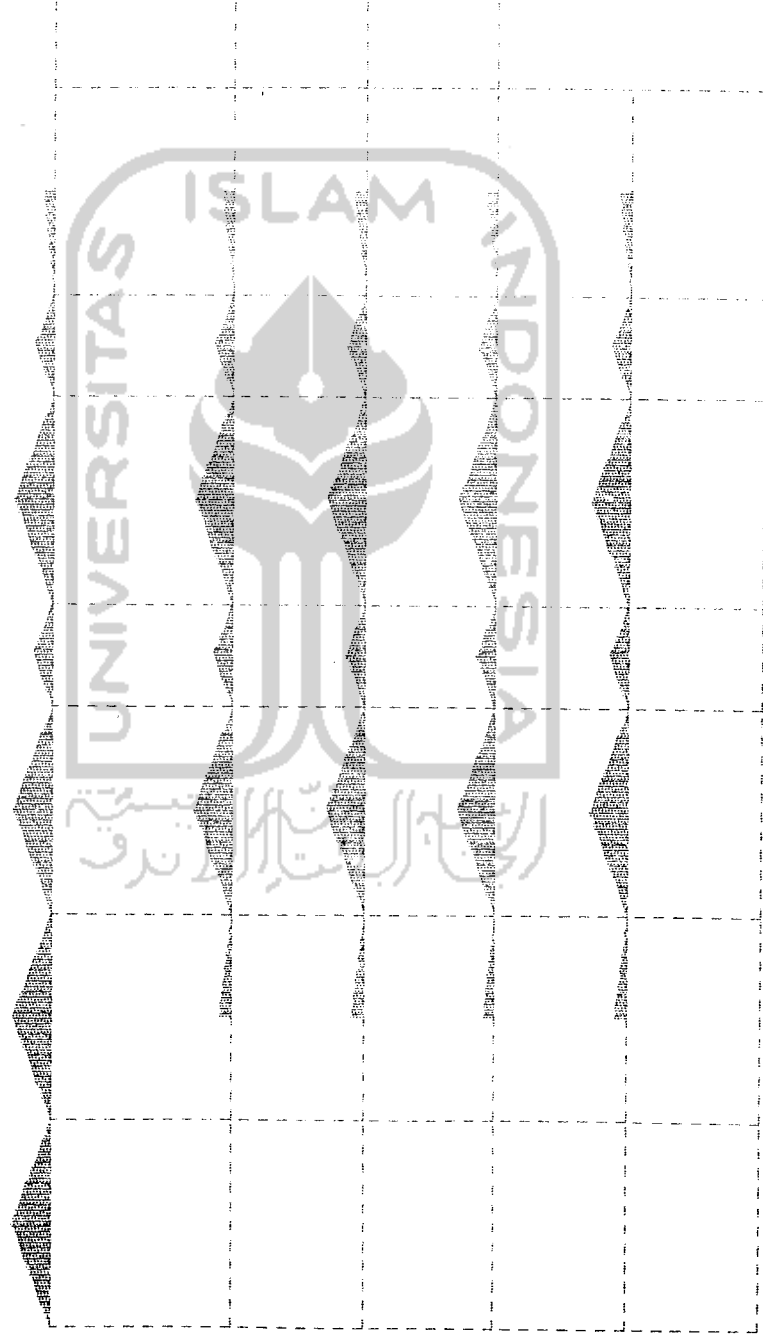
M -1.1796E+02

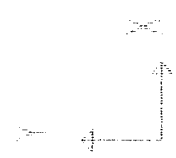
F .0000E+00

MAXIMA

M .5699E+01

F .0000E+00

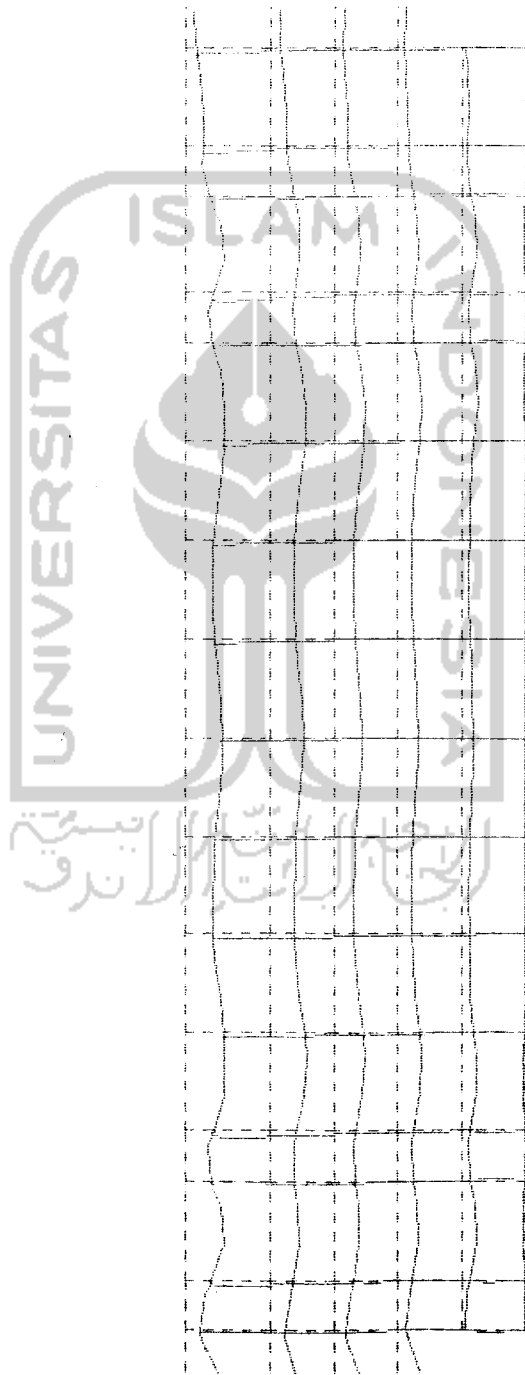





ALL-NET
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

MINIMA
X = .1633E-02
Y = .8482E-02
Z = .0000E+00
MAXIMA
X = .4795E-04
Y = .0000E+00
Z = .0000E+00

SAP90





ISLAM
UNIVERSITAS
ANALISA
SAP 90
Portal As L (12'-11)

B.

1

1

1

1

1

Tabel beban merata portal As L (12'-11)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1650,6	6773,76
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1125	6217,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3000	8979,6
Lantai 4	3483	3000	8979,6
Lantai 3	3483	3000	8979,5
Lantai 2	3483	3000	8979,6
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1741,5	1500	4489,8
Lantai 4	1741,5	1500	4489,8
Lantai 3	1741,5	1500	4489,8
Lantai 2	1741,5	1500	4489,8
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4582,5	2500	9499
Lantai 4	4582,5	2500	9499
Lantai 3	4582,5	2500	9499
Lantai 2	4582,5	2500	9499
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25

Tabel beban titik portal as L (12' - 11) = B (12' - 11)

Tabel Beban titik di as L 11 = B 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3906	1980	7855,2
Lantai 4	5130	3600	11916
Lantai 3	5130	2250	9756
Lantai 2	5130	2250	9756
Lantai 1	2733,75	3600	9040,5

Tabel Beban titik di as L 11' = B 11'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4227,75	1732,5	7845,3
Lantai 4	5298,75	3150	11398,5
Lantai 3	5298,75	1968,75	9508,5
Lantai 2	5298,75	1968,75	9508,5
Lantai 1	5298,75	3150	11398,5

Tabel Beban titik di as L 11* = B 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3690	1980	7596
Lantai 4	4914	3600	11656,8
Lantai 3	4914	2250	9496,8
Lantai 2	4914	2250	9496,8
Lantai 1	4914	3600	11656,8

Tabel Beban titik di as L 12 = B 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4353	1650	7863,6
Lantai 4	5373	3000	11247,6
Lantai 3	5373	1875	9447,6
Lantai 2	5373	1875	9447,6
Lantai 1	4574,25	3000	10289,1

Tabel Beban titik di as L 12" = B 12"

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4648	1760	8393,6
Lantai 4	5736	3200	12003,2
Lantai 3	5736	2000	10083,2
Lantai 2	5736	2000	10083,2
Lantai 1	2807,25	3200	8488,7



PONTAL Ac L(12)-11) Satuan (T.M) OLEH IMAN & TIMI
 (PROYEK PEMBANGUNAN KAMPUS TERPADU UNIT VII (II))

SYSTEM

L=3

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=3

3 X=9

4 X=12

17 X=0 Y=15.4 G=1,17,0

18 X=3 G=2,18,4

19 X=9 G=3,19,4

20 X=12 G=4,20,4

21 X=0 Y=20.6

22 X=3

23 X=9

24 X=12

25 X=-2.5 Y=7.7

26 X=14.5

27 X=-2.5 Y=15.4 G=5,27,1

28 X=14.5 G=6,28,1

29 X=-2.5 Y=20.6

30 X=14.5

RESTRAINT

1 4 1 R=1,1,1,1,1,0

5 3 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=3 NI=20

1 SH=R T=55,55 E=2.100E6

2 SH=R T=70,35

3 SH=R T=70,140

C SEGITIGA 1

C LANTAI ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77376,0,3,0,0

2 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77376*2,0,3,0,0 PLD=0,-7.8453,0

3 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77376*2,0,6,0,0 PLD=3,-7.596,0,6,-7.863,0

C LANTAI 4

4 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972,0,3,0,0

5 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.3965,0

6 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.0568,0,6,-11.2476,0

C LANTAI 3 - 2

7 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172,0,3,0,0

8 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-9.5098,0

9 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-9.4968,0,6,-9.4476,0

C LANTAI 1

10 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172,0,3,0,0

11 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.3965,0

12 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172,0,6,0,0 PLD=3,-11.6568,0,6,-11.2476,0

C SEGITIGA 2

13 TRAP=0,0,0,1.5,-8.9796,0,3,0,0 :Lantai 1-atap

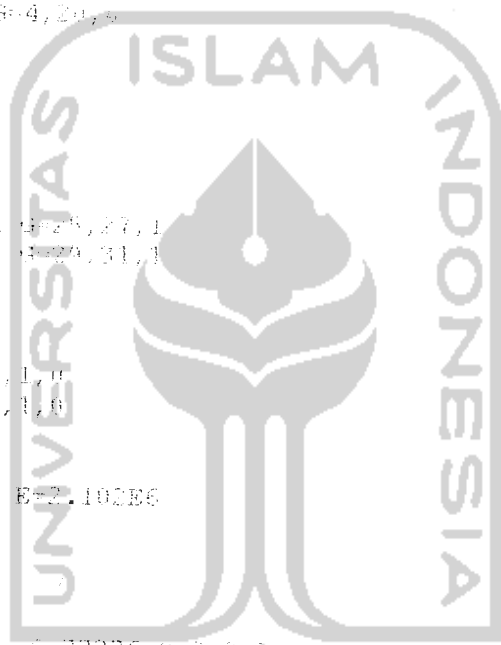
C SEGITIGA 3

14 TRAP=0,-4.4898,0,2.5,0,0

15 TRAP=0,0,0,2.5,-4.4898,0

C SEGITIGA 4

16 TRAP=0,0,0,2.5,-9.499,0



C BEBAN MERATA

17 MI=0,-0.65,0
18 MI=0,-1.13125,0
19 MI=0,-0.9625,0
20 MI=0,-0.48125,0

C KOLON

1 1 5 M=1 G=19,1,1,1

C BALOK

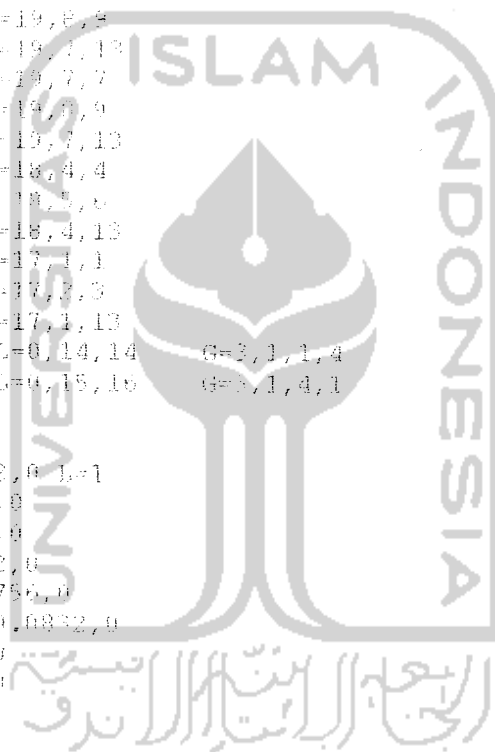
21 1 2 M=2 NSL=20 G=2,1,1,1
24 3 4 NSL=19,10,10
25 6 7 NSL=19,11,12
26 7 8 NSL=19,10,13
27 9 10 NSL=19,7,7
28 10 11 NSL=19,8,8
29 11 12 NSL=19,7,13
30 13 14 NSL=19,7,7
31 14 15 NSL=19,8,9
32 15 16 NSL=19,7,13
33 17 18 NSL=18,4,4
34 18 19 NSL=18,5,6
35 19 20 NSL=18,4,13
36 21 22 NSL=17,1,1
37 22 23 NSL=17,2,3
38 23 24 NSL=17,1,13
39 25 9 M=3 NSL=0,14,14 G=3,1,1,4
40 12 29 NSL=0,15,16 G=3,1,4,1

LOADS

21 F=0,-7.85562,0 L=1
24 F=0,-8.3936,0
17 F=0,-11.918,0
20 F=0,-12.0032,0
9 13 4 F=0,-9.756,0
17 20 4 F=0,-10.0032,0
5 F=0,9.0305,0
8 F=0,-8.4887,0

COARSO

1 C=1,1,1



PROGRAM: SAP90/FILE: L12-11.F3F

PORTAL As 1.(12-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMO

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD	AXIAL DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID COMB	FORCE END1	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
1	-151.64	.0	-1.98	.87		
		3.9	-1.96	-3.91		
2	-228.21	.0	-1.29	1.39		
		3.9	-1.28	-3.55		
3	-235.73	.0	1.17	1.61		
		3.9	1.17	2.89		
4	-204.34	.0	1.10	1.26		
		3.9	1.10	2.97		
5	-131.99	.0	.27	.76		
		3.9	.27	1.81		
6	-126.25	.0	-3.55	5.77		
		3.9	-3.55	7.89		
7	-196.05	.0	4.03	6.97		
		3.9	4.03	8.56		
8	-185.35	.0	-1.76	-1.20		
		3.9	-1.76	-4.12		
9	-101.02	.0	2.07	-4.50		
		3.9	2.07	3.46		
10	-141.31	.0	-4.40	8.45		
		3.9	-4.40	-8.51		
11	-144.63	.0	5.64	-11.15		
		3.9	5.64	10.56		
12	-141.68	.0	-3.30	6.64		
		3.9	-3.30	-6.08		

PROGRAM:SAP90/FILE:L12-11.SOL

POR TAL As L(12 -11) Satuan (T/M) GLEH IWAN & TIWI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.1895E-04
2	.0000E+00	.0000E+00	.3504E-05
3	.0000E+00	.0000E+00	-.4706E-05
4	.0000E+00	.0000E+00	-.3383E-04
5	.8743E-04	-.0182E-02	-.2253E-03
6	.000080	-.001377	-.000296
7	.000092	-.001424	.000149
8	.000081	-.001257	.000172
9	.000446	-.001729	.000083
10	.000425	.002510	.000510
11	.000424	-.002577	.000340
12	.000410	-.002360	-.000467
13	.001018	-.002341	.000042
14	.001021	-.003369	-.000516
15	.001032	.003453	.000269
16	.001035	-.003217	-.000400
17	.001742	-.002751	.000084
18	.001743	-.003952	-.000650
19	.001732	-.004051	.000373
20	.001734	-.003810	-.000428
21	.002820	-.003006	.000065
22	.002828	-.004308	-.000852
23	.002800	-.004413	.000626
24	.002815	-.004151	-.000708
25	.000446	-.003375	.000813
26	.001018	-.003674	.000628
27	.001742	-.003978	.000646
28	.002820	-.004605	.000795
29	.000410	-.005765	-.001604
30	.001035	-.006456	-.001537
31	.001734	-.007119	-.001565
32	.002815	-.008160	-.001645

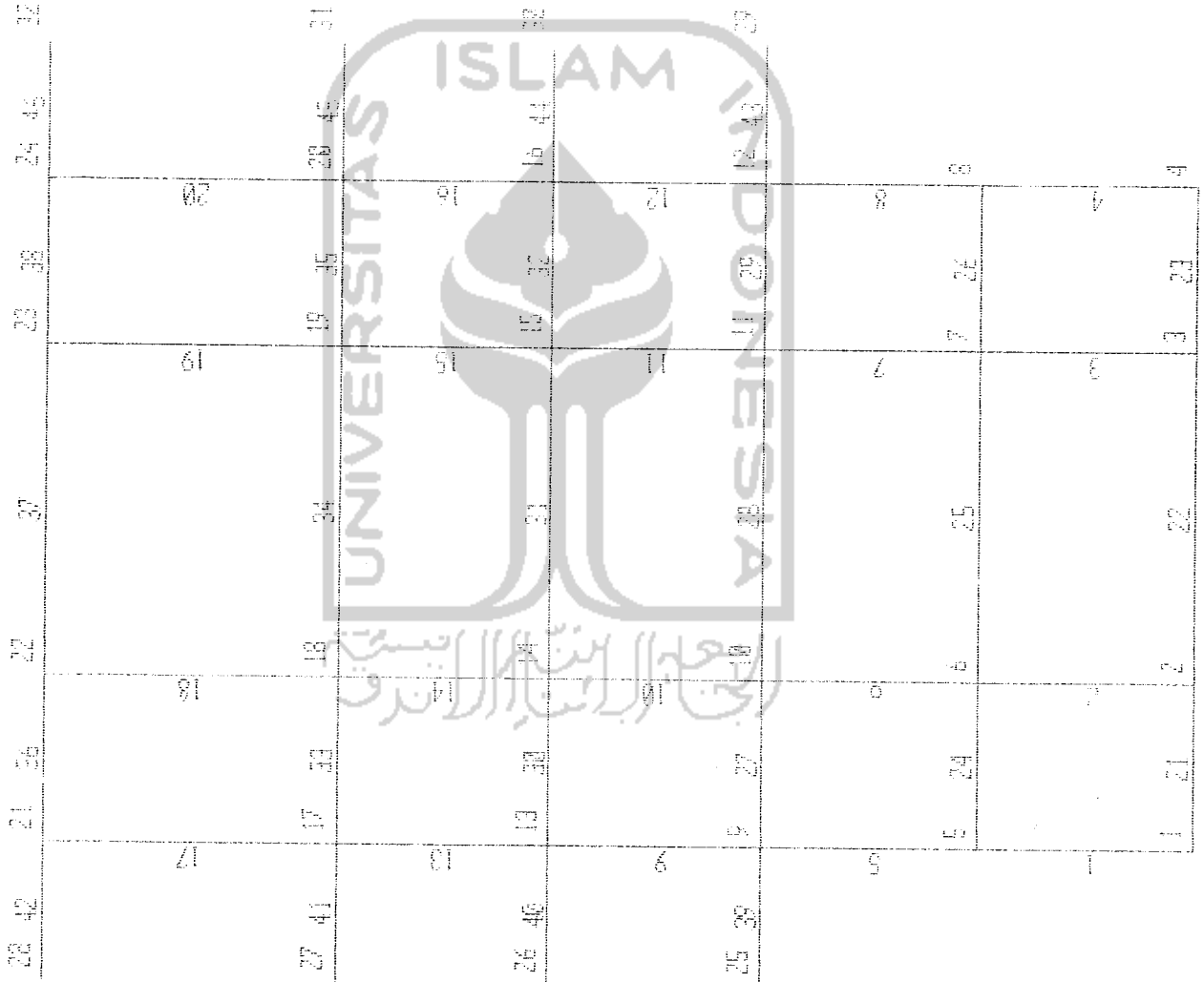
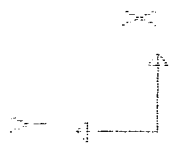
PROGRAM:SAP90/FILE:L12-11.SOL

PORTAL As L(12'-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMEINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.9816	152.6325	.0000
2	1.2856	230.1033	.0000
3	1.1652	236.9418	.0000
4	-1.0980	205.5218	.0000
5	.0000	-9.9495	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	-8.4887	.0000
9	.0000	-9.7560	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	-10.0832	.0000
13	.0000	-9.7560	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	-10.0832	.0000
17	.0000	-11.9160	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	-22.0864	.0000
21	.0000	-7.8556	.0000
22	.0000	.0000	.0000
23	.0000	.0000	.0000
24	.0000	-8.3936	.0000
25	.0000	.0000	.0000
26	.0000	.0000	.0000
27	.0000	.0000	.0000
28	.0000	.0000	.0000
29	.0000	.0000	.0000
30	.0000	.0000	.0000
31	.0000	.0000	.0000
32	.0000	.0000	.0000



L12-11
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IDS
 ELEMENT IDS
 WIPE FRAME

SAP90

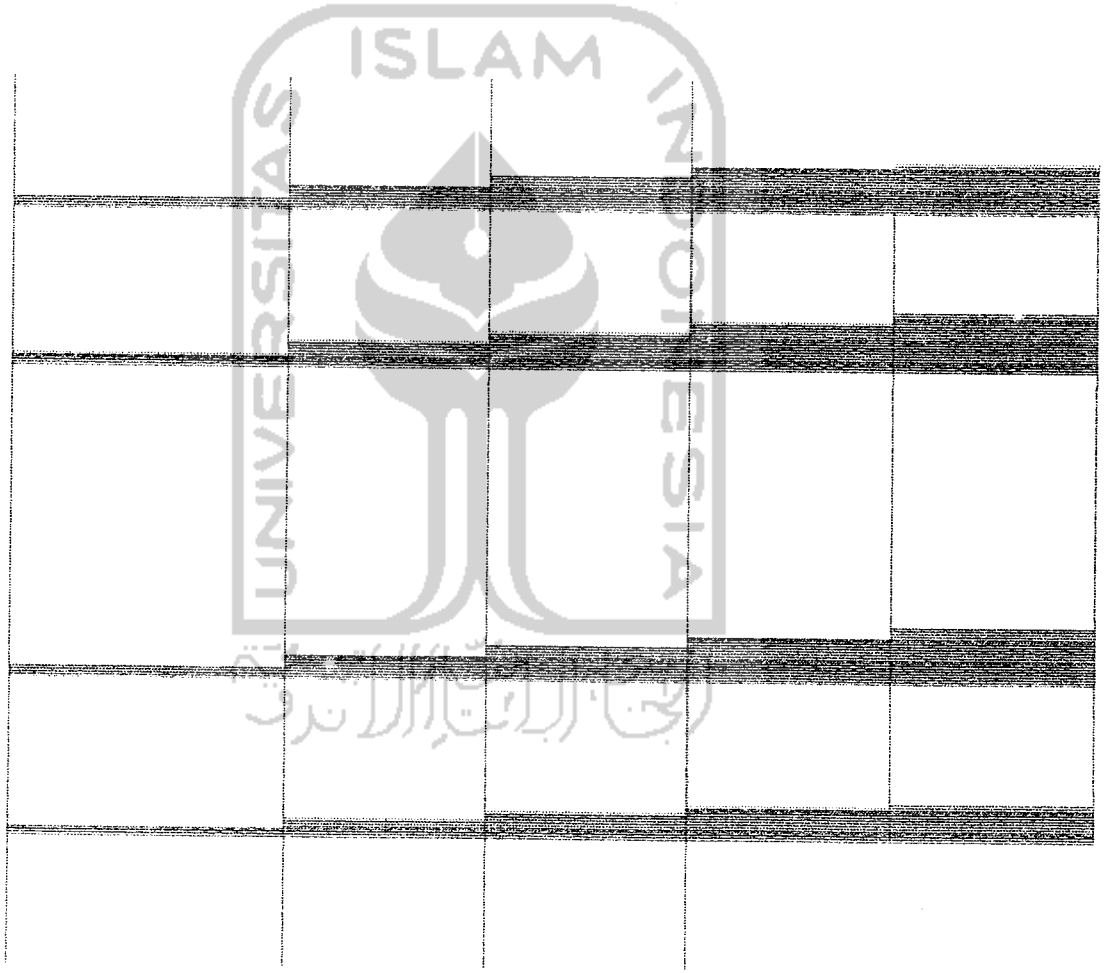


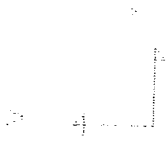
L12-11
FRAME
OUTPUT P
LOAD I

ENVELOPES

MIN < 3>
- .2852E+03
AT .00
MAX < 38>
.2477E+01
AT .00

SAP90



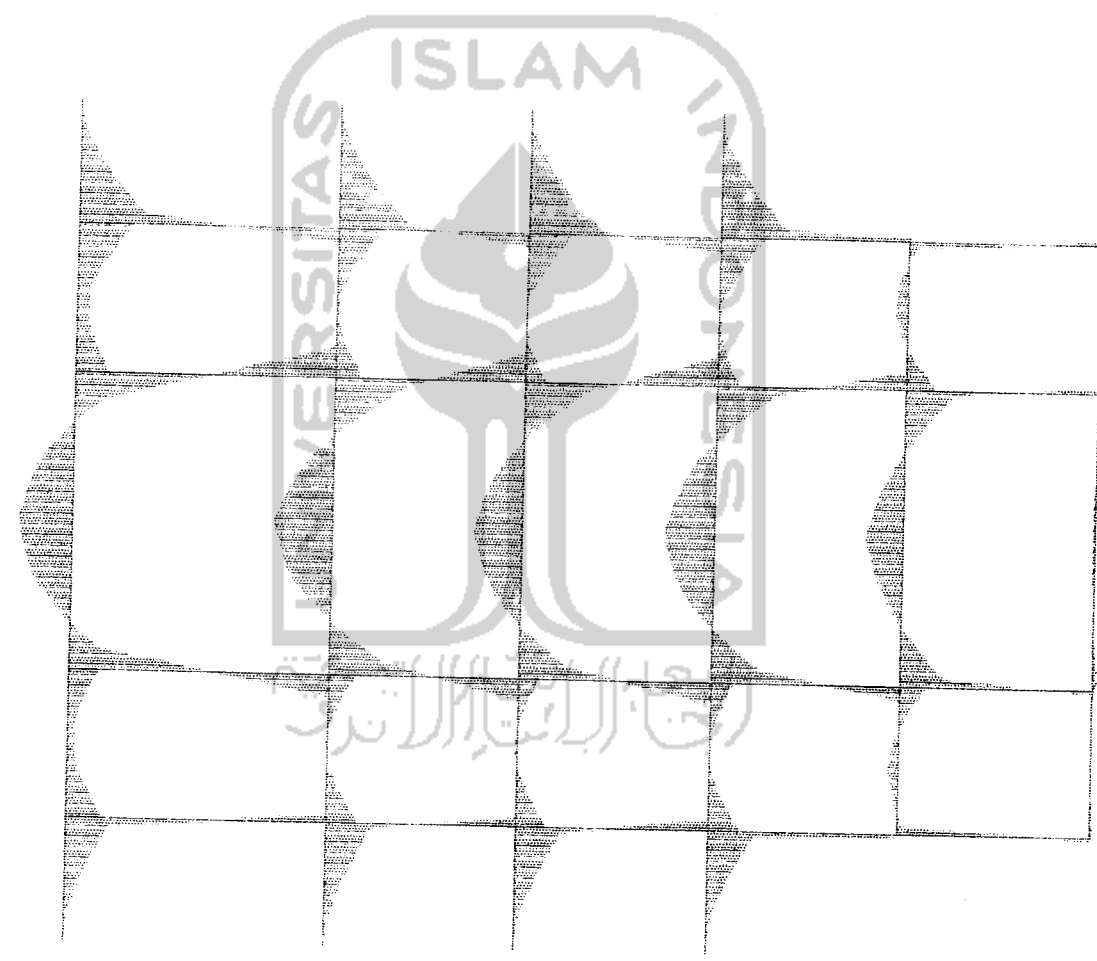


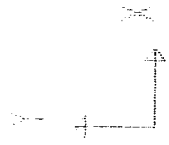
EIC-11
 FRAME
 OUTPUT M33
 LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 34
 - .3427E+02
 AT 6.80
 MAX < 34
 .2308E+02
 AT 2.70

SAP90





L12-11

FRAME
LOADS

LOAD |

MINIMA

W - ,1131E+01

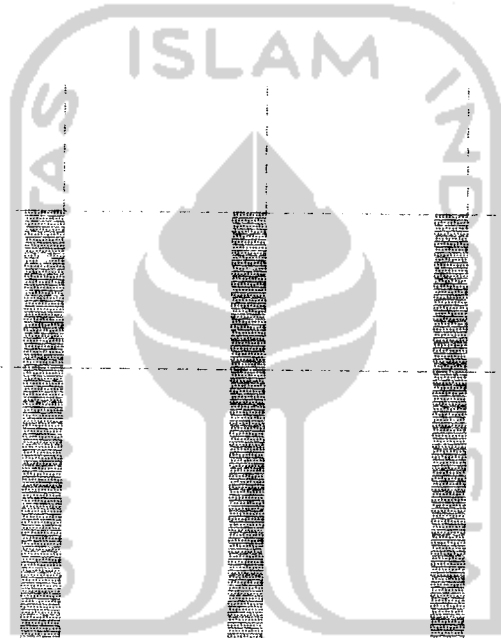
P ,0000E+00

MAXIMA

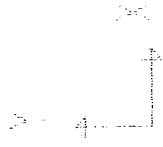
W - ,4812E+00

P ,0000E+00

SAP90



جامعة الإسلام
الاندونيسي



L12-11

FRAME

LOADS

LOAD 2

MINIMA

W - .1459E+02

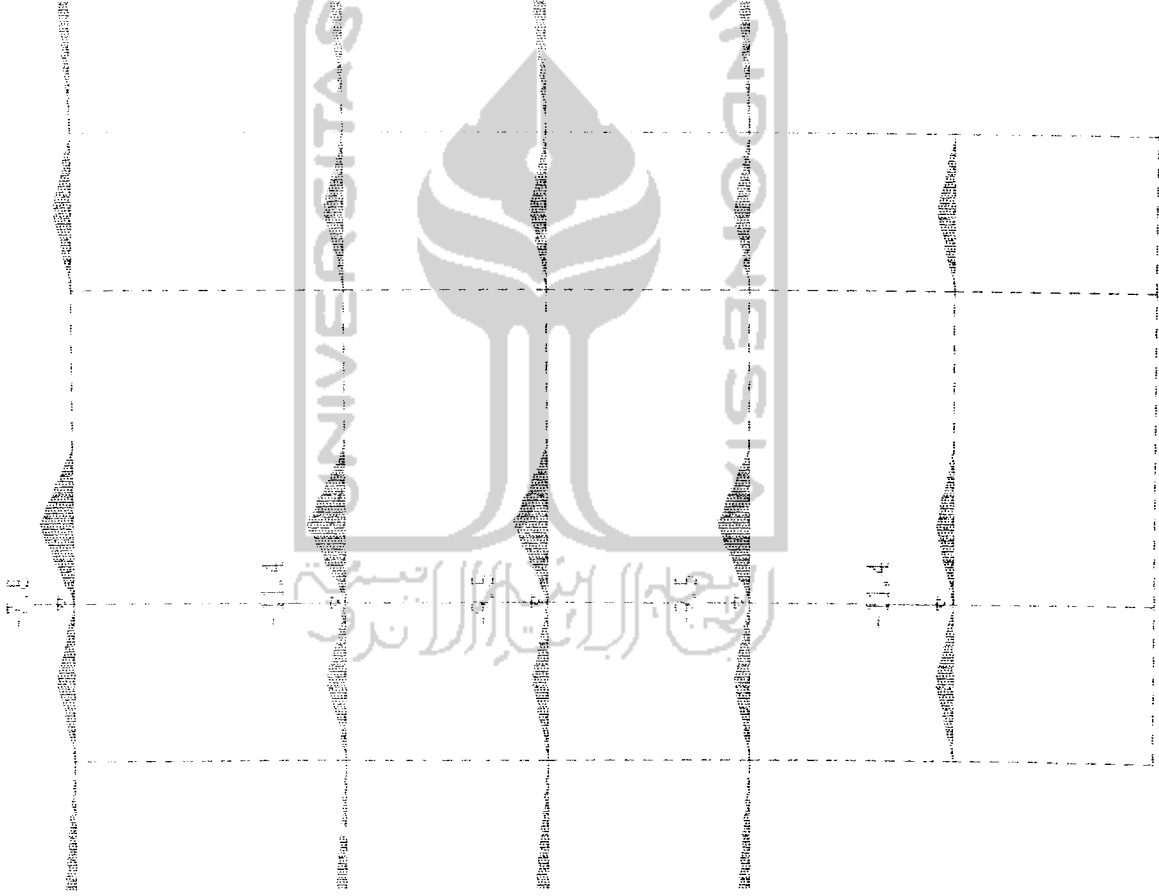
P - .1140E+02

MAXIMA

W - .4490E+01

P - .7845E+01

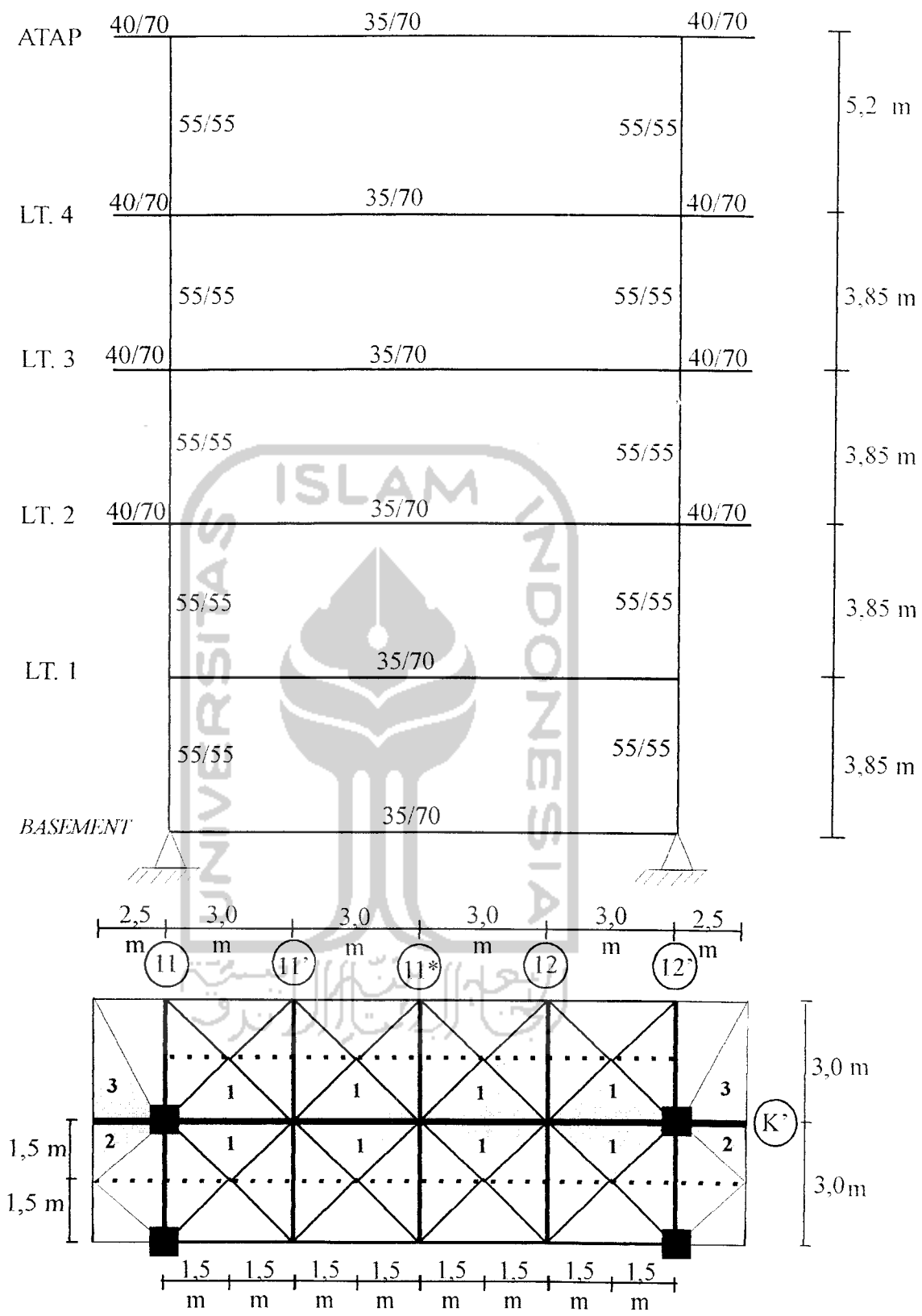
SAP90



ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As K' (12'-11)



Portal As K' (12' - 11)

Portal As K' (12' - 11) = As J' (12' - 11) = As A' (12' - 11) = ~~A' (12' - 11)~~

Tabel beban merata portal As K' (12'-11)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1650,6	6773,76
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1125	6217,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1741,5	1500	4489,8
Lantai 4	1741,5	1500	4489,8
Lantai 3	1741,5	1500	4489,8
Lantai 2	1741,5	1500	4489,8
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5499	3000	11398,8
Lantai 4	5499	3000	11398,8
Lantai 3	5499	3000	11398,8
Lantai 2	5499	3000	11398,8
Lantai 1	0	0	0

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الاسلامية

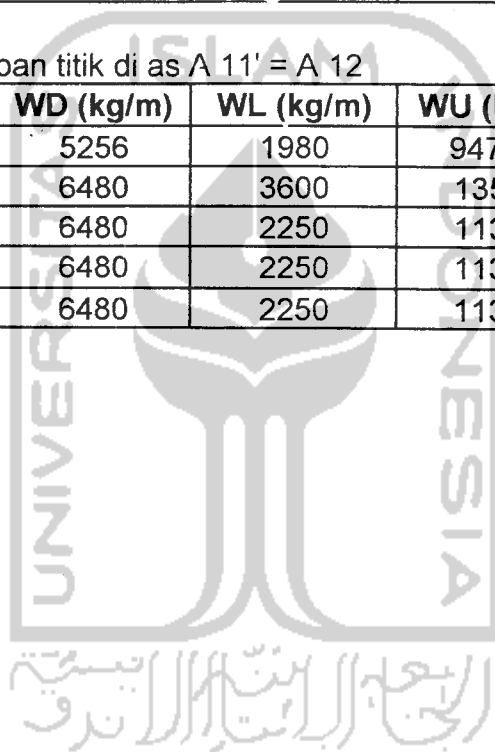
Tabel beban titik portal
as K' (12' - 11) = J' (12' - 11) = A'' (12' - 11)

Tabel Beban titik di as A 11 = 11* = 12'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4554	1980	8632,8
Lantai 4	5778	3600	12693,6
Lantai 3	5778	2250	10533,6
Lantai 2	5778	2250	10533,6
Lantai 1	3381,75	843,75	5408,1
Basement	1944	400	2972,8

Tabel Beban titik di as A 11' = A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5256	1980	9475,2
Lantai 4	6480	3600	13536
Lantai 3	6480	2250	11376
Lantai 2	6480	2250	11376
Lantai 1	6480	2250	11376



POR TAL As K (12'-11) Satuan (T;M) OLEH IWAN & TIWI

SYSTEM

L=4

JOINT

1 X=0 Y=0
2 X=12 Y=0
9 X=0 Y=15.4 G=1,9,2
10 X=12 Y=15.4 G=2,10,2
11 X=0 Y=20.6
12 X=12 Y=20.6
13 X= 2.5 Y=7.7
15 X= 2.5 Y=15.4 G=13,15,1
16 X= 2.5 Y=20.6
17 X=14.5 Y=7.7
19 X=14.5 Y=15.4 G=17,19,1
20 X=14.5 Y=20.6

RESTRAINT

1 2 1 R=1,1,1,1,1,0 : SEMU
3 20 1 R=0,0,1,1,1,0 : BEBAS

FRAME

MM=3 NL=20

1 SH=R T=.55,.55 B=2.102E6
2 SH=R T=.70,.35
3 SH=R T=.70,.40
C BEBAN SEGITIGA 1
C BEBAN ATAP
1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77376*2,0,3,0,0 FLD=0,-8.6328,0
2 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77376*2,0,6,0,0 FLD=3,-9.4752,0
3 TRAP=6,0,0,7.5,-6.77376*2,0,9,0,0 FLD=6,-8.6328,0
4 TRAP=9,0,0,10.5,-6.77376*2,0,12,0,0 FLD=9,-9.4752,0,12,-8.6328,0
C BEBAN LANTAI 1
5 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 FLD=0,-12.6936,0
6 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 FLD=3,-13.536,0
7 TRAP=6,0,0,7.5,-7.2972*2,0,9,0,0 FLD=6,-12.6936,0
8 TRAP=9,0,0,10.5,-7.2972*2,0,12,0,0 FLD=9,-13.536,0,12,-12.6936,0
C BEBAN LANTAI 3
9 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 FLD=0,-10.5376,0
10 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 FLD=3,-11.376,0
11 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 FLD=6,-10.5376,0
12 TRAP=9,0,0,10.5,-6.2172*2,0,12,0,0 FLD=9,-11.376,0,12,-10.5376,0
C BEBAN LANTAI 1
13 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 FLD=0,-5.4081,0
14 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 FLD=3,-11.376,0
15 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 FLD=6,-5.4081,0
16 TRAP=9,0,0,10.5,-6.2172*2,0,12,0,0 FLD=9,-11.376,0,12,-5.4081,0
C BEBAN SEGITIGA 2
17 TRAP=0,-4.4898,0,2.5,0,0
18 TRAP=0,0,0,2.5,-4.4898,0
C BEBAN SEGITIGA 3
19 TRAP=0,-11.3988,0,2.5,0,0
20 TRAP=0,0,0,2.5,-11.3988,0

C KOLEM

1 1 3 M=1 G=9,1,1,1

C BALOK

11 1 2 M=2

12 3 4 M=2 NSL=13,14,15,16

13 5 6 M=2 NCL=9,10,11,12 G=1,1,2,2

15 8 10 NSL=5,6,7,8

16 11 12 NSL=1,2,3,4

17 13 5 M=3 NSL=19,17 G=3,1,1,2

21 6 17 NSL=20,18 G=3,1,2,1

COMBO

1 C=1,1,1,1-



PROGRAM:SAP90/FILE:K12-11.F0F

PORTAL As K (12'-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

FRAME ELEMENT FORCES

ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
1	1	-404.59	.0	-11.69	4.41			
			3.9	11.69	-40.60			
2	1	404.53	.0	11.69	-4.41			
			3.9	-11.69	40.60			
3	1	-347.80	.0	-26.50	58.06			
			3.9	26.50	-43.98			
4	1	347.74	.0	26.50	-58.06			
			3.9	-26.50	43.98			
5	1	-263.46	.0	-18.74	35.20			
			3.9	18.74	-36.97			
6	1	263.40	.0	18.74	-35.20			
			3.9	-18.74	36.97			
7	1	-179.12	.0	-22.68	41.47			
			3.9	22.68	-45.85			
8	1	179.06	.0	22.68	-41.47			
			3.9	-22.68	45.85			
9	1	-82.93	.0	-22.95	51.92			
			5.2	22.95	-67.43			
10	1	82.93	.0	22.95	-51.92			
			5.2	-22.95	67.43			
11	1	.00	.0	.00	-4.41			
			12.0	.00	-4.41			
12	1	14.81	.0	51.38	-98.66			
			-1.5	42.06	-26.25			
			3.0	21.36	27.51			

PROGRAM:SAP90/FILE:K121-11.SOL

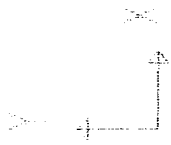
PORTAL As K (121-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	.001259
2	.000000	.000000	-.001259
3	-.000173	-.002459	-.003086
4	.000172	-.002449	.003087
5	.000090	-.004558	-.001395
6	-.000091	-.004558	.001395
7	-.000046	-.006151	-.001607
8	.000045	-.006150	.001607
9	-.000004	-.007235	-.002133
10	.000002	-.007234	.002133
11	.000266	-.007913	-.004649
12	-.000269	-.007912	.004649
13	.000090	-.003611	-.000104
14	-.000046	-.004676	-.000316
15	-.000004	-.004446	-.000842
16	.000266	.001166	-.003358
17	-.000091	-.003610	.000104
18	.000045	-.004674	.000316
19	.000002	-.004444	.000842
20	-.000269	.001168	.003358

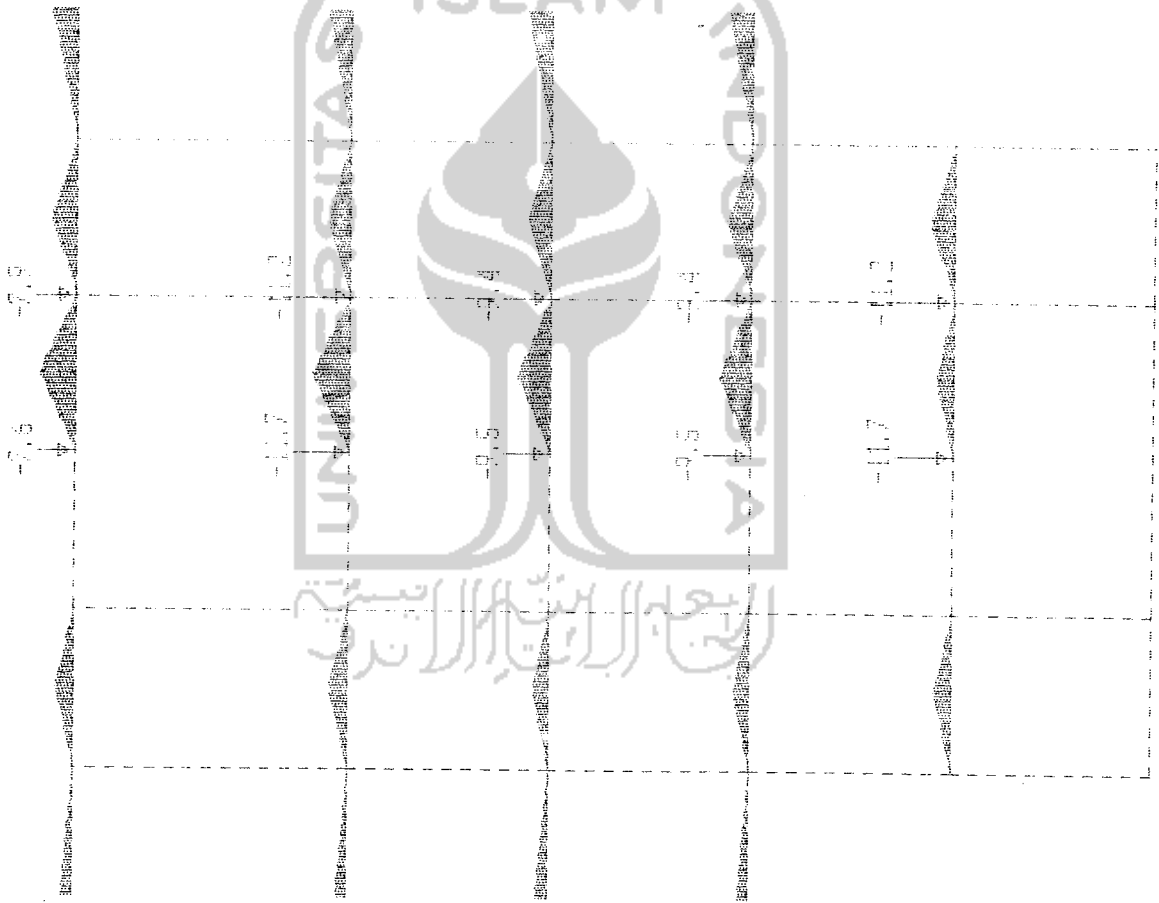




L12-11
 FRAME
 LOADS
 LOAD 3

MININA
 K = 1.459E+02
 E = 1.166E+02
 MAXINA
 W = 1.490E+01
 E = 1.7596E+01

SAP90



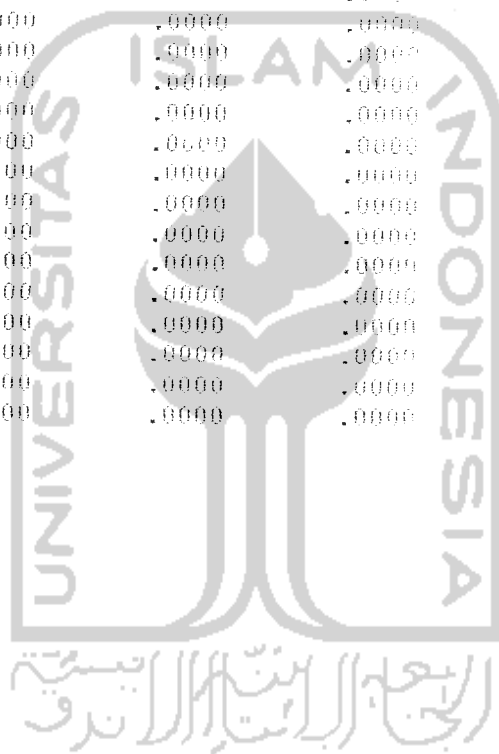
PROGRAM:SAP90/FILE:K12-11.SOL

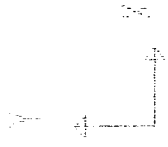
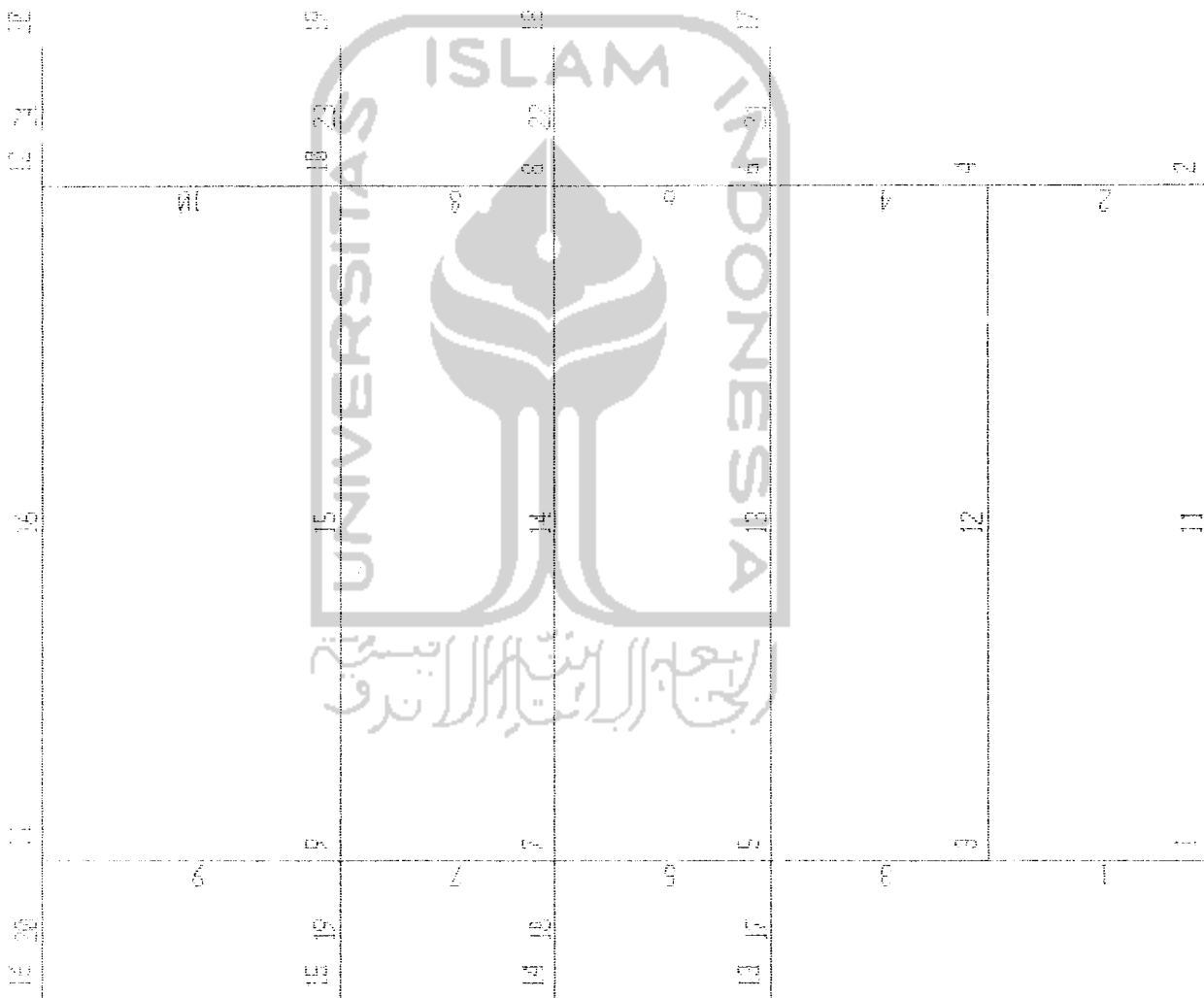
PORTAL As K (12-11) Satuan (T;M) OLEH IWAN & TIMI

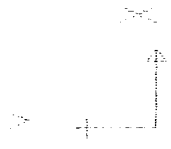
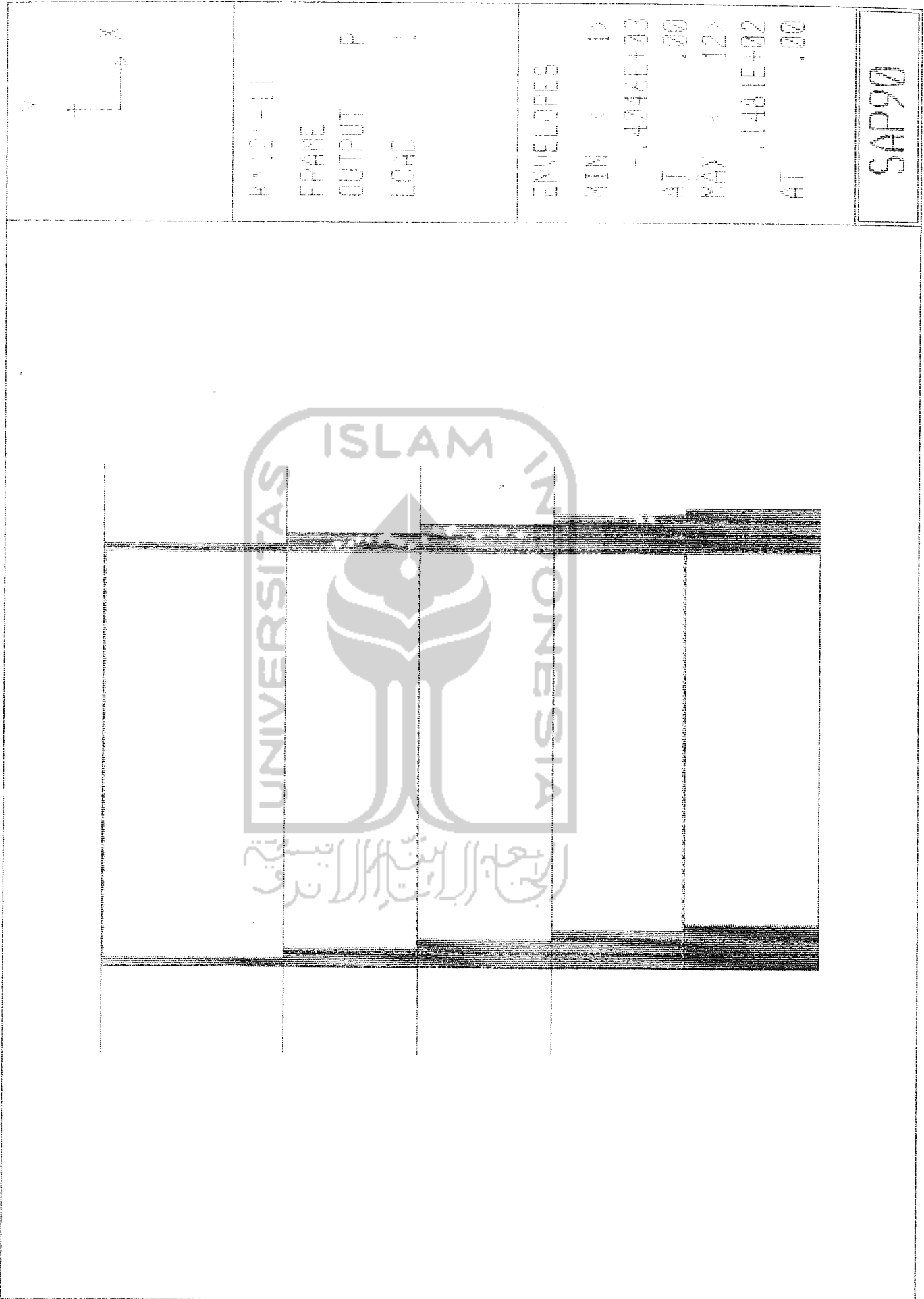
REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	11.6921	404.5897	.0000
2	-11.6921	404.5289	.0000
3	.0000	.0000	.0000
4	.0000	.0000	.0000
5	.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000



	<p>R* 12* - 11</p> <p>UNDEFORMED SHAPE</p>	<p>OPTIONS</p> <p>JOINT IDS ELEMENT IDS WIRE FRAME</p>	<p>SAP90</p>
			



PAJEN-11

FRAME

OUTPUT P

LOAD I

ENVELOPES

MIN < 12

- .4046E+03

AT .00

MAX > 12

.1481E+02

AT .00

SAP90



R*12*-11

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 15>

- .1309E+03

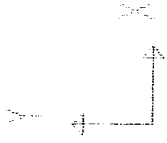
AT 12.00

MAX < 15>

.7767E+02

AT 5.79

SAP90



N° 121-11

FRAME

LOADS

LOAD 1

MINIMA

M = -1.459E+02

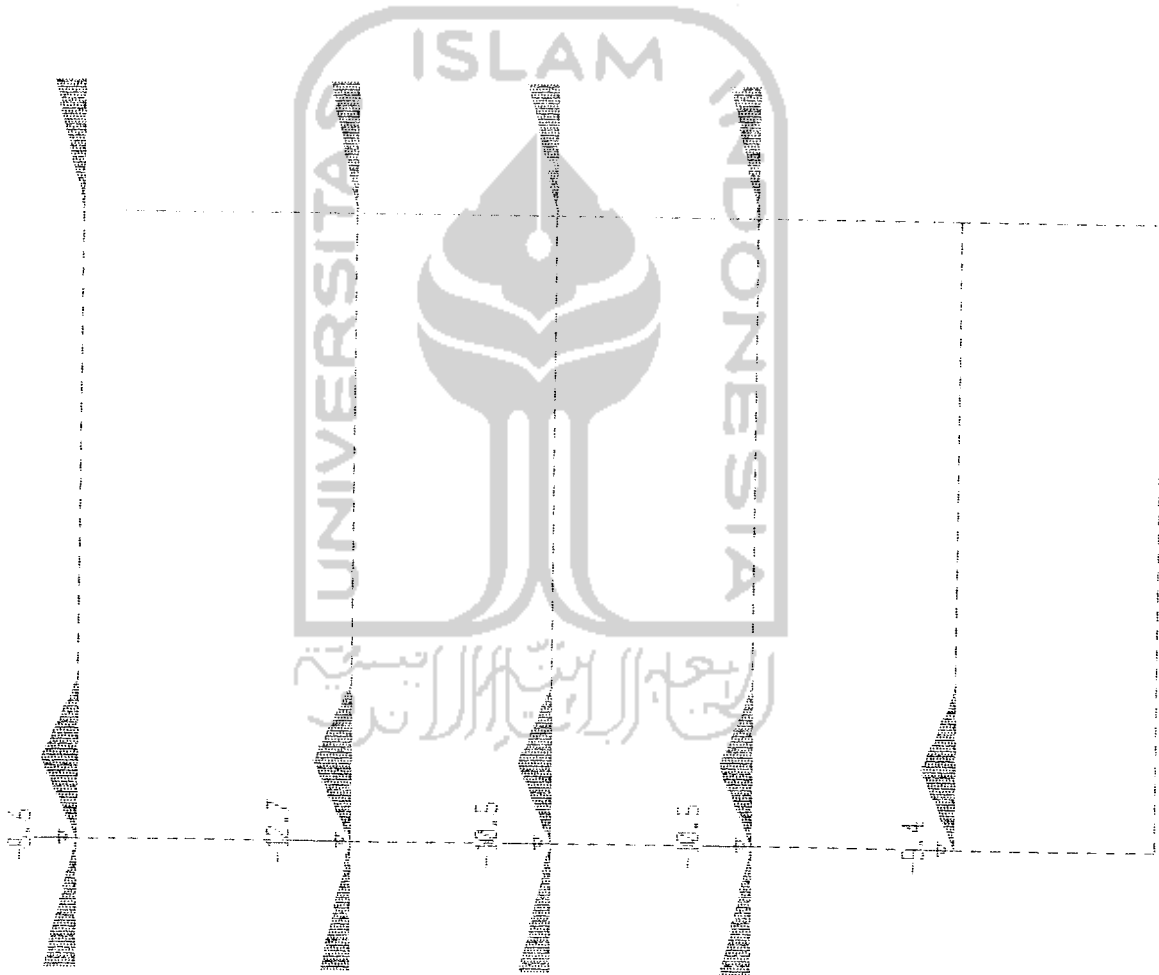
P = -1.269E+02

MAXIMA

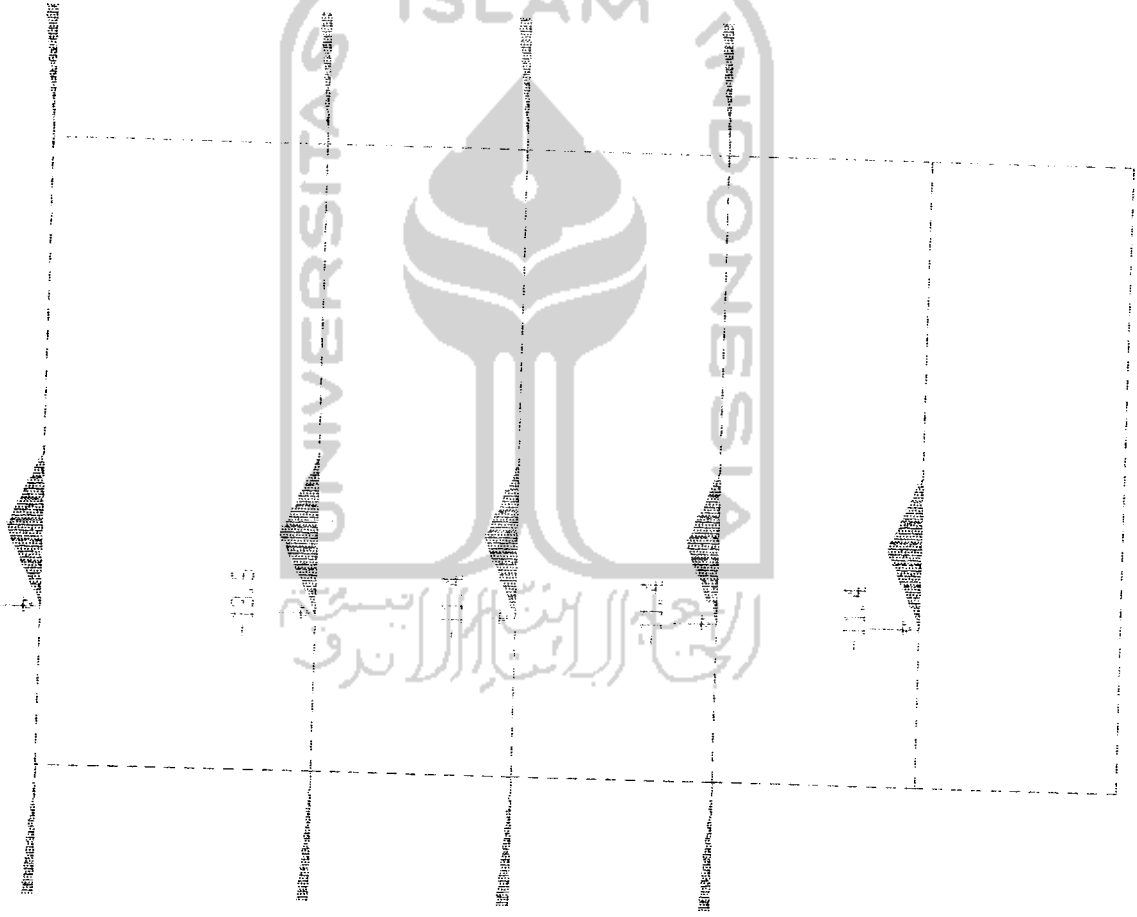
M = 1.140E+02

P = 5.403E+01

SAP90



-9.5



-13.5

-11.4



R² (2¹ - 1)

FRAME

LOADS

LOAD

2

MINIMA

W = .1459E+02

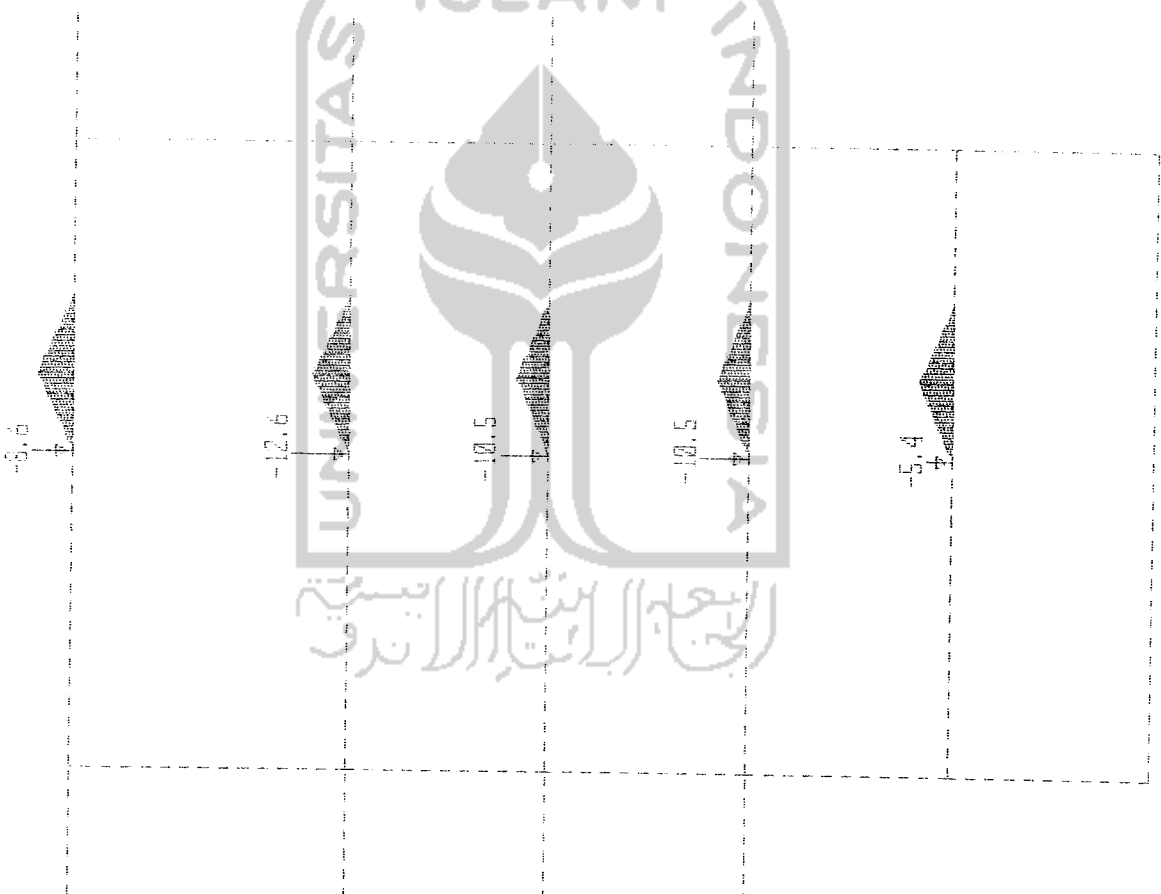
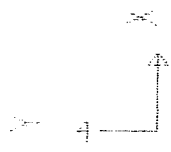
P = .1354E+02

MAXIMA

W = .4490E+01

P = .9475E+01

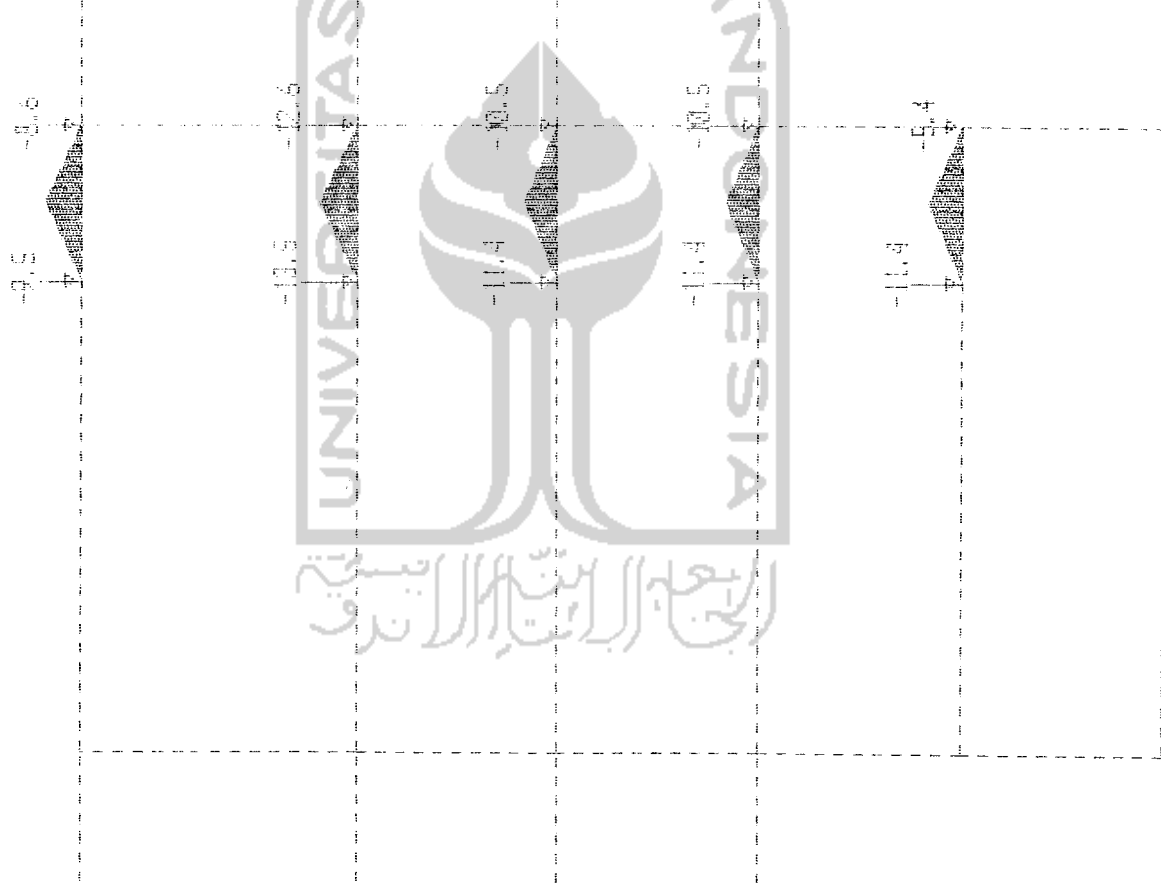
SAP90



R* 121-11
 FRAME
 LOADS
 LOAD 3

MINIMA
 W - ,1459E+02
 P - ,1263E+02
 MAXIMA
 W - ,1243E+02
 P - ,5408E+01

SAP90



K*12*-11

FRAME
LOADS

LOAD 4

MINIMA

K = .1459E+02

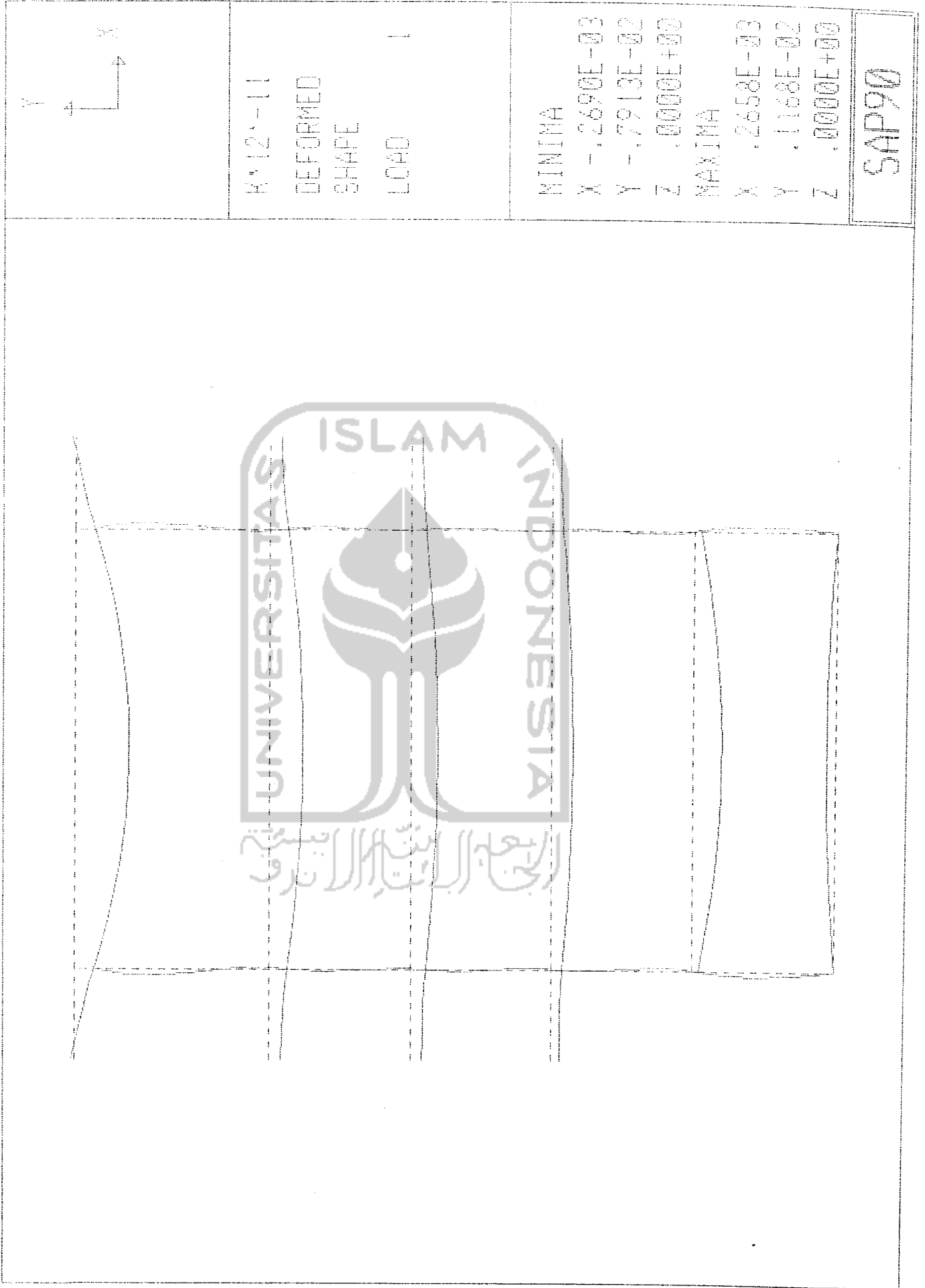
P = .1354E+02

MAXIMA

M = .1243E+02

P = .5408E+01

SAP90



H*12'-11

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X - ,2690E-03

Y - ,7913E-02

Z ,0000E+00

MAXIMA

X ,2658E-03

Y ,1168E-02

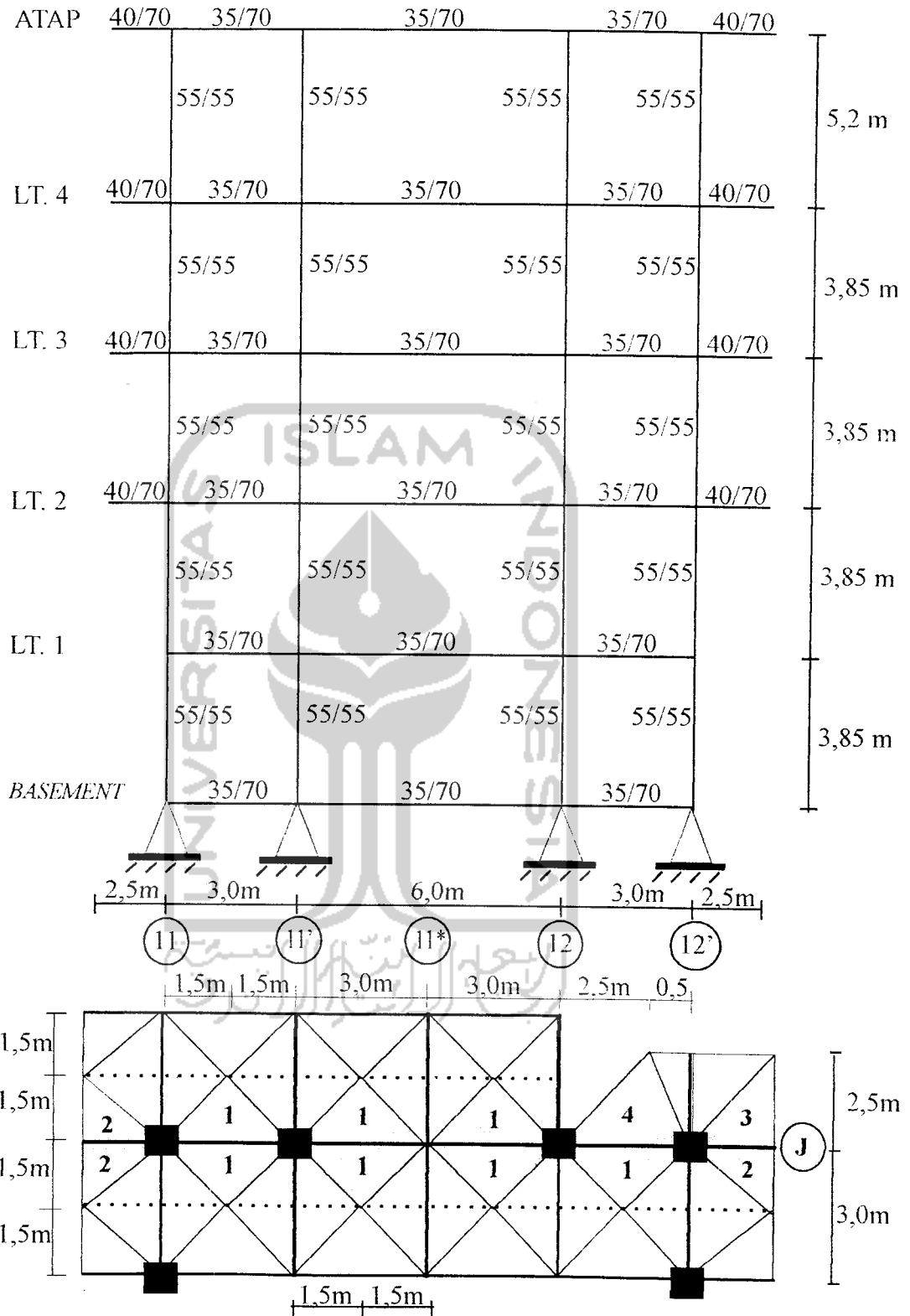
Z ,0000E+00

SAP90

ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As J (12'-11)



Portal As J (12' - 11)

Portal As J (12' - 11) = As E (12' - 11)

Tabel beban merata portal As J (12'-11)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1651,2	6774,72
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1800	7297,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2114,1	1620	5128,92
Lantai 4	2114,1	1620	5128,92
Lantai 3	2114,1	1620	5128,92
Lantai 2	2114,1	1620	5128,92
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3645	3240	9558
Lantai 4	3645	3240	9558
Lantai 3	3645	3240	9558
Lantai 2	3645	3240	9558
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3240	9363,6
Lantai 4	3483	3240	9363,6
Lantai 3	3483	3240	9363,6
Lantai 2	3483	3240	9363,6
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25



Tabel beban titik portal as J (12' - 11) = C (12' - 11)

Tabel Beban titik di as A 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4232,25	2227,5	8642,7
Lantai 4	5609,25	4050	13211,1
Lantai 3	5609,25	2531,25	10781,1
Lantai 2	5609,25	2531,25	10781,1
Lantai 1	3692,25	2250	8030,7

Tabel Beban titik di as A 11' = A 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3690	1980	7596
Lantai 4	4914	3600	11656,8
Lantai 3	4914	2250	9496,8
Lantai 2	4914	2250	9496,8
Lantai 1	4914	3600	11656,8

Tabel Beban titik di as A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4049,5	1925	7939,4
Lantai 4	5239,5	3500	11887,4
Lantai 3	5239,5	2187,5	9787,4
Lantai 2	5239,5	2187,5	9787,4
Lantai 1	3908,25	2250	8289,9

Tabel Beban titik di as A 12'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4309,5	1485	7547,4
Lantai 4	5227,5	2700	10593
Lantai 3	5227,5	1687,5	8973
Lantai 2	5227,5	1687,5	8973
Lantai 1	2831,25	450	4117,5

PORTAL As J(12'-11) Satuan (T:M) OLEH IMAN & TIWI
SYSTEM

L=3

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=3

3 X=9

4 X=12

17 X=0 Y=15.4 G=1,17,4

18 X=3 G=2,18,4

19 X=9 G=3,19,4

20 X=12 G=4,20,4

21 X=0 Y=20.6

22 X=3

23 X=9

24 X=12

25 X=-2.5 Y=7.7

29 X=14.5

27 X=-2.5 Y=15.4 G=25,27,1

31 X=14.5 G=29,31,1

28 X=-2.5 Y=20.6

32 X=14.5

RESTRAINT

1 4 1 R=1,1,1,1,1,0

5 32 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=3 NL=20

1 SH=R T=.55,.55 E=2.102E6

2 SH=R T=.70,.35

3 SH=R T=.70,.40

C SEGITIGA 1

C LANTAI ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77472,0,3,0,0

2 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77472*2,0,3,0,0 PLD=0,-7.596,0

3 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77472*2,0,6,0,0 PLD=3,-7.596,0,6,-7.9394,0

C LANTAI 4

4 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972,0,3,0,0

5 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.6568,0

6 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.6568,0,6,-11.5874,0

C LANTAI 3 - 2

7 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172,0,3,0,0

8 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-9.4968,0

9 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-9.4968,0,6,-9.7874,0

C LANTAI 1

10 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172,0,3,0,0

11 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.6568,0

12 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.6568,0,6,-8.2898,0

C SEGITIGA 2

13 TRAP=0,-5.12892,0,2.5,0,0 :Lantai 1-atap

14 TRAP=0,0,0,2.5,-5.12892,0

C SEGITIGA 3

15 TRAP=0,0,0,2.5,-9.558,0

C SEGITIGA 4

16 TRAP=0,0,0,2.5,-9.3636,0,3,0,0

C BEBAN MERATA

17 WL=0,-0.65,0

18 WL=0,-1.13125,0

19 WL=0,-0.9625,0

20 WL=0,-0.48125,0

C KOLOM

1 1 5 M=1 G=19,1,1,1

C BALOK

21 1 2 M=2 NSL=20 G=2,1,1,1

24 5 6 NSL=19,10,10

25 6 7 NSL=19,11,12

26 7 8 NSL=19,16,10

27 9 10 NSL=19,7,7

28 10 11 NSL=19,8,8

29 11 12 NSL=19,16,7

30 13 14 NSL=19,7,7

31 14 15 NSL=19,8,8

32 15 16 NSL=19,16,7

33 17 18 NSL=18,4,4

34 18 19 NSL=18,4,4

35 19 20 NSL=18,10,4

36 21 22 NSL=17,1,1

37 22 23 NSL=17,2,3

38 23 24 NSL=17,16,1

39 25 9 M=3 NSL=0,13,13 G=0,1,1,4

43 12 29 NSL=0,13,14 G=3,1,4,1

LOADS

21 F=0,-0.6427,0 I=1

24 F=0,-7.5474,0

17 F=0,-11.9874,0

20 F=0, 10.593,0

9 13 4 F=0,-9.787,0

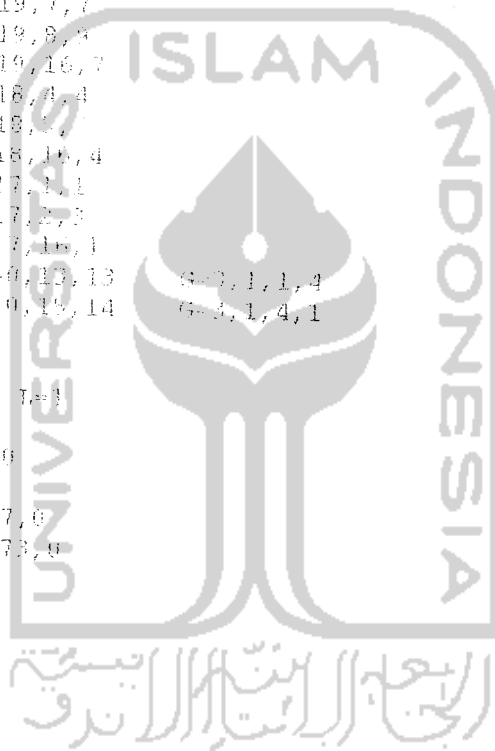
12 20 4 F=0,-8.973,0

5 F=0,-8.2899,0

8 F=0,-4.1175,0

COMBO

1 C=1,1,1

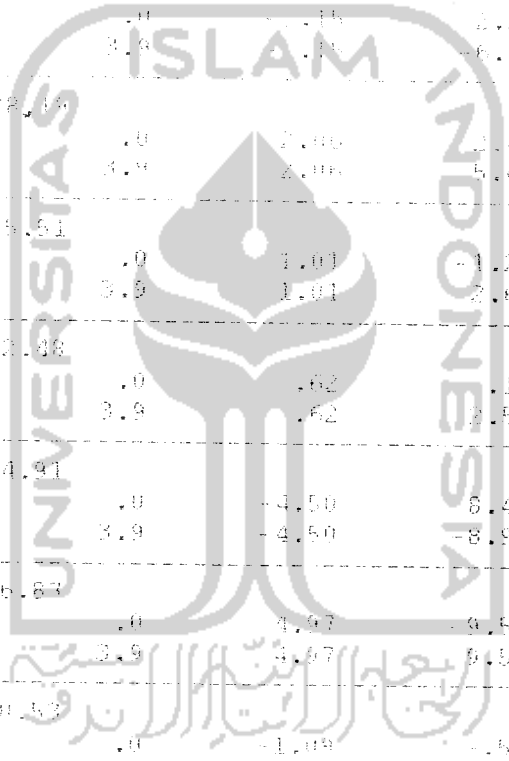


PROGRAM: SAP90/FILE: J12-11.F3F

PORTAL As J(12 -11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMI

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
1	-157.98	.0	1.91		
		3.9	-2.67		
2	-202.06	.0	2.24		
		3.9	-6.04		
3	-222.14	.0	2.06		
		3.9	5.40		
4	-205.51	.0	1.01		
		3.9	2.65		
5	-142.08	.0	.62		
		3.9	2.58		
6	-184.91	.0	-4.50		
		3.9	-8.92		
7	-186.83	.0	3.97		
		3.9	9.57		
8	100.57	.0	-1.09		
		3.9	-4.77		
9	-107.37	.0	2.53		
		3.9	4.40		
10	-140.57	.0	-4.37		
		3.9	-8.50		
11	-142.21	.0	5.51		
		3.9	10.82		
12	-145.00	.0	-3.67		
		3.9	-6.83		



PROGRAM:SAP90/FILE:J12-11.SOL

POR TAL As J(12-11) Satuan (T/M) OLEH IMAN & TIMI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.7156E-05
2	.0000E+00	.0000E+00	.3398E-04
3	.0000E+00	.0000E+00	.3524E-04
4	.0000E+00	.0000E+00	-.1943E-04
5	.7729E-04	-.9586E-03	-.1976E-03
6	.000068	-.001441	-.000417
7	.000078	-.001442	.000371
8	.000065	-.001274	.000151
9	.000400	-.001819	.000137
10	.000389	-.002560	-.000482
11	.000365	-.002573	.000333
12	.000350	-.002398	-.000477
13	.000905	-.002469	.000019
14	.000908	-.003411	-.000504
15	.000919	-.003435	.000272
16	.000921	-.003276	-.000421
17	.001562	-.002907	-.000019
18	.001563	-.003995	-.000629
19	.001553	-.004023	.000381
20	.001556	-.003879	-.000450
21	.002539	-.003185	.000177
22	.002549	-.004345	-.000834
23	.002527	-.004375	.000633
24	.002544	-.004236	-.000768
25	.000400	-.003792	.000956
26	.000906	-.004160	.000853
27	.001562	-.004501	.000815
28	.002539	-.005268	.001010
29	.000350	.005942	-.001671
30	.000921	-.006679	-.001615
31	.001556	-.007355	-.001643
32	.002544	-.008507	-.001961

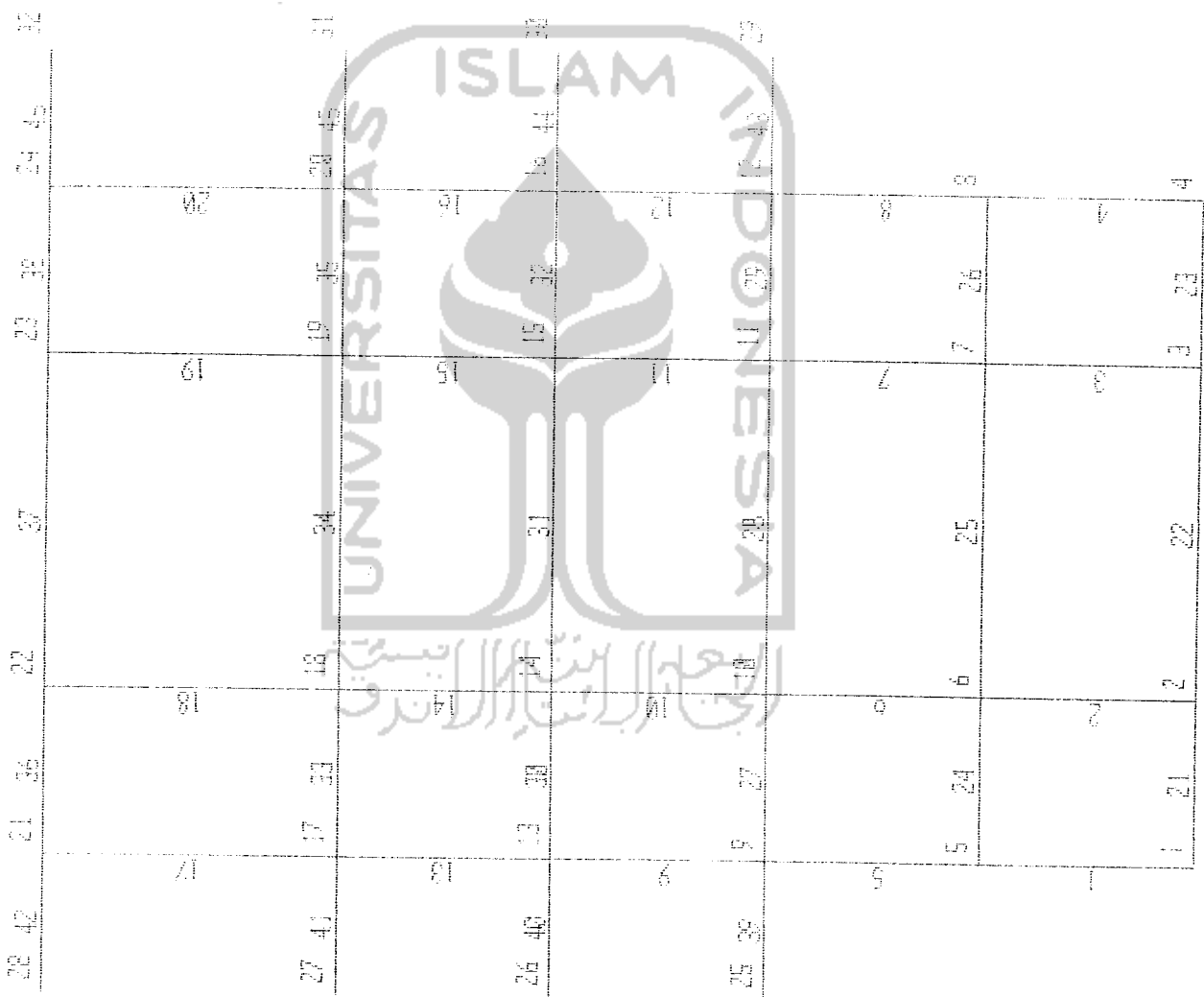
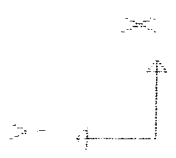
PROGRAM:SAP90/FILE:J12-11.SOL

PORTAL As J(12-11) Satuan (T:M) OLEH IMAN & TIMI

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

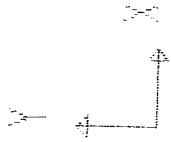
JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	.9168	159.1986	.0000
2	2.1498	239.6237	.0000
3	-2.0581	239.7041	.0000
4	-1.0085	206.8901	.0000
5	.0000	-8.2899	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	-4.1175	.0000
9	.0000	-9.7870	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	-8.9730	.0000
13	.0000	-9.7870	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	-8.9730	.0000
17	.0000	-11.8874	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	-19.5660	.0000
21	.0000	-8.6427	.0000
22	.0000	.0000	.0000
23	.0000	.0000	.0000
24	.0000	-7.5474	.0000
25	.0000	.0000	.0000
26	.0000	.0000	.0000
27	.0000	.0000	.0000
28	.0000	.0000	.0000
29	.0000	.0000	.0000
30	.0000	.0000	.0000
31	.0000	.0000	.0000
32	.0000	.0000	.0000



J12-11
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IDS
 ELEMENT IDS
 WIRE FRAME

SAP90

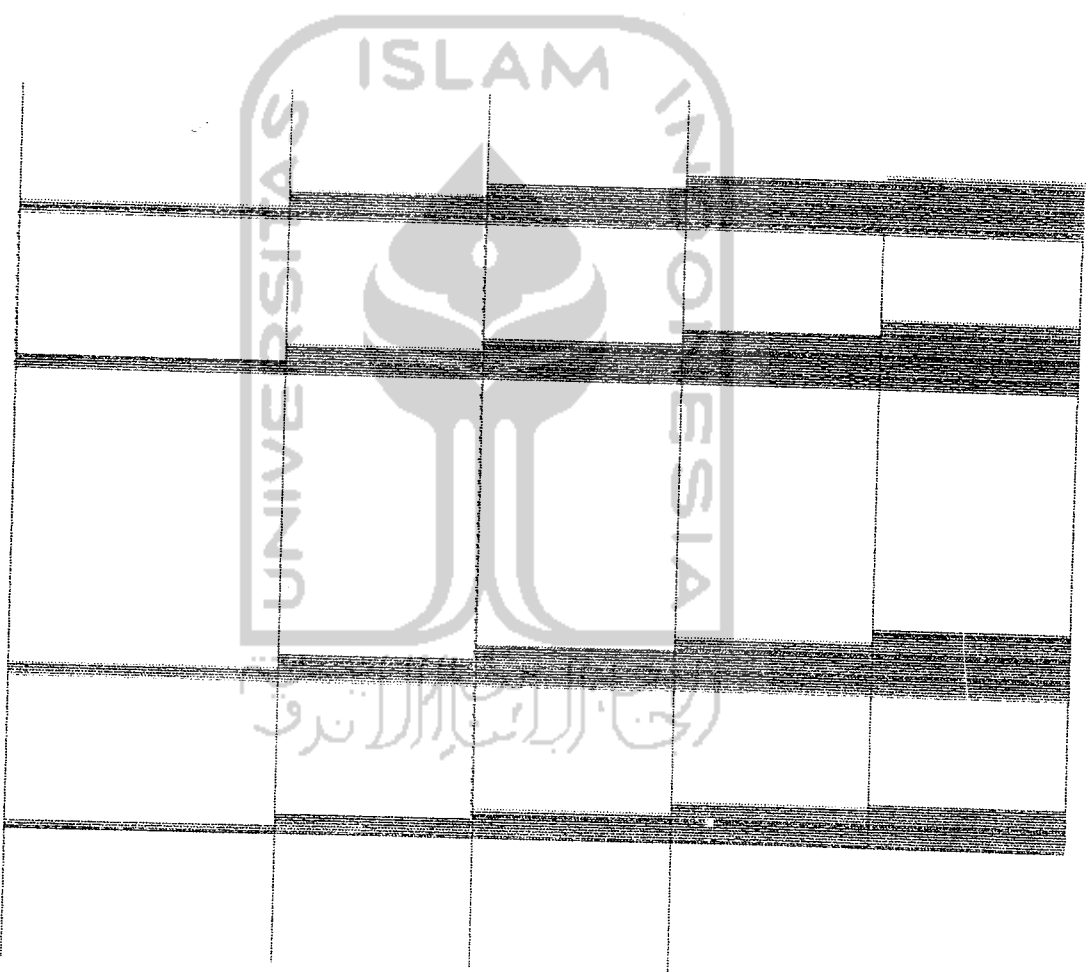


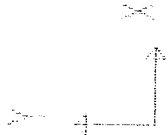
J12-11
FRAME
OUTPUT P
LOAD I

ENVELOPES

MIN < 3>
- .2382E+03
AT .00
MAX < 38>
.2879E+01
AT .00

SAP90





312-11

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 34>

- .3427E+02

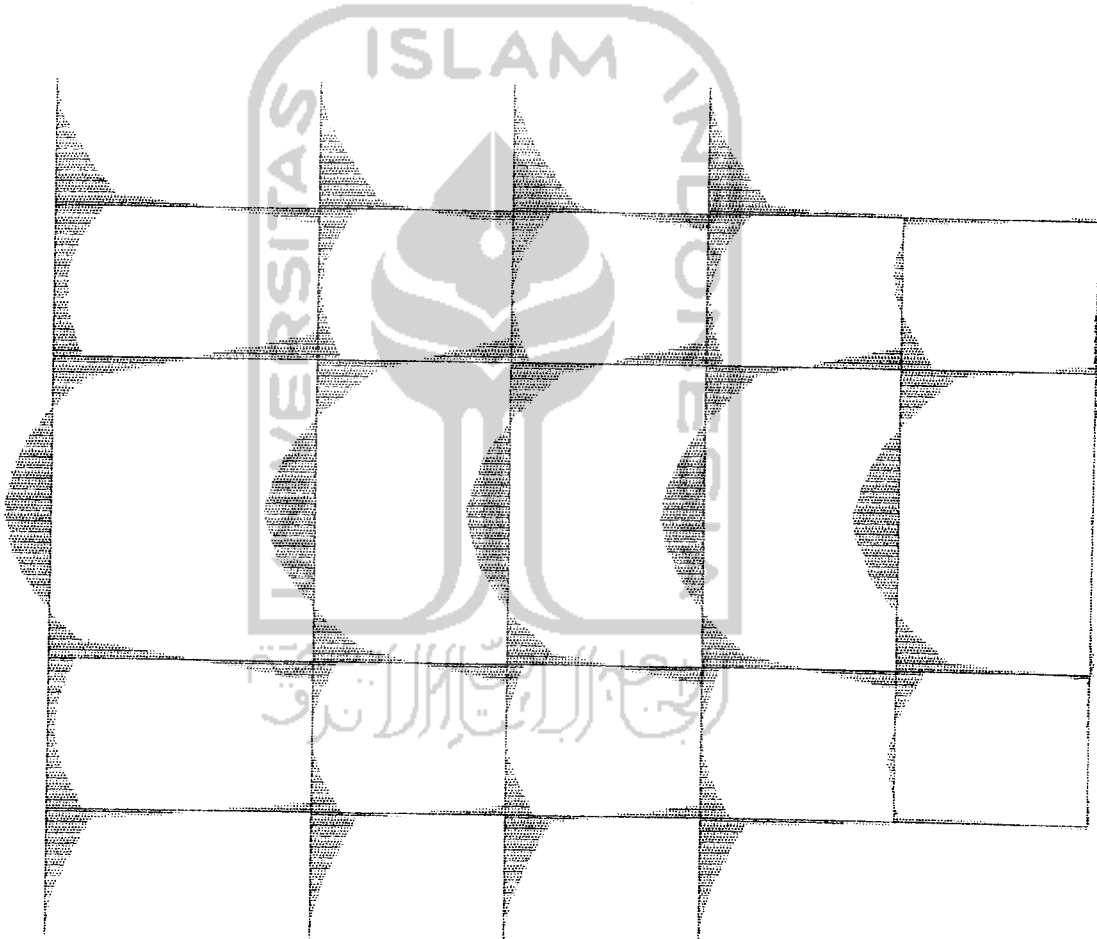
AT 6.00

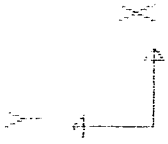
MAX < 34>

.2303E+02

AT 2.90

SAP90





312-11

FRAME

LOADS

LOAD 1

MINIMA

W - .1131E+01

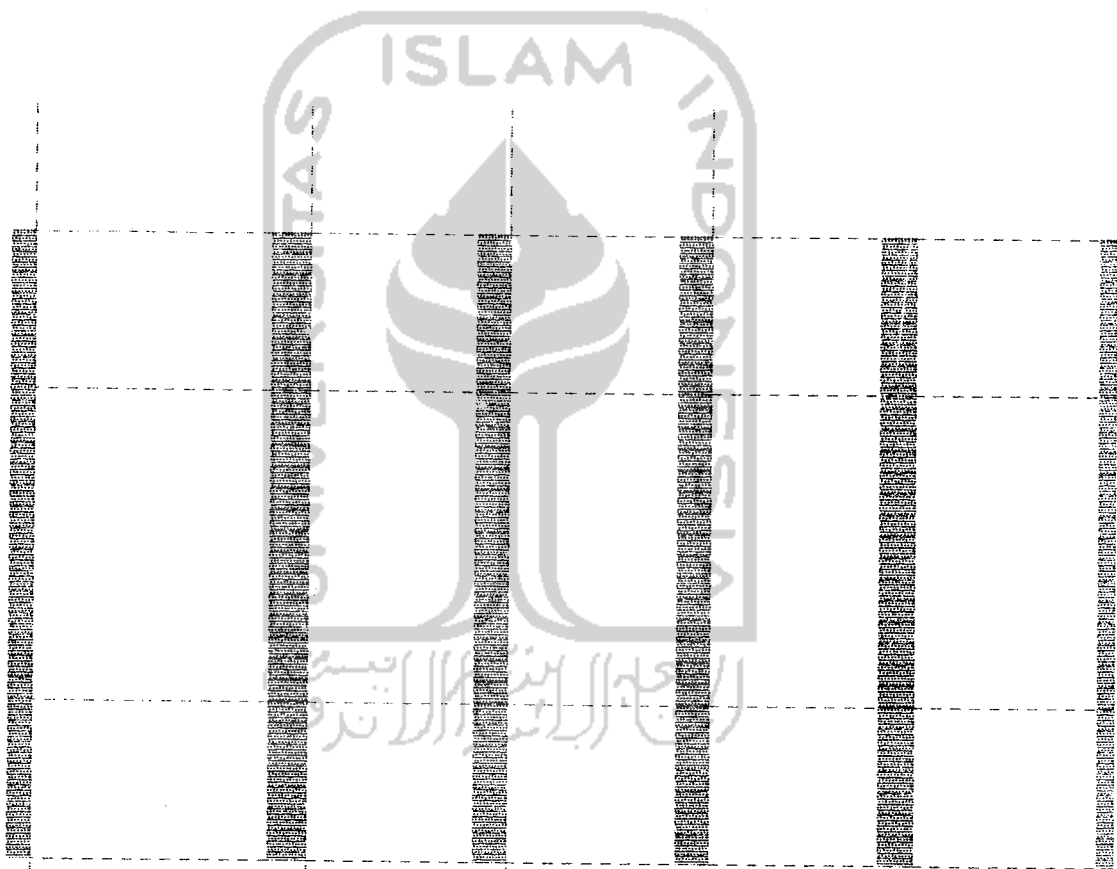
P .0000E+00

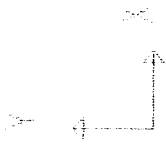
MAXIMA

W - .4812E+00

P .0000E+00

SAP90





312-11

FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA

W - .1459E+02

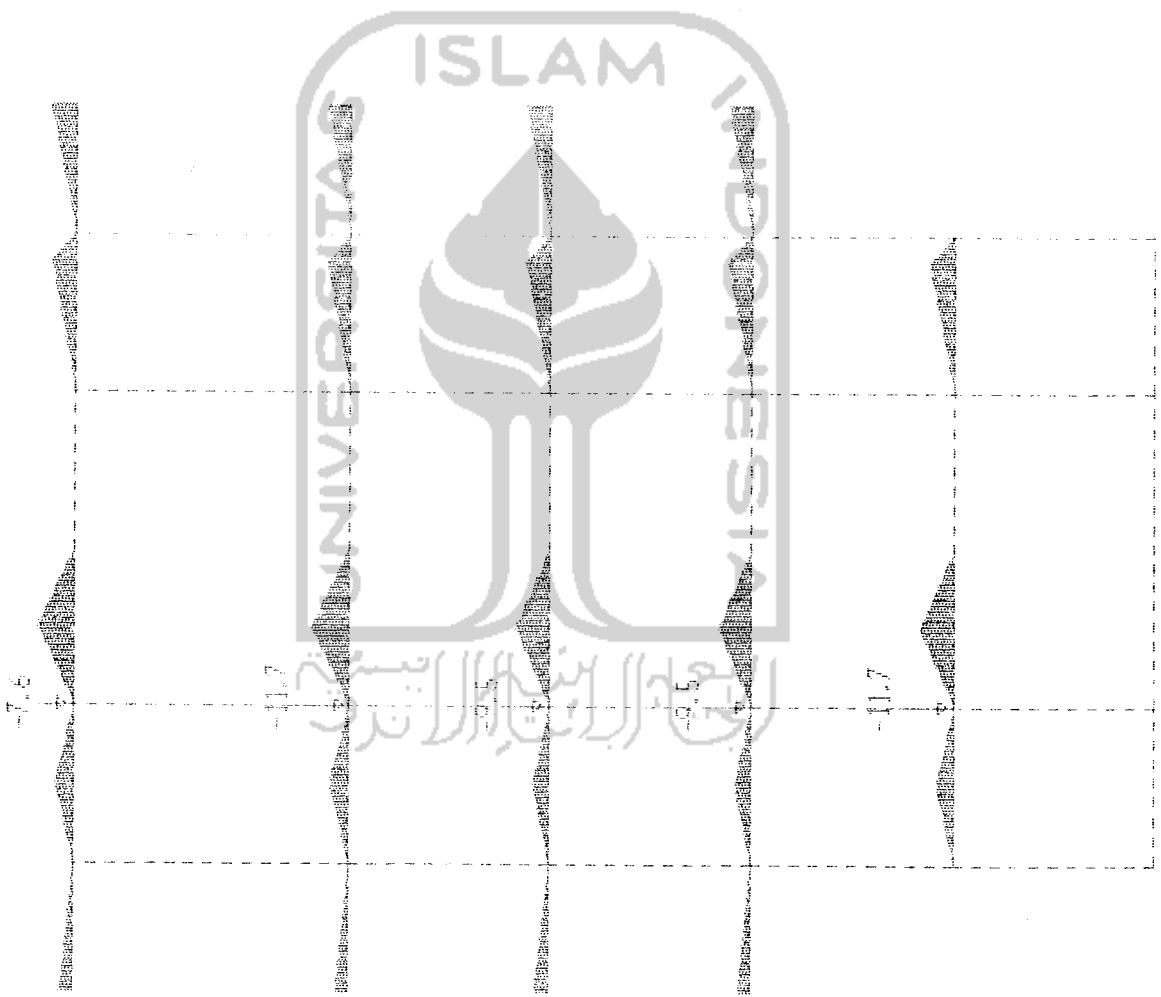
P - .1166E+02

MAXIMA

W - .5129E+01

P - .7593E+01

SAP90





J12-11

FRAME

LOADS

LOAD 3

MINIMA

$W = -1.459E+02$

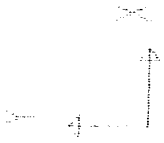
$P = -1.189E+02$

MAXIMA

$W = -5.129E+01$

$P = -7.596E+01$

SAP90



312-11

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X .0000E+00

Y -.8507E-02

Z .0000E+00

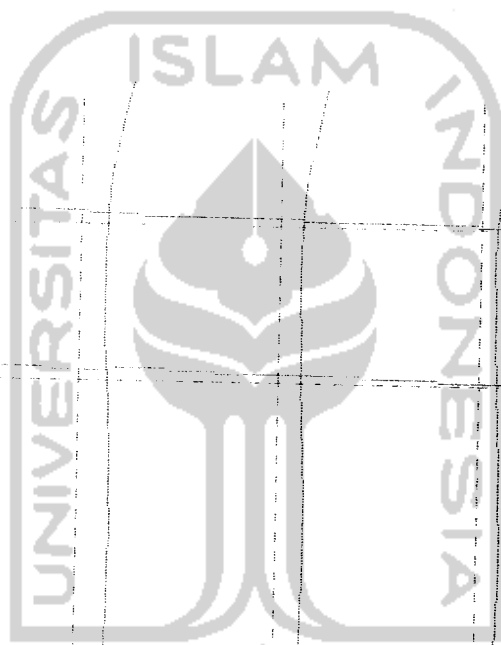
MAXIMA

X .2549E-02

Y .0000E+00

Z .0000E+00

SAP90



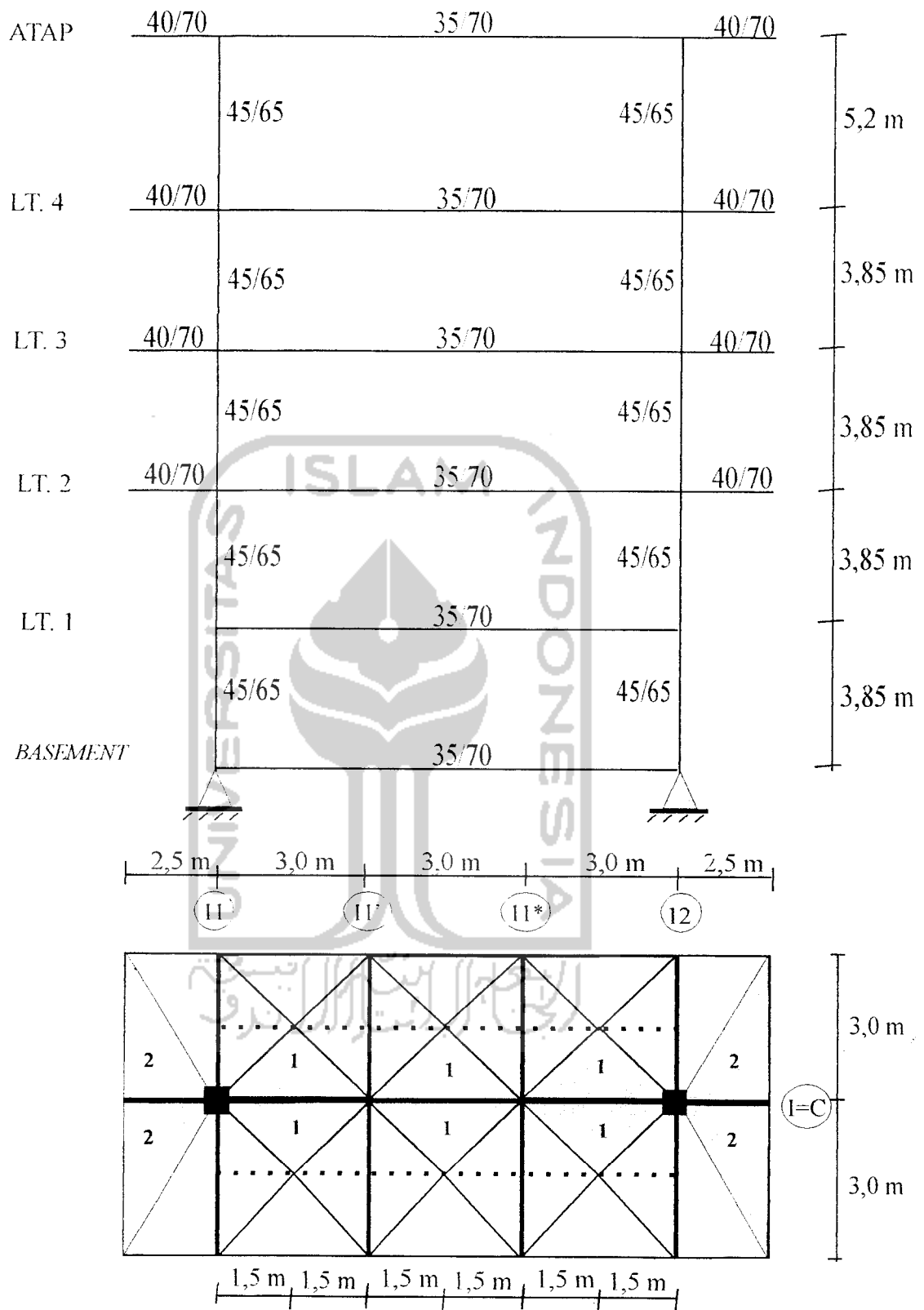
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

ISLAM

ANALISA

SAP 90

Portal As 1 (12-11)



Portal As I (12-11)

Portal As I (12-11) = Portal As C (12-11)

Tabel beban merata portal As I (12-11)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1650,6	6773,76
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1125	6217,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5499	3000	11398,8
Lantai 4	5499	3000	11398,8
Lantai 3	5499	3000	11398,8
Lantai 2	5499	3000	11398,8
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5499	3000	11398,8
Lantai 4	5499	3000	11398,8
Lantai 3	5499	3000	11398,8
Lantai 2	5499	3000	11398,8
Lantai 1	0	0	0

جامعة الزيتونة
الزيتونة

Tabel beban titik portal as I (12 - 11) = C (12 - 11)

Tabel Beban titik di as A 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6724,5	3135	13085,4
Lantai 4	8662,5	5700	19515
Lantai 3	8662,5	3562,5	16095
Lantai 2	8662,5	3562,5	16095
Lantai 1	5467,5	2700	10881

Tabel Beban titik di as A 11' = A 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5355	2970	11178
Lantai 4	7191	5400	17269,2
Lantai 3	7191	3375	14029,2
Lantai 2	7191	3375	14029,2
Lantai 1	7191	5400	17269,2

Tabel Beban titik di as A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6148,5	3135	12394,2
Lantai 4	8086,5	5700	18823,8
Lantai 3	8086,5	3562,5	15403,8
Lantai 2	8086,5	3562,5	15403,8
Lantai 1	4891,5	2700	10189,8

الجامعة الإسلامية
الربيعية
الابتدائية

PONTAL As 1(12-11) Satuan (T;M) OLEH IMAN & TIWI
SYSTEM

L=3

JOINT

1 X=0 Y=0
2 X=9 Y=6
3 X=0 Y=15.4 G=1,3,2
10 X=9 Y=15.4 G=2,10,2
11 X=0 Y=20.6
12 X=9 Y=20.6
13 X=-2.5 Y=7.7
15 X=-2.5 Y=15.4 G=13,15,1
16 X=-2.5 Y=20.6
17 X=11.5 Y=7.7
18 X=11.5 Y=15.4 G=17,19,1
20 X=11.5 Y=20.6

RESTRAINT

1 2 1 R=1,1,1,1,1,0
3 20 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

MM=3 NL=14

1 SH=R T=-.65,.45 E=2.102E6

2 SH=R T=-.70,.35

3 SH=R T=-.70,.40

C BEBAN SEGITIGA 1

C BEBAN ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77376*2,0,3,0,0 PLD=0,-13.0854,0

2 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77376*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.178,0

3 TRAP=6,0,0,7.5,-6.77376*2,0,9,0,0 PLD=6,-11.178,0,9,-12.3942,0

C BEBAN LANTAI 4

4 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-19.515,0

5 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-17.2692,0

6 TRAP=6,0,0,7.5,-7.2972*2,0,9,0,0 PLD=6,-17.2692,0,9,-18.8238,0

C BEBAN LANTAI 5

7 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-16.095,0

8 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-14.0292,0

9 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 PLD=6,-14.0292,0,9,-15.4038,0

C BEBAN LANTAI 6

10 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-10.881,0

11 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-17.2692,0

12 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 PLD=6,-17.2692,0,9,-19.1898,0

C BEBAN SEGITIGA 2

13 TRAP=0,0,11.398,0,2.5,0,0

14 TRAP=0,0,0,2.5,-11.398,0

C BALOK

1 1 3 M=1 G=9,1,1,1

C BALOK

11 1 2 M=2

12 3 4 M=2 NSL=10,11,12

13 5 6 M=2 NSL=7,8,9 G=1,1,2,2

15 9 10 NSL=4,5,6

16 11 12 NSL=1,2,3

17 13 5 M=3 NSL=13,13 G=3,1,1,2

21 6 17 NSL=14,14 G=3,1,2,1

COMBO

1 C=1,1,1

PROGRAM:SAP90/FILE:I12-11.F3F

POR TAL As I(12-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

FR A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
1	-410.68	.0	-9.07	3.31			
		3.9	-9.07	-71.59			
2	-407.22	.0	9.07	-3.29			
		3.9	9.07	31.61			
3	-354.55	.0	-14.42	17.63			
		3.9	-14.42	-17.89			
4	-351.79	.0	14.42	-17.61			
		3.9	14.42	17.91			
5	-267.95	.0	-3.69	5.55			
		3.9	-3.69	-8.67			
6	-265.88	.0	3.69	-5.53			
		3.9	3.69	8.69			
7	-181.56	.0	-8.01	13.46			
		3.9	-8.01	17.39			
8	-179.98	.0	8.01	-13.45			
		3.9	8.01	17.41			
9	-83.24	.0	-6.76	17.07			
		5.2	-6.76	-18.08			
10	-82.55	.0	6.76	-17.06			
		5.2	6.76	18.08			
11	.00	.0	.00	-3.31			
		9.0	.00	-3.29			
12	5.35	.0	45.25	-69.22			
		1.5	35.92	-6.01			
		3.0	9.33	38.55			

PROGRAM:SAP90/FILE:I12-11.SOL

PORTRAL As T(I12-11) Satuan (T:M) OLEH IMAN & TIMI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "T"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	.7076E-03
2	.0000E+00	.0000E+00	-.7062E-03
3	-.000053	-.002572	-.001807
4	.000041	-.002550	.001812
5	-.000075	-.004792	-.000052
6	-.000112	-.004753	.000060
7	-.000075	-.006470	-.000329
8	.000000	-.006418	.000341
9	-.000050	-.007605	-.000680
10	-.000072	-.007545	.000693
11	-.000037	-.008309	-.000801
12	-.000155	-.008243	.000815
13	.000075	-.008311	.001801
14	-.000075	-.009294	.001523
15	-.000050	-.009554	.001173
16	-.000037	-.009955	.001051
17	.000112	-.008251	-.001792
18	.000000	-.009214	-.001517
19	-.000072	-.009461	-.001160
20	-.000155	-.009653	-.001037



PROGRAM: SAP90/FILE: I12-11.SOL

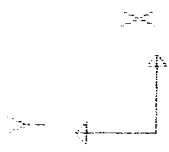
POR TAL As I(12-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMI

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	9.0655	410.6777	.0000
2	-9.0655	407.2217	.0000
3	.0000	.0000	.0000
4	.0000	.0000	.0000
5	.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000





I 12-11

UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS

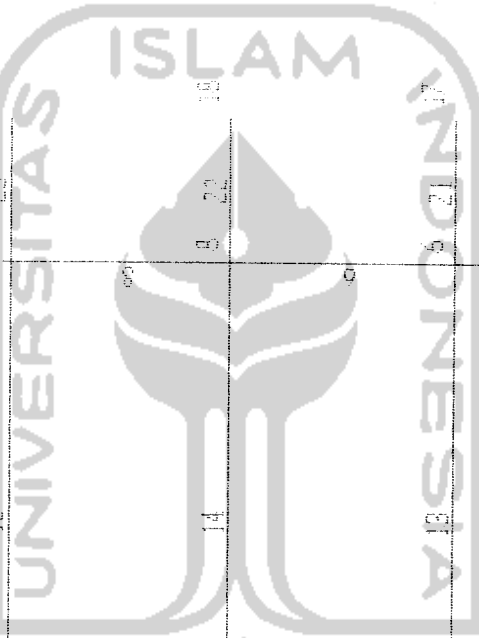
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90

12 20 11 16 12 24 08

9 6

15 19 9 10 23 19



14 18 7 14 18 6

13 17 5 12 17 4

8

3

12

1

4

11

2

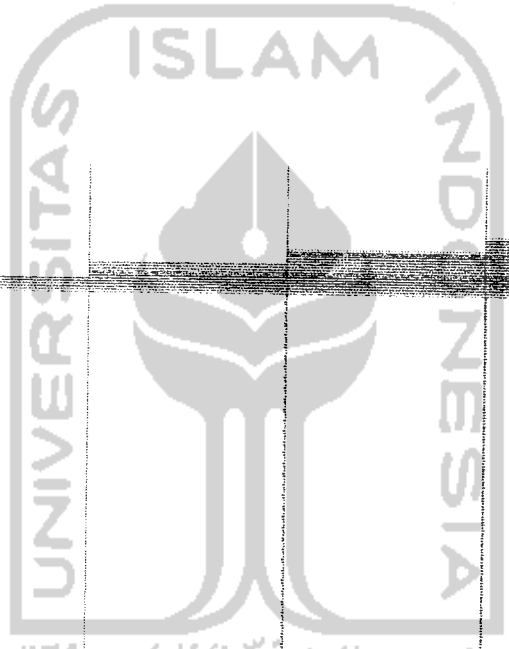


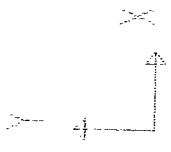
I12-11
 FRAME
 OUTPUT P
 LOAD I

ENVELOPES

MIN < 1 >
 -4.107E+03
 AT .30
 MAX < 12 >
 .5354E+01
 AT .00

SAP90



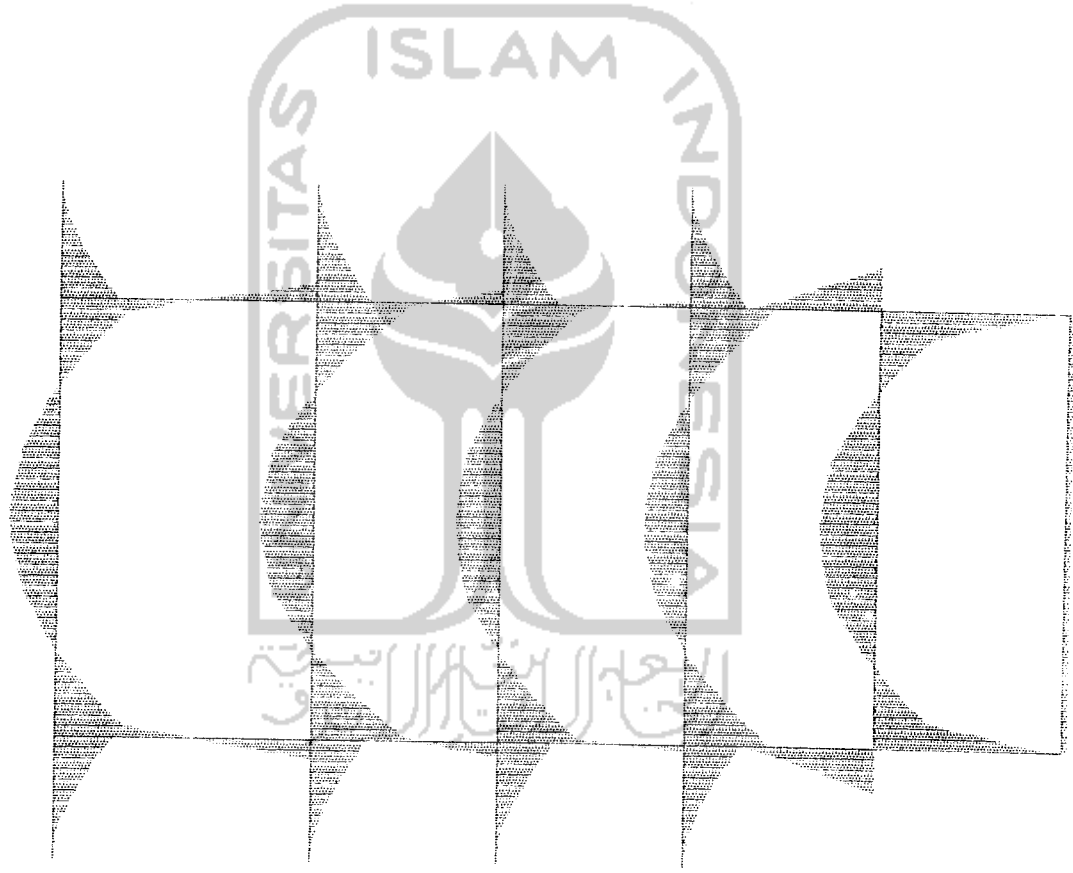


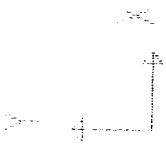
I12-11
FRAME
OUTPUT M33
LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 15>
-8196E+02
AT 9.00
MAX < 12>
.4773E+02
AT 4.66

SAP90





112-11

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA

W = .1459E+02

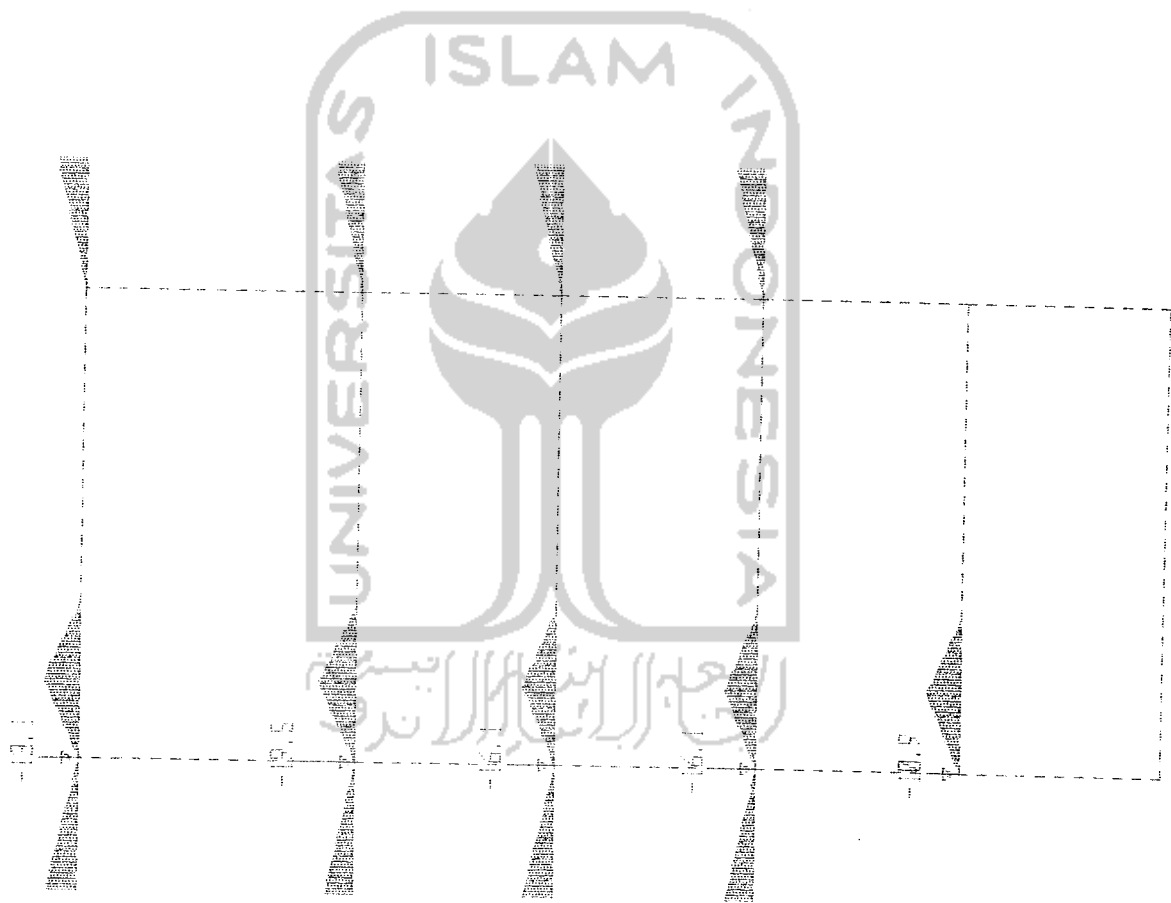
P = .1951E+02

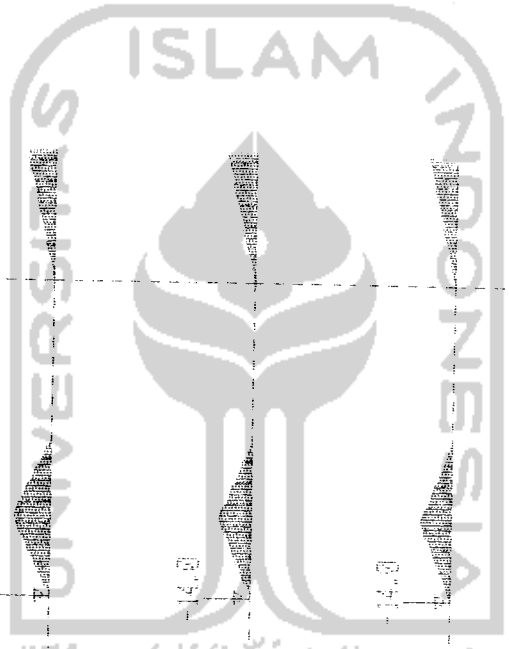
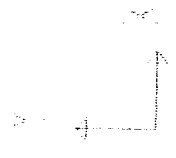
MAXIMA

W = .1140E+02

P = .1088E+02

SAP90





-11.2

-17.8

-14.9

-14.0

-17.3

الجامعة الإسلامية الإندونيسية

112-11

FRAME

LOADS

LOAD 2

MINIMA

M - 1.1459E+02

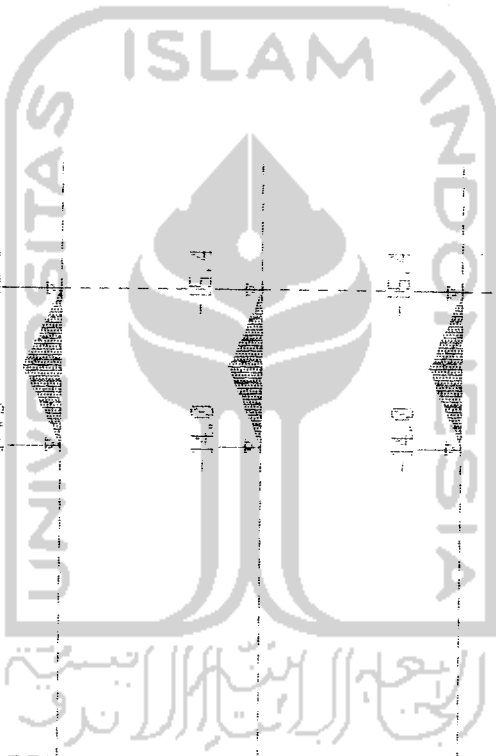
F - 1.1720E+02

MAXIMA

M - 1.1490E+02

P - 1.1181E+02

SAP90



112-11

FRAME

LOADS

LOAD 3

MINIMA

W - .1459E+02

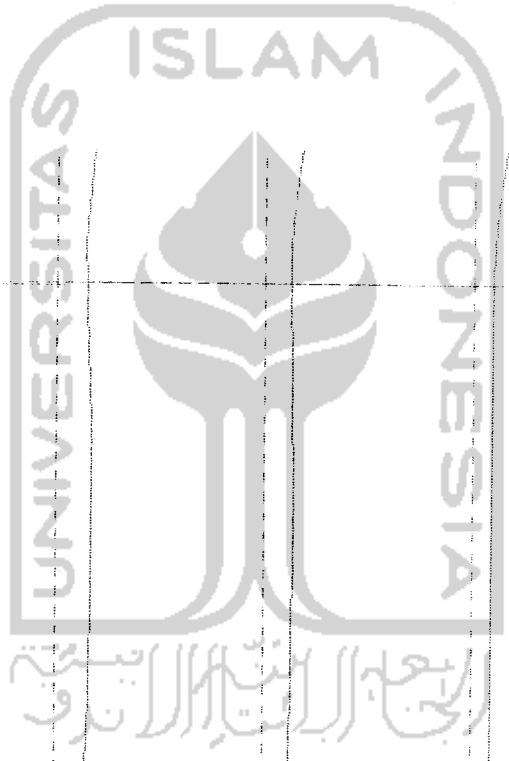
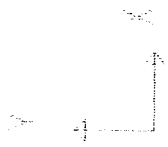
P - .1882E+02

MAXIMA

W - .1243E+02

P - .1019E+02

SAP90



I12-11
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

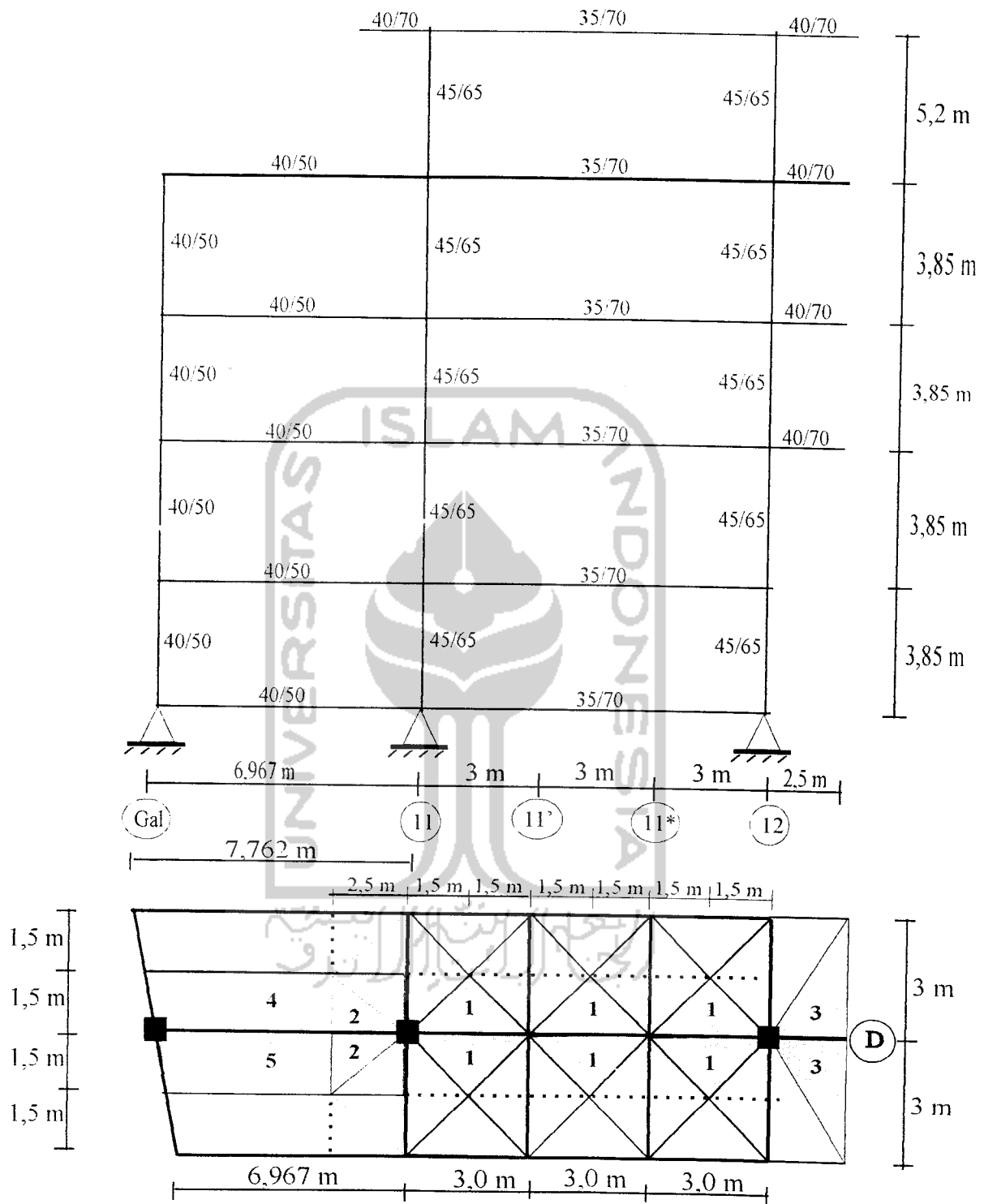
MINIINA
X -,1555E-03
Y -,9955E-02
Z ,0000E+00
MAXINA
X ,7502E-04
Y ,0000E+00
Z ,0000E+00

SAP90

ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As D (12-GAL)



Portal As D (12 - Gal)

Portal As D (12-Galeri) = As E = As F = As G = As H

Tabel beban merata portal As D (12 - Gal) = as E = as F =
as G = as H

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1651,2	6774,72
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1800	7297,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1957,5	1500	4749
Lantai 4	1957,5	1500	4749
Lantai 3	1957,5	1500	4749
Lantai 2	1957,5	1500	4749
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3375	3000	8850
Lantai 4	3375	3000	8850
Lantai 3	3375	3000	8850
Lantai 2	3375	3000	8850
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6077,646	4657,2	14744,6952
Lantai 4	6077,646	4657,2	14744,6952
Lantai 3	6077,646	4657,2	14744,6952
Lantai 2	6077,646	4657,2	14744,6952
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 5

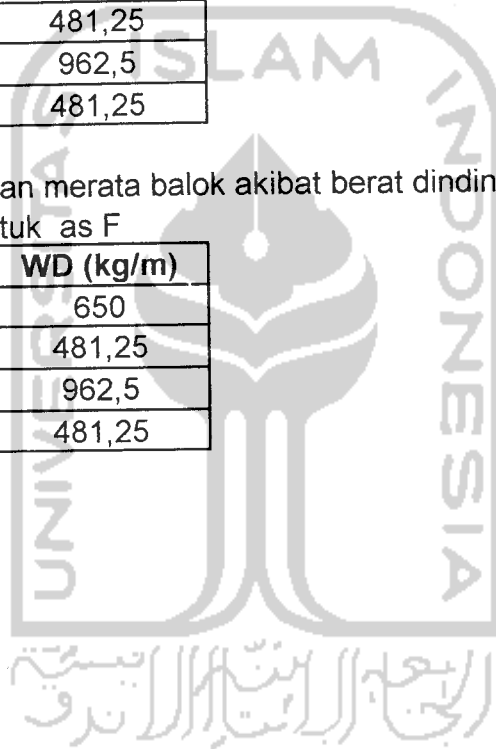
BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5455,161	4657,2	13997,7132
Lantai 4	5455,161	4657,2	13997,7132
Lantai 3	5455,161	4657,2	13997,7132
Lantai 2	5455,161	4657,2	13997,7132
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu untuk as D dan as H

BALOK	WD (kg/m)
Lantai 4	481,25
Lantai 3	962,5
Lantai 2	481,25

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu untuk as F

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	481,25
Lantai 3	962,5
Lantai 2	481,25



Tabel beban titik portal as D (12 - Gal) = E (12 - Gal) =
 F (12 - Gal) = G (12 - Gal) = H (12 - Gal)

Tabel Beban titik di as A 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6072	2640	11510,4
Lantai 4	7704	4800	16924,8
Lantai 3	7704	3000	14044,8
Lantai 2	7704	3000	14044,8
Lantai 1	4509	1800	8290,8
Basement	2592	400	3750,4

Tabel Beban titik di as A 11' = A 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5355	2970	11178
Lantai 4	7191	5400	17269,2
Lantai 3	7191	3375	14029,2
Lantai 2	7191	3375	14029,2
Lantai 1	7191	5400	17269,2

Tabel Beban titik di as A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6148,5	3135	12394,2
Lantai 4	8086,5	5700	18823,8
Lantai 3	8086,5	3562,5	15403,8
Lantai 2	8086,5	3562,5	15403,8
Lantai 1	4891,5	2700	10189,8

POR TAL As D(12-gal) Sg tusan (T/M) OLEH IMAN & TIMI

SYSTEM

L=3

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=6.967

3 X=15.967

13 X=0 Y=15.4 G=1,13,3

14 X=6.967 G=2,14,3

15 X=15.967 G=3,15,3

16 X=4.467 Y=20.6

17 X=6.967

18 X=15.967

19 X=18.467 Y=7.7

21 X=18.467 Y=15.4 G=19,21,1

27 X=18.467 Y=20.6

MEMBER

1 3 1 R=1,1,1,1,1,0

2 2 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

MM=5 NL=16

C KARAKTERISTIK ELEMEN

1 SH=R T=.50,.40 E=3.103E6

2 SH=R T=.65,.45

3 SH=R T=.50,.40

4 SH=R T=.70,.35

5 SH=R T=.70,.40

C BEBAN ELEMEN

C BEBAN SEGITIGA 1

C ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77472*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.5104,0

2 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77472*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.178,0,6,-11.178,0

3 TRAP=6,0,0,7.5,-6.77472*2,0,9,0,0 PLD=9,-12.3942,0

C LANTAI 4

4 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-16.9248,0

5 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-17.2692,0,6,-17.2692,0

6 TRAP=6,0,0,7.5,-7.2972*2,0,9,0,0 PLD=9,-18.8238,0

C LANTAI 3 s 2

7 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-14.0448,0

8 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-14.0292,0,6,-14.0292,0

9 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 PLD=9,-15.4038,0

C LANTAI 1

10 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-8.2908,0

11 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-17.2692,0,6,-17.2692,0

12 TRAP=6,0,0,7.5,-7.2972*2,0,9,0,0 PLD=9,-10.1898,0

C BEBAN SEGITIGA 2

13 TRAP=0,-4.749*2,0,2.5,0,0

C BEBAN SEGITIGA 3

14 TRAP=0,0,0,2.489,-8.35*2,0

C BEBAN 4

15 TRAP=0,-14.744695,0,4.967,-14.744695,0,6.967,0,0

C BEBAN 5

16 TRAP=0,-13.997713,0,4.967,-13.997713,0,6.967,0,0

C ELEMEN BATANG

C KULOM

1 1 4 M=1

2 2 5 M=2 G=1,1,1,1

4 4 7 M=1 G=2,3,3,3

5 5 8 M=2 G=2,3,3,3

13 14 17

6 6 9 G=1,3,3,3

14 15 18

C BALOK

15 1 2 M=3

16 2 3 M=4

17 4 5 M=1 G=1,2,3,3 NSL=15,16

18 5 6 M=1 NSL=10,11,12

20 8 9 M=4 NSL=1,8,9

21 10 11 NSL=13,15

22 11 12 NSL=7,8,9

23 13 14 NSL=15,16

24 14 15 M=4 NSL=4,5,6

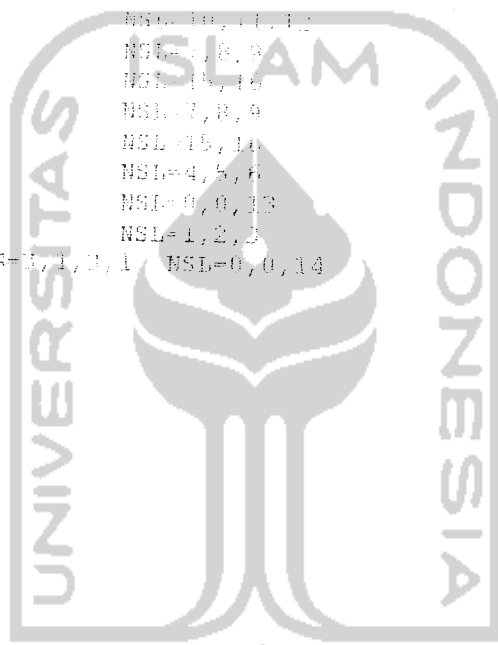
25 16 17 M=4 NSL=0,0,13

26 17 18 M=4 NSL=1,2,3

27 9 19 M=5 G=1,1,2,1 NSL=0,0,14

COMBO

1 C=1,1,1



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية

PORTAL As D(12-gal) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMI

FRAME		ELEMENT		FORCES		1-3 PLANE	
ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		SHEAR	MOMENT
ID	COMB	FORCE	ENDDI	SHEAR		MOMENT	TORQ
1							
1		-370.40					
			.0	-11.22		6.96	
			3.9	-11.22		-36.23	
2							
1		-618.95					
			.0	1.54		-1.60	
			3.9	1.54		4.33	
3							
1		-385.82					
			.0	9.68		-6.63	
			3.9	9.68		30.62	
4							
1		-276.40					
			.0	-27.14		53.75	
			3.9	-27.14		-50.73	
7							
1		-101.44					
			.0	-21.01		43.29	
			3.9	-21.01		-37.60	
10							
1		-98.67					
			.0	-26.51		44.88	
			3.9	-26.51		-57.20	
5							
1		-481.14					
			.0	9.99		-18.71	
			3.9	9.99		19.73	
8							
1		-349.44					
			.0	11.89		-23.10	
			3.9	11.89		22.68	
11							
1		-215.38					
			.0	15.05		-23.78	
			3.9	15.05		34.17	
13							
1		-63.96					
			.0	-8.53		9.26	
			5.2	-8.53		-35.08	
6							
1		-327.43					
			.0	17.15		-42.64	
			3.9	17.15		23.39	
9							
1		-247.01					
			.0	9.12		-15.90	
			3.9	9.12		19.21	

PROGRAM:SAP90/FILE:D12-GAL.SOL

POR TAL As D(12-gal) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.000000	.000000	.001481
2	.00000E+00	.00000E+00	.1648E-03
3	.00000E+00	.00000E+00	-.5386E-03
4	.000273	-.003392	-.004953
5	-.000536	-.003876	.000078
6	.000667	-.002416	.001485
7	.002954	-.005923	-.004258
8	.002452	-.006889	.000768
9	.002712	-.004466	-.000218
10	.004648	-.007589	-.003029
11	.004723	-.009077	.000130
12	.004764	-.006013	.000077
13	.006403	-.008397	-.005746
14	.006045	-.010425	.001054
15	.005993	-.007857	.000708
16	.003786	-.007368	-.001275
17	.003786	-.010966	-.002047
18	.003637	-.007711	.002060
19	.002312	-.007840	-.001654
20	.004764	-.008650	-.001360
21	.005993	-.009117	-.000729
22	.003637	-.005390	.000623

الجامعة الإسلامية
الابن تالاندرق

PROGRAM: SAPI90/FILE: D12-GAL.SOL

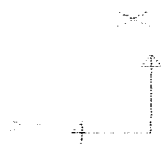
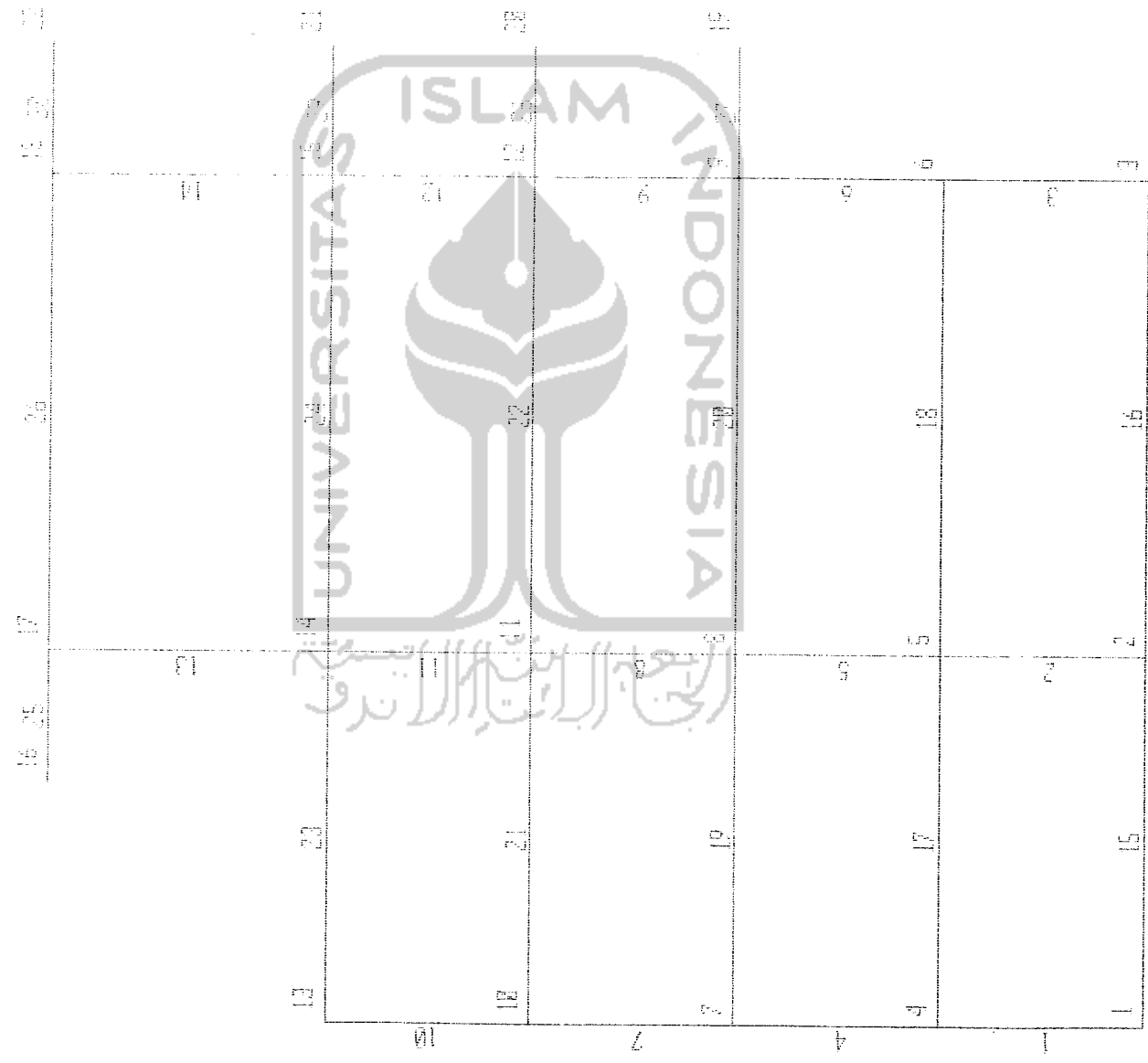
PORTAL As D(12-gal) Satuan (T/M) OLEH IMAN & TIMI

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 : FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	11.2175	371.8008	.0000
2	-1.5406	616.1221	.0000
3	9.6778	387.0500	.0000
4	.0000	.0000	.0000
5	-.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000
21	.0000	.0000	.0000
22	.0000	.0000	.0000

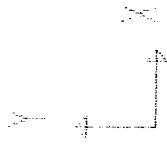




D12-6AL
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IDS
 ELEMENT IDS
 WIRE FRAME

SAP90



D12-BAL

FRAME

OUTPUT P

LOAD I

ENVELOPES

MIN < 2 >

- .5190E+03

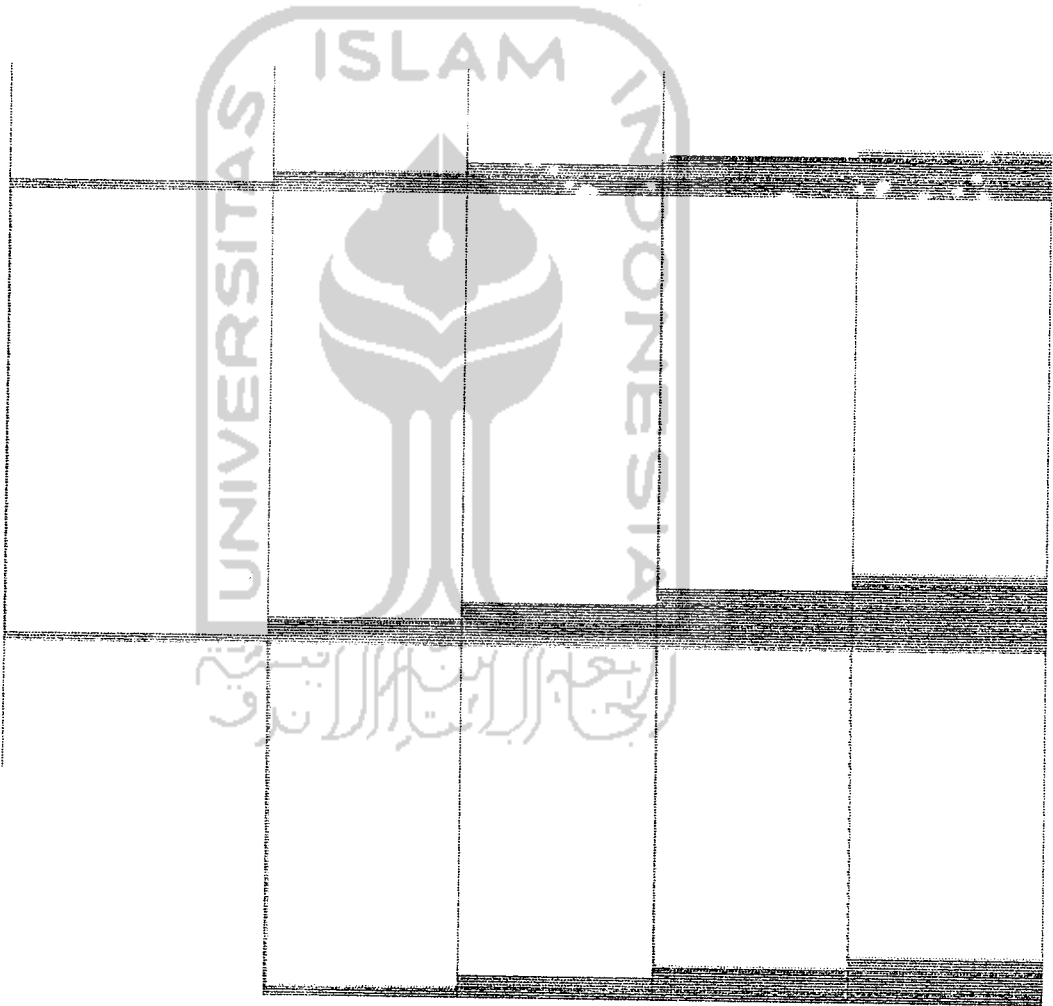
AT .00

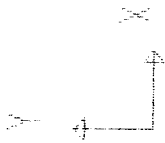
MAX < 17 >

.1592E+02

AT .00

SAP90





012-BAL

FRAME

OUTPUT M33

LOAD 1

ENVELOPES

MIN < 23 >

- .1179E+03

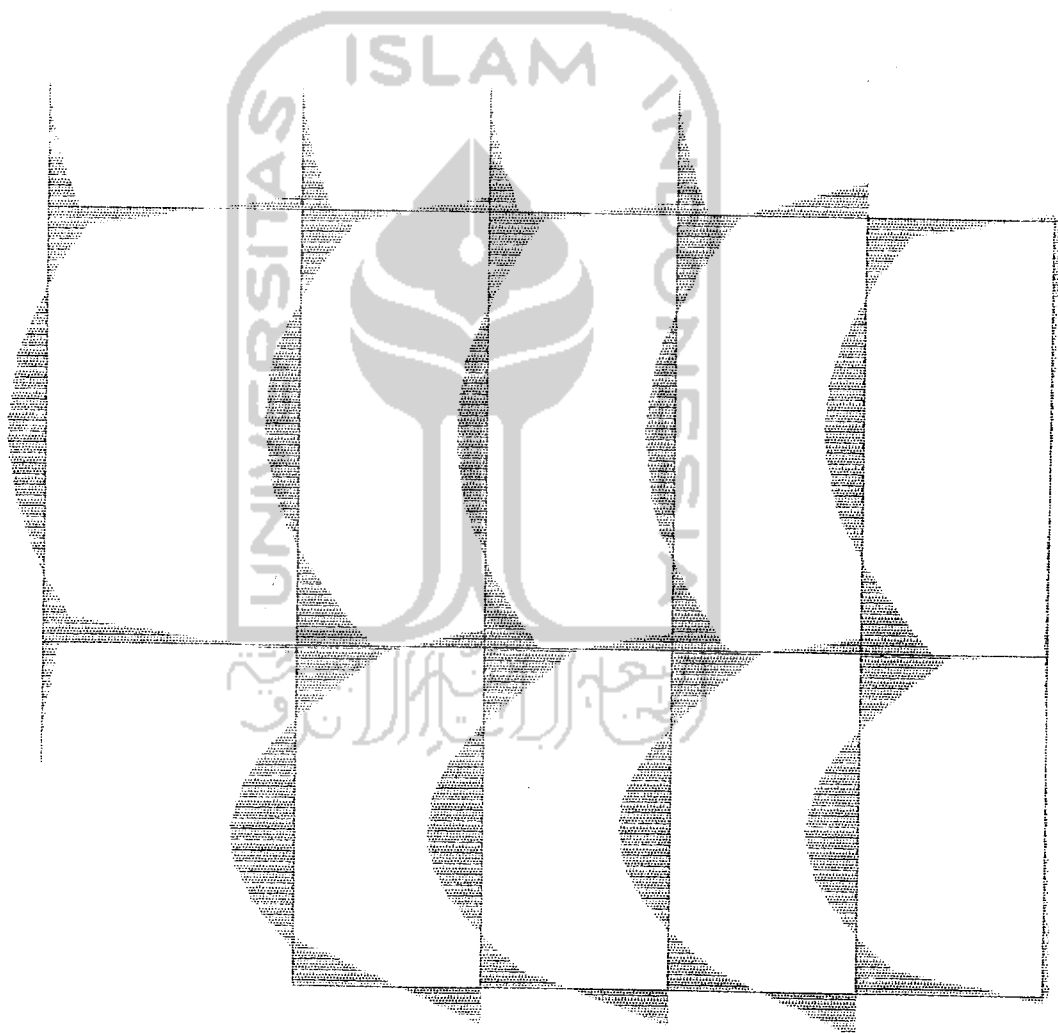
AT 6.97

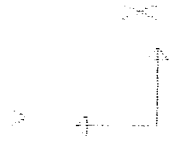
MAX < 23 >

.7954E+02

AT 3.12

SAP90





E12-BAL

FRAME
LOADS

LOAD 1

MINIMA

W = .1474E+02

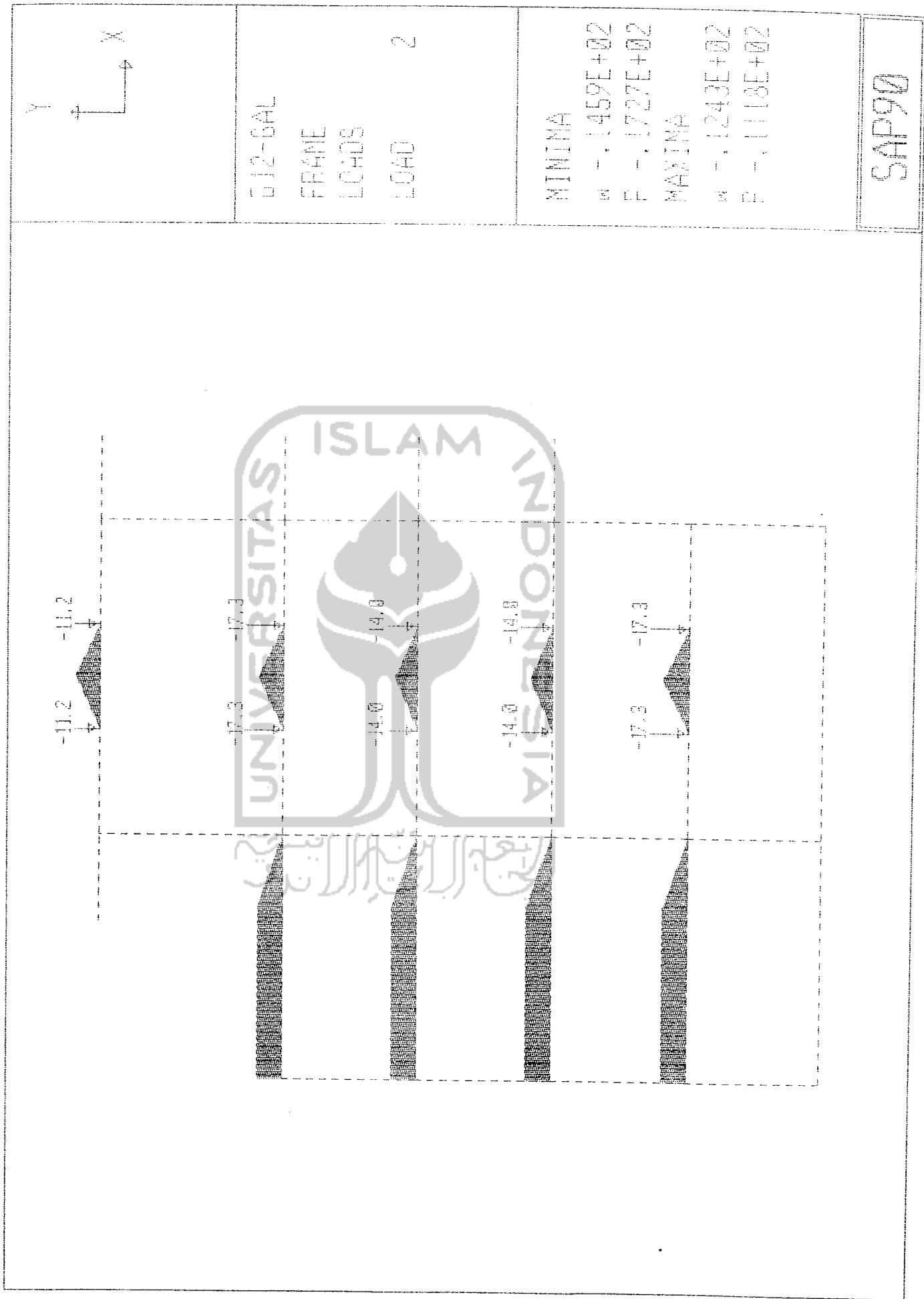
P = .1692E+02

MAXIMA

W = .1243E+02

P = .8291E+01

SAP90



612-BAL

FRAME

LOADS

LOAD

2

MINIMA

M - .1459E+02

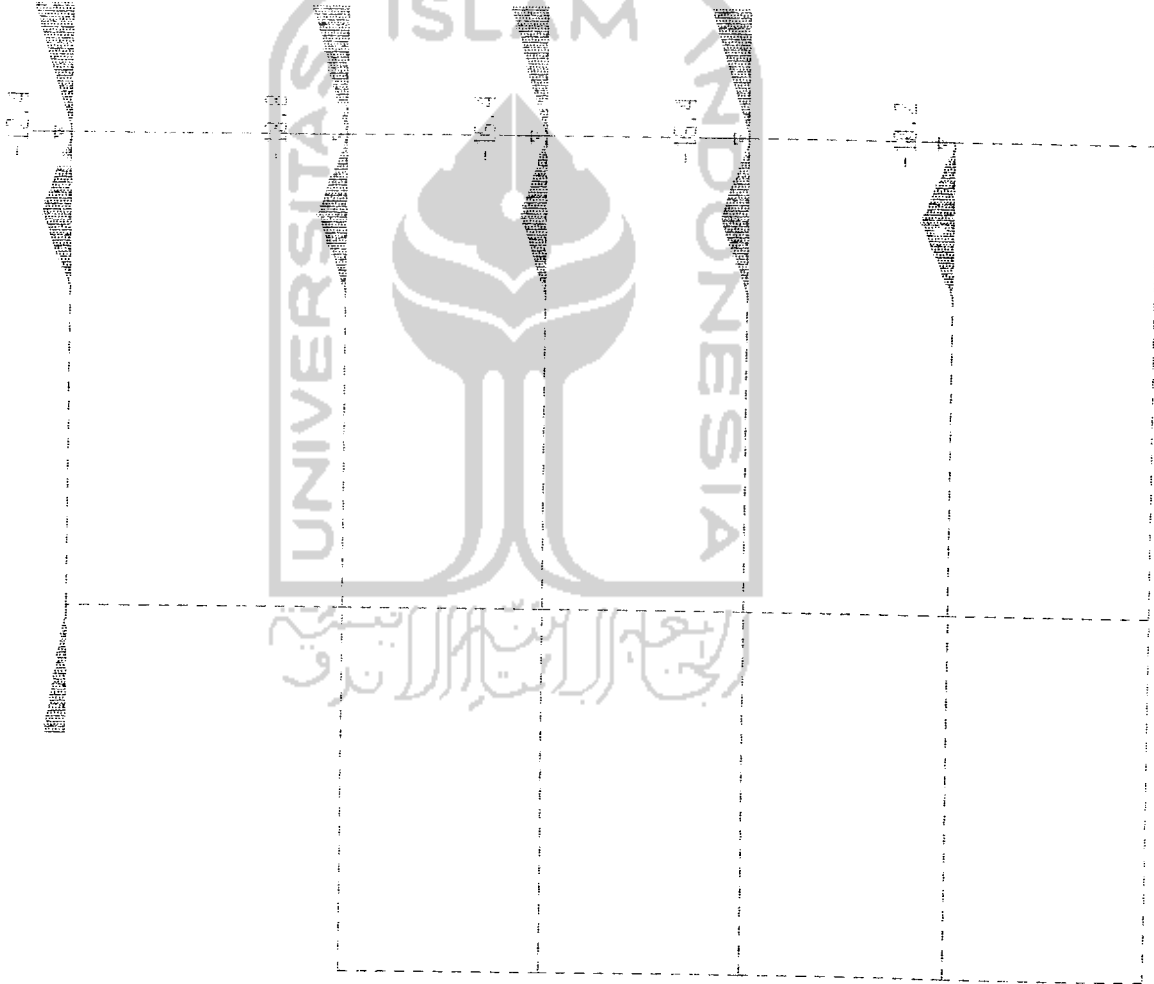
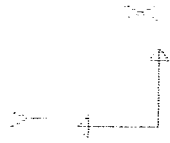
P - .1727E+02

MAXIMA

M - .1243E+02

P - .1118E+02

SAP90



012-GAL

FRAME

LOADS

LOAD

3

MINIMA

M - .1770E+02

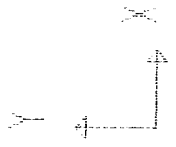
P - .1882E+02

MAXIMA

M - .9498E+01

P - .1019E+02

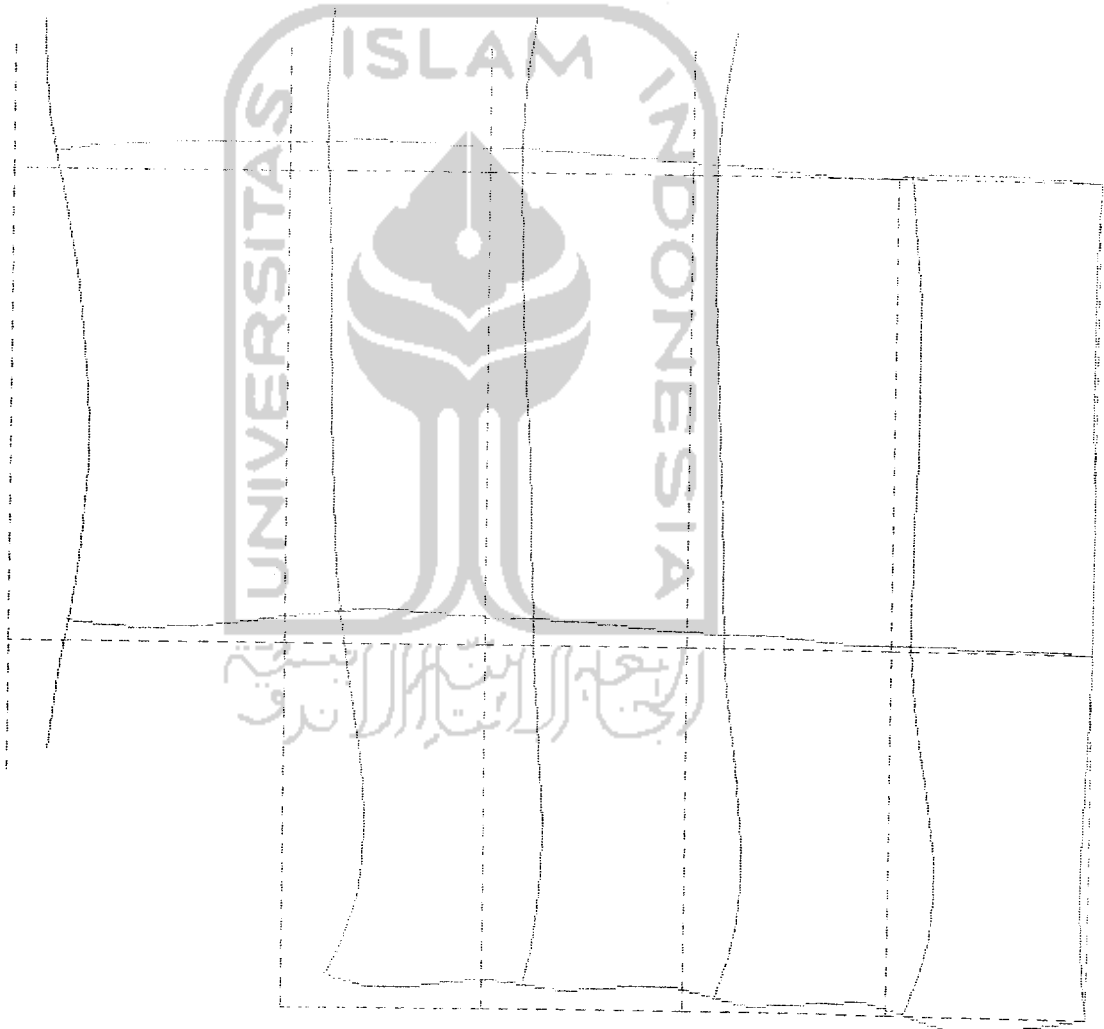
SAP90



D12-GAL
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

MINIMA
X .0000E+00
Y -.1097E-01
Z .0000E+00
MAXIMA
X .6403E-02
Y .0000E+00
Z .0000E+00

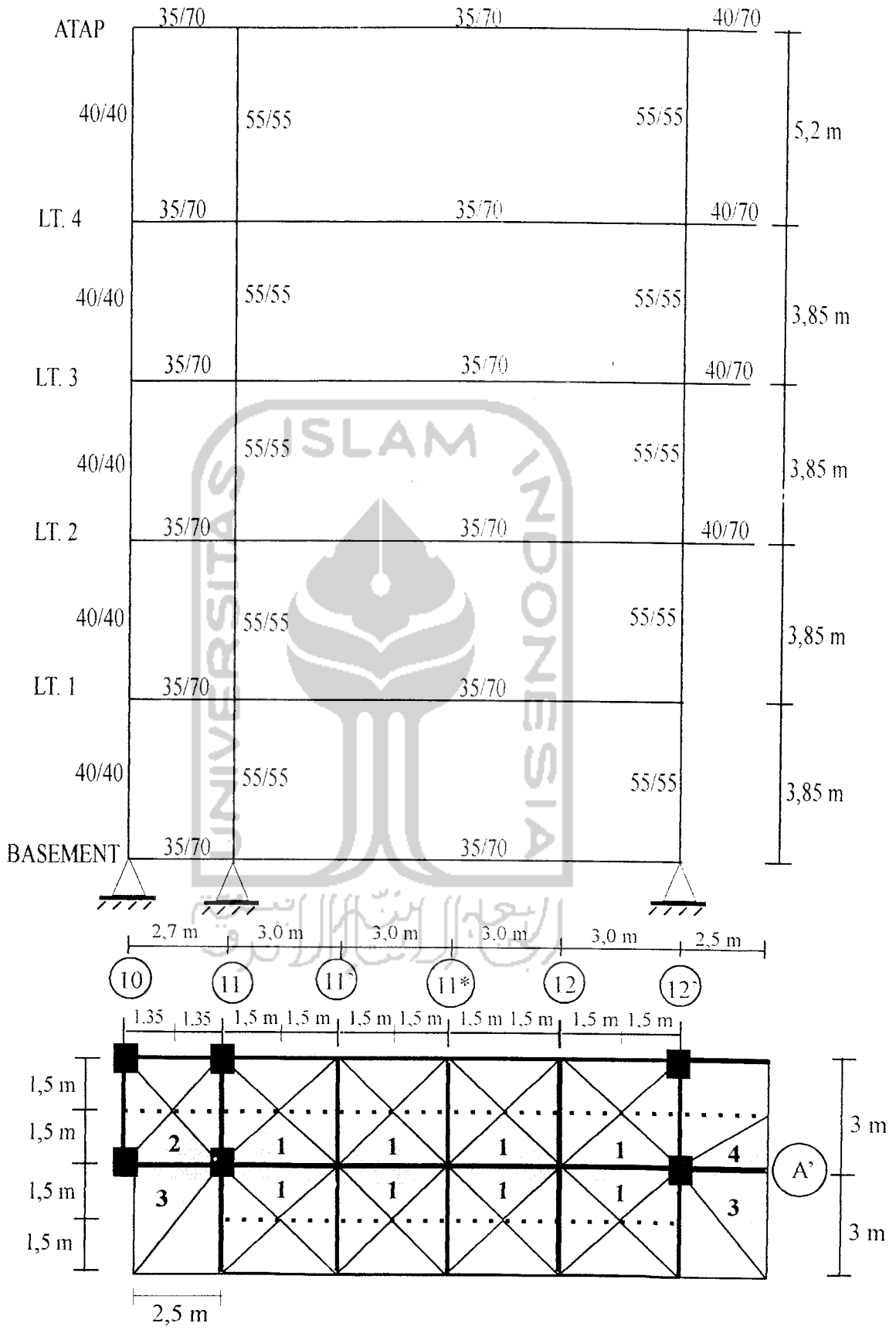
SAP90



ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As A' (12'-10)



Portal As A' (12' - 10)

Tabel beban merata portal As A' (12'-10)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3444	1651,2	6774,72
Lantai 4	3681	1800	7297,2
Lantai 3	3681	1125	6217,2
Lantai 2	3681	1125	6217,2
Lantai 1	3681	1125	6217,2

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3099,6	1468,08	6068,448
Lantai 4	3312,9	1620	6567,48
Lantai 3	3312,9	1012,5	5595,48
Lantai 2	3312,9	1012,5	5595,48
Lantai 1	3312,9	1012,5	5595,48

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3375	3000	8850
Lantai 4	3375	3000	8850
Lantai 3	3375	3000	8850
Lantai 2	3375	3000	8850
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1957,5	1500	4749
Lantai 4	1957,5	1500	4749
Lantai 3	1957,5	1500	4749
Lantai 2	1957,5	1500	4749
Lantai 1	0	0	0

Tabel beban titik portal as A' (12' - 10)

Tabel Beban titik di as A 10

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	941,625	222,75	1486,35
Lantai 4	1079,325	405	1943,19
Lantai 3	1079,325	253,125	1700,19
Lantai 2	1079,325	253,125	1700,19
Lantai 1	1079,325	405	1943,19

Tabel Beban titik di as A 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4303,875	1817,75	8073,05
Lantai 4	5463,825	3305	11844,59
Lantai 3	5463,825	2065,625	9361,59
Lantai 2	5463,825	2065,625	9861,59
Lantai 1	4292,325	1378,125	7355,79

Tabel Beban titik di as A 11' = A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	5256	1980	9475,2
Lantai 4	6480	3600	13536
Lantai 3	6480	2250	11376
Lantai 2	6480	2250	11376
Lantai 1	6480	2250	11376

Tabel Beban titik di as A 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3690	1980	7596
Lantai 4	4914	3600	11656,8
Lantai 3	4914	2250	9496,8
Lantai 2	4914	2250	9496,8
Lantai 1	4914	2250	9496,8

PORTAL A0 A1 (12)-10 Satuan (T;M) OLEH ILMAN & TIWI
SYSTEM

L=4

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=2.7

3 X=14.7

13 X=0 Y=15.4 G=1,13,3

14 X=2.7 G=2,14,3

15 X=14.7 G=3,15,3

16 X=0 Y=20.6

17 X=2.7

18 X=14.7

19 X=17.2 Y=7.7

21 X=17.2 Y=15.4 G=19,21,1

22 X=17.2 Y=20.6

RESTRAINT

1 3 1 R=1,1,1,1,1,0

4 22 1 R=0,0,1,1,1,0

FFAME

NM=4 NL=23

1 SH=R T=.40,.40 E=2.10256

2 SH=R T=.55,.55

3 SH=R T=.70,.35

4 SH=R T=.70,.40

C BEBAN SEGITIGA 1

C BEBAN ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.77472*2,0,3,0,0 PLD=0,-8.0730,0

2 TRAP=3,0,0,4.5,-6.77472*2,0,6,0,0 PLD=3,-9.4752,0

3 TRAP=6,0,0,7.5,-6.77472*2,0,9,0,0 PLD=6,-7.596,0

4 TRAP=9,0,0,10.5,-6.77472*2,0,12,0,0 PLD=9,-9.4752,0,12,-7.596,0

C BEBAN LANTAI 4

5 TRAP=0,0,0,1.5,-7.2972*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.8446,0

6 TRAP=3,0,0,4.5,-7.2972*2,0,6,0,0 PLD=3,-13.536,0

7 TRAP=6,0,0,7.5,-7.2972*2,0,9,0,0 PLD=6,-11.6568,0

8 TRAP=9,0,0,10.5,-7.2972*2,0,12,0,0 PLD=9,-13.536,0,12,-11.6568,0

C BEBAN LANTAI 3

9 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-9.86159,0

10 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.376,0

11 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 PLD=6,-9.4968,0

12 TRAP=9,0,0,10.5,-6.2172*2,0,12,0,0 PLD=9,-11.376,0,12,-9.4968,0

C BEBAN LANTAI 1

13 TRAP=0,0,0,1.5,-6.2172*2,0,3,0,0 PLD=0,-7.3558,0

14 TRAP=3,0,0,4.5,-6.2172*2,0,6,0,0 PLD=3,-11.376,0

15 TRAP=6,0,0,7.5,-6.2172*2,0,9,0,0 PLD=6,-9.4968,0

16 TRAP=9,0,0,10.5,-6.2172*2,0,12,0,0 PLD=9,-11.376,0,12,-9.4968,0

C BEBAN SEGITIGA 2

17 TRAP=0,0,0,1.35,-6.0685,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.48635,0 :ATAP

18 TRAP=0,0,0,1.35,-6.56748,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.94319,0 :LANTAI 4

19 TRAP=0,0,0,1.35,-5.59548,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.70019,0 :LANTAI 3-2

20 TRAP=0,0,0,1.35,-5.59548,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.94319,0 :LANTAI 1

C BEBAN SEGITIGA 3

21 TRAP=0,-8.85,0,2.5,0,0

22 TRAP=0,0,0,2.5,-8.85,0

C BEBAN SEGITIGA 4

23 TRAP=0,0,0,2.5,-4.749,0

C KOLAM

- 1 1 4 M=1
- 2 2 5 M=2 G=1,1,1,1
- 4 4 7 M=1 G=3,3,3,3
- 5 5 8 M=2 G=3,3,3,3
- 6 6 9 M=2 G=3,3,3,3

C BALOK

- 16 1 2 M=3 G=1,1,1,1
- 18 4 5 M=3 NSL=20,21
- 19 5 6 M=3 NSL=13,14,15,16
- 20 7 8 M=3 NSL=19,21 G=1,2,3,3
- 21 8 9 M=3 NSL=9,10,11,12 G=1,2,3,3
- 24 13 14 NSL=18,21
- 25 14 15 NSL=5,6,7,8
- 26 16 17 NSL=17,21
- 27 17 18 NSL=1,2,3,4
- 28 9 19 M=4 NSL=23,24 G=3,1,3,1

COMBO

- 1 C=1,1,1,1



PROGRAM: SAP90/FILE: A12-10.F0F
 PORTAL As A (12-11) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIWI

FRAME ELEMENT FORCES

ELT LOAD ID COMB	ANIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	ANIAL TORQ
1	-30.49	.0	-1.08	1.97
		3.9	1.08	-3.17
2				
1	305.81	.0	-11.22	11.06
		3.9	-11.22	-3.16
3				
1	-294.44	.0	12.30	-5.88
		3.9	12.30	41.48
4				
1	-27.59	.0	-1.79	2.60
		3.9	-1.79	-4.39
7				
1	-19.24	.0	-1.84	3.01
		3.9	-1.84	-4.07
10				
1	-9.59	.0	-2.39	4.37
		3.9	-2.39	-4.81
13				
1	1.35	.0	-2.26	5.83
		5.2	-2.26	-5.92
5				
1	-216.28	.0	-24.61	47.12
		3.9	-24.61	-47.63
6				
1	-241.90	.0	-20.23	37.37
		3.9	-20.23	-40.51
11				
1	-169.21	.0	-23.74	43.50
		3.9	-23.74	-47.91
14				
1	-83.38	.0	-21.50	52.43
		5.2	-21.50	-59.34
6				
1	-333.00	.0	26.40	-59.03
		3.9	26.40	42.62

PROGRAM: SAP90/FILE: A12-10.SOL

POR TAL As A (12-11) Satuan (T/M) OLEH IMAN & TIMI

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	R(Z)
1	.0000E+00	.0000E+00	-.1308E-03
2	.0000E+00	.0000E+00	.4786E-03
3	.000000	.000000	-.001053
4	-.5101E-03	-.3490E-03	-.2177E-03
5	-.000506	-.002307	-.002056
6	-.000178	-.002301	-.003192
7	-.2403E-03	-.6649E-03	-.3429E-03
8	-.000240	-.004312	-.002117
9	-.000341	-.004402	-.001271
10	.002250	.000285	.001338
11	.002254	-.005777	-.002494
12	.002347	-.005115	.001000
13	.005381	-.000995	-.001588
14	.005390	-.006801	-.003023
15	.005325	-.006971	.001737
16	.007763	-.000989	-.001641
17	.007751	-.007483	-.004143
18	.007197	-.007611	.004456
19	-.000341	-.003532	.000116
20	.002347	-.005611	-.000105
21	.005325	-.004806	.000031
22	.007197	.001351	.003350

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
الرَّحْمَةُ الرَّابَّةُ الرَّابَّةُ

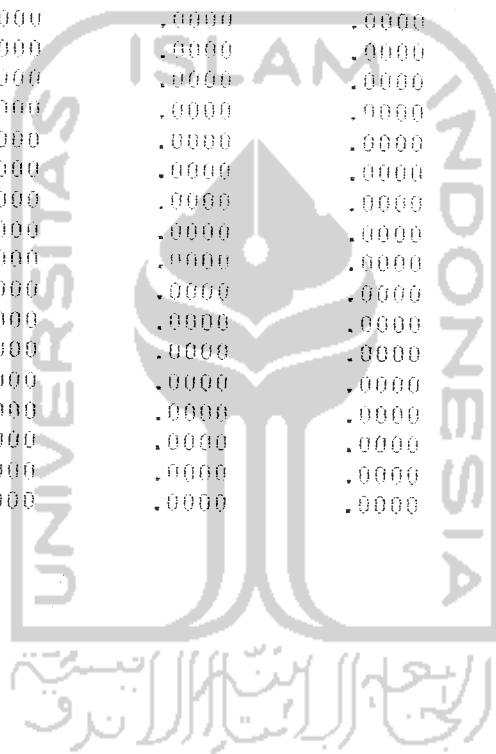
PROGRAM:SAP90/FILE:A\12-10.SOL

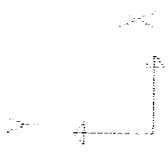
POR TAL As A (12'-11) Satuan (T:M) OLEH IWAN & TIMI

R E A C T I O N S A N D A P P L I E D F O R C E S

LOAD COMBINATION 1 - FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	1.0772	35.4647	.0000
2	11.2244	390.3131	.0000
3	-12.3016	395.4660	.0000
4	.0000	.0000	.0000
5	.0000	.0000	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000
21	.0000	.0000	.0000
22	.0000	.0000	.0000

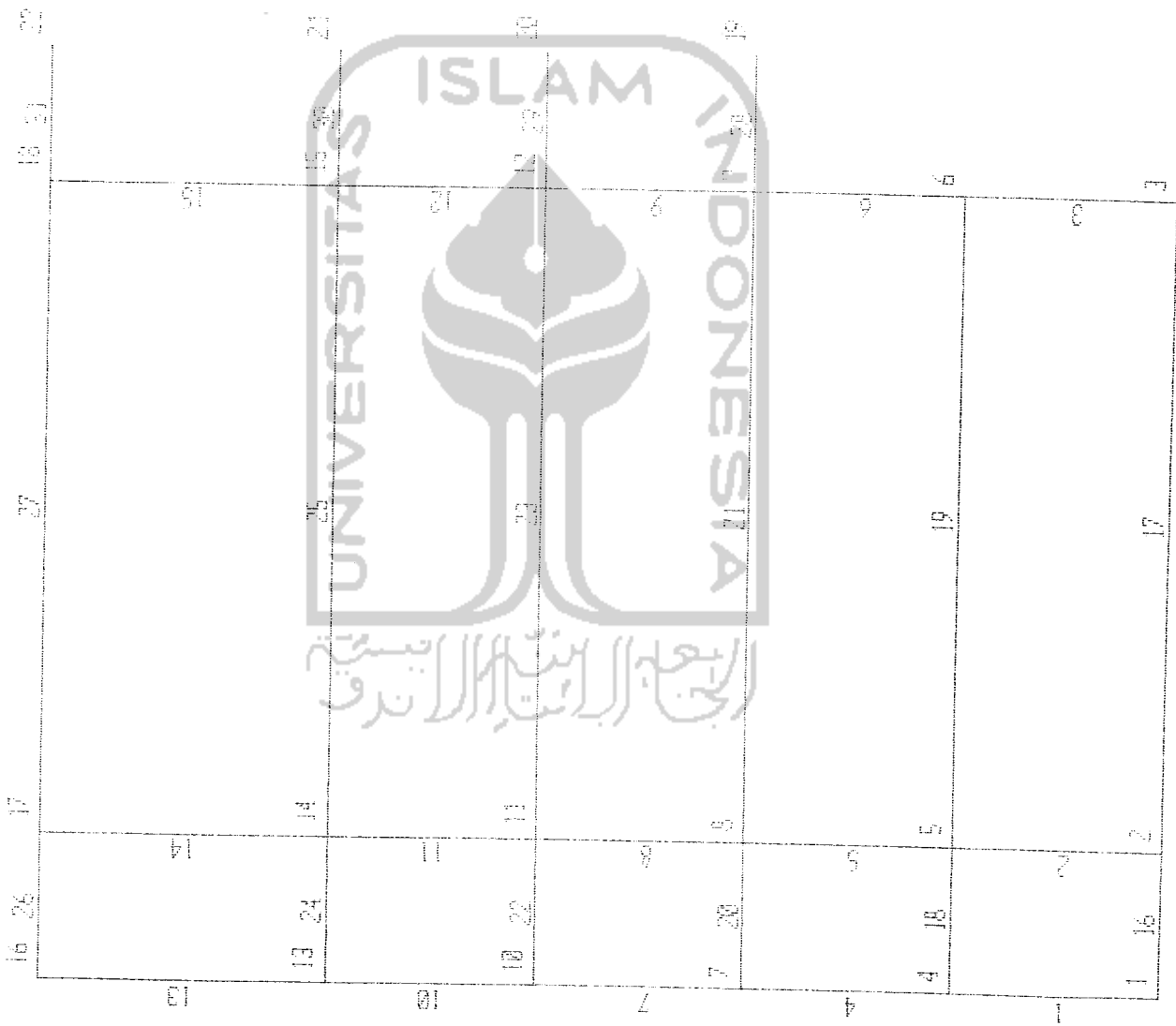


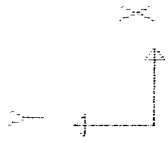


A*12-10
 UNDEFORMED
 SHAPE

OPTIONS
 JOINT IOS
 ELEMENT IOS
 WIRE FRAME

SAP90





A* 12-10

FRAME

OUTPUT P

LOAD I

ENVELOPES

MIN < 2>

- .3958E+03

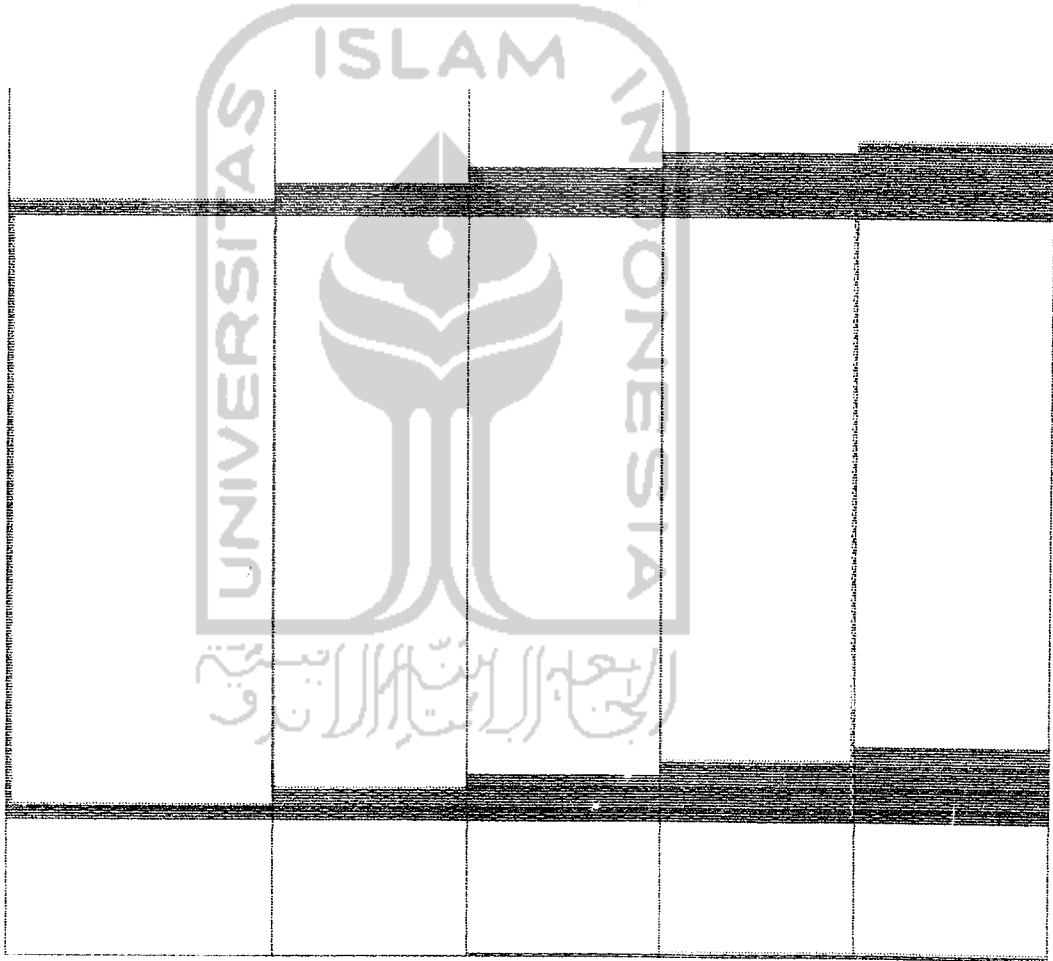
AT .00

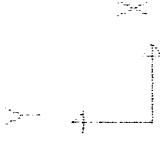
MAX < 19>

.1410E+02

AT .00

SAP90





A*12-10

FRAME

OUTPUT M33

LOAD I

ENVELOPES

MIN < 25>

- .1351E+03

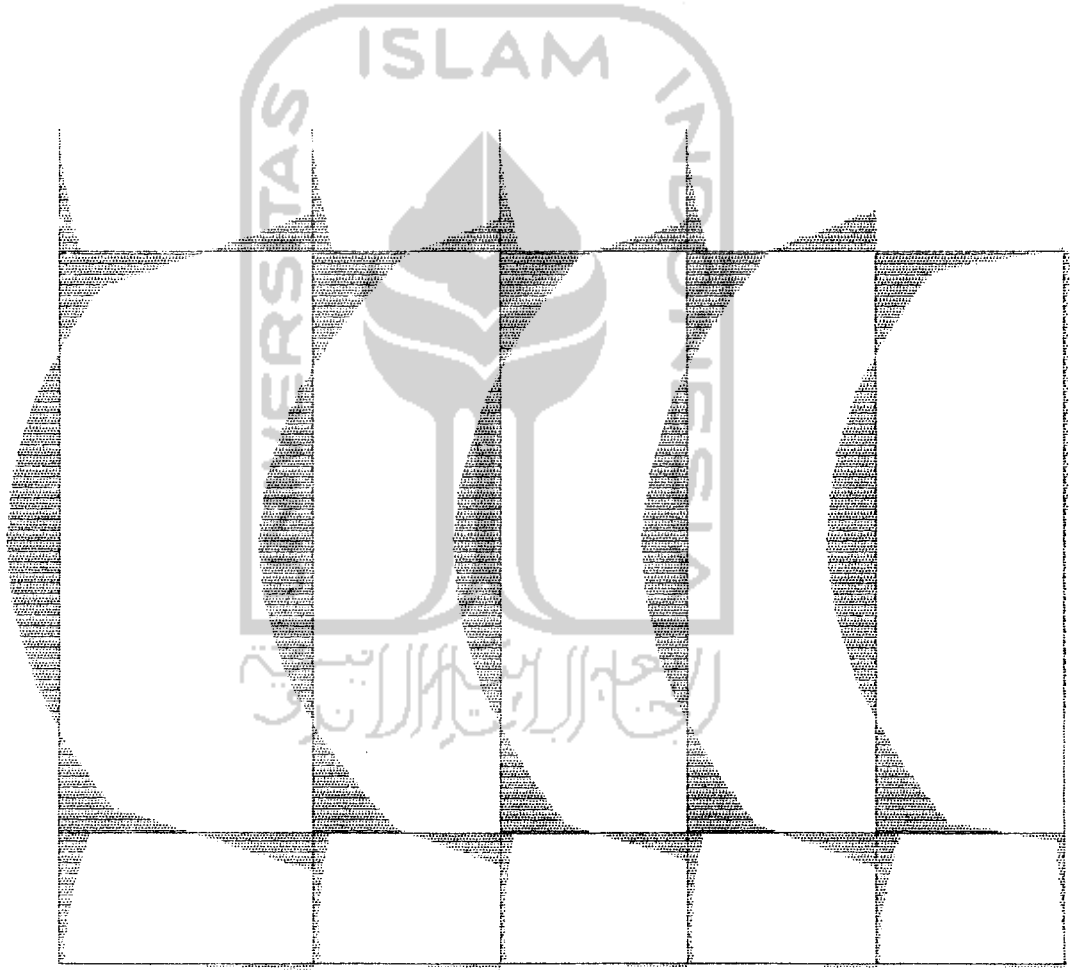
AT 12.00

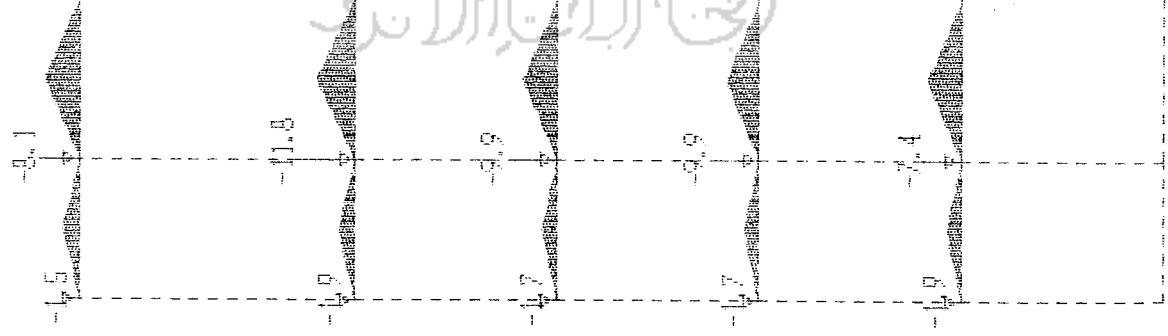
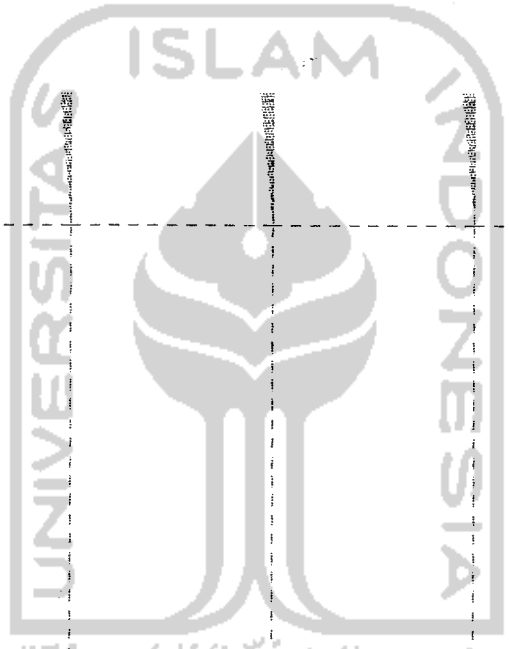
MAX < 25>

.7740E+02

AT 5.79

SAP90

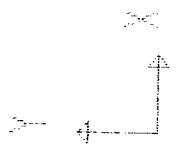




A*12-10
 FRAME
 LOADS
 LOAD I

MINIMA
 W -.1459E+02
 P -.1184E+02
 MAXIMA
 W -.4749E+01
 P -.1486E+01

SAP90



A*12-10

FRAME
LOADS

LOAD 2

MINIMA

M - .1459E+02

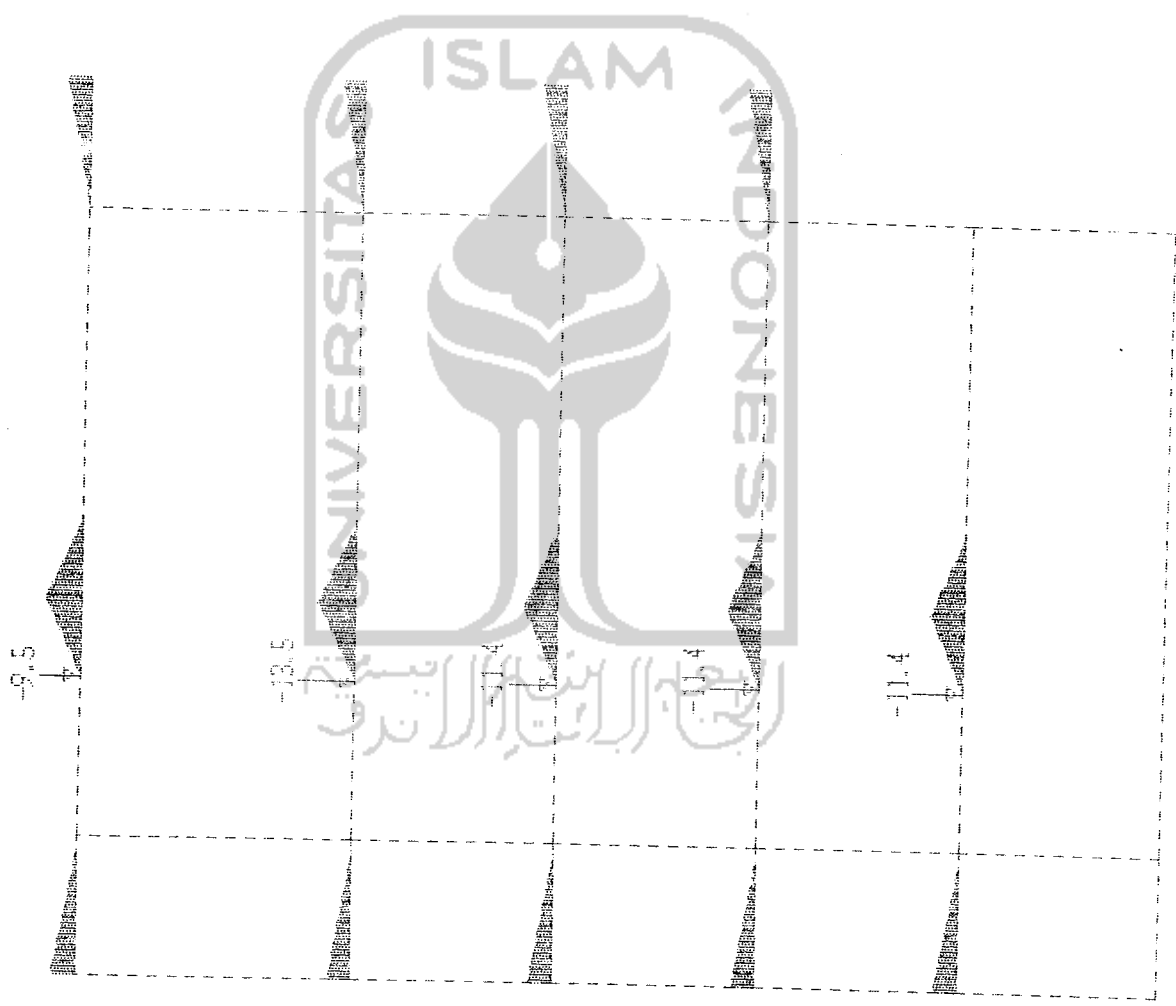
P - .1354E+02

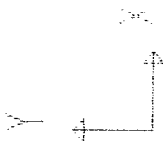
MAXIMA

M - .8850E+01

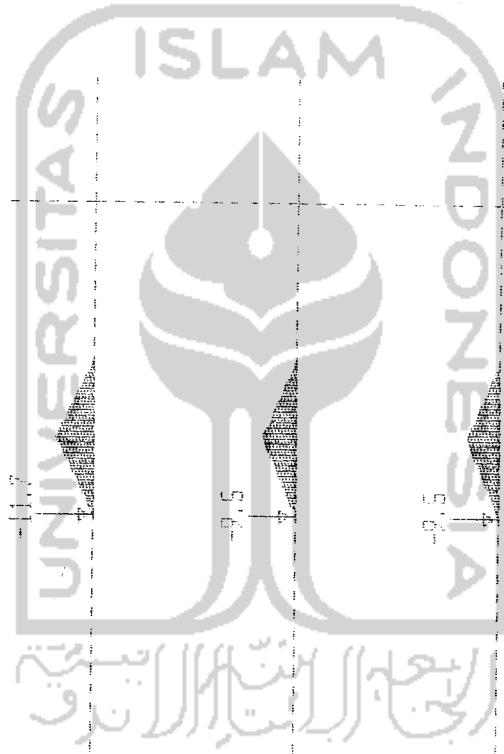
P - .9475E+01

SAP90





-7.6



-11.7

-9.5



-9.5

-9.5



A*12-10

FRAME
LOADS

LOAD 3

MINIMA

W - ,1459E+02

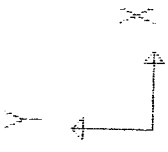
P - ,1166E+02

MAXIMA

W - ,1243E+02

P - ,7596E+01

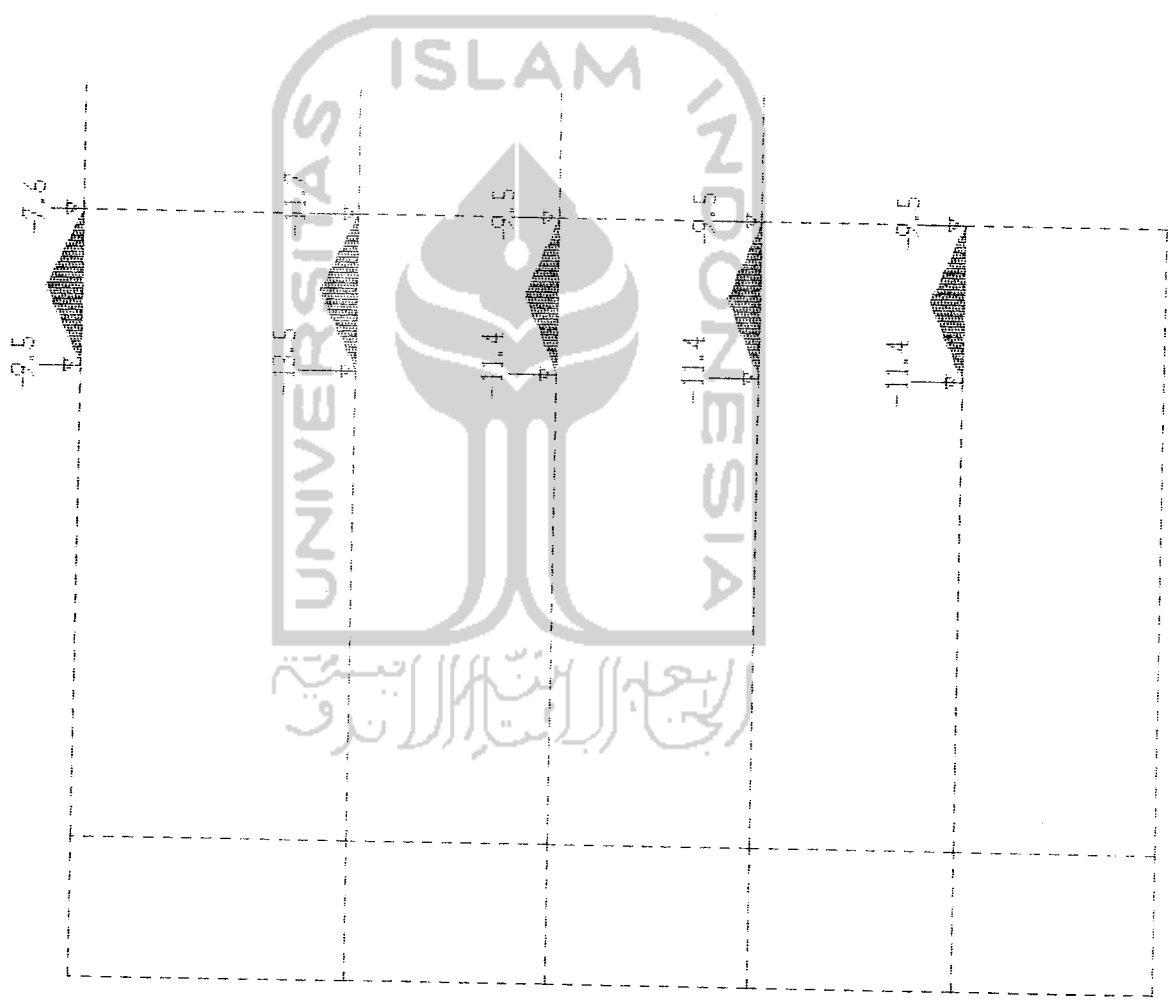
SAP90



A*12-10
 FRAME
 LOADS
 LOAD 4

MINIMA
 W = .1459E+02
 P = .1354E+02
 MAXIMA
 W = .1243E+02
 P = .7596E+01

SAP90





A*12-10

DEFORMED
SHAPE

LOAD 1

MINIMA

X -.5101E-03

Y -.7611E-02

Z .0000E+00

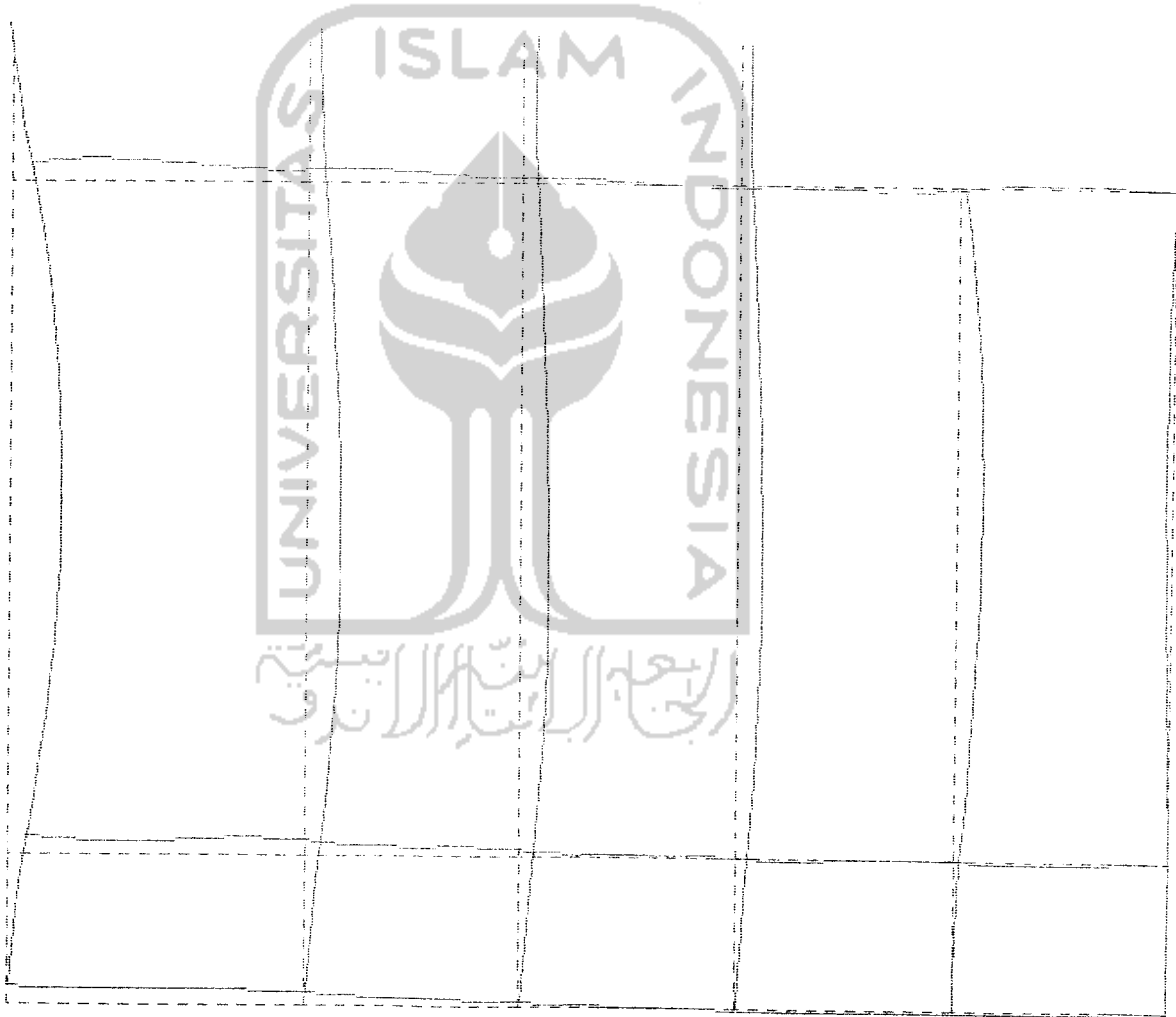
MAXIMA

X .7763E-02

Y .1351E-02

Z .0000E+00

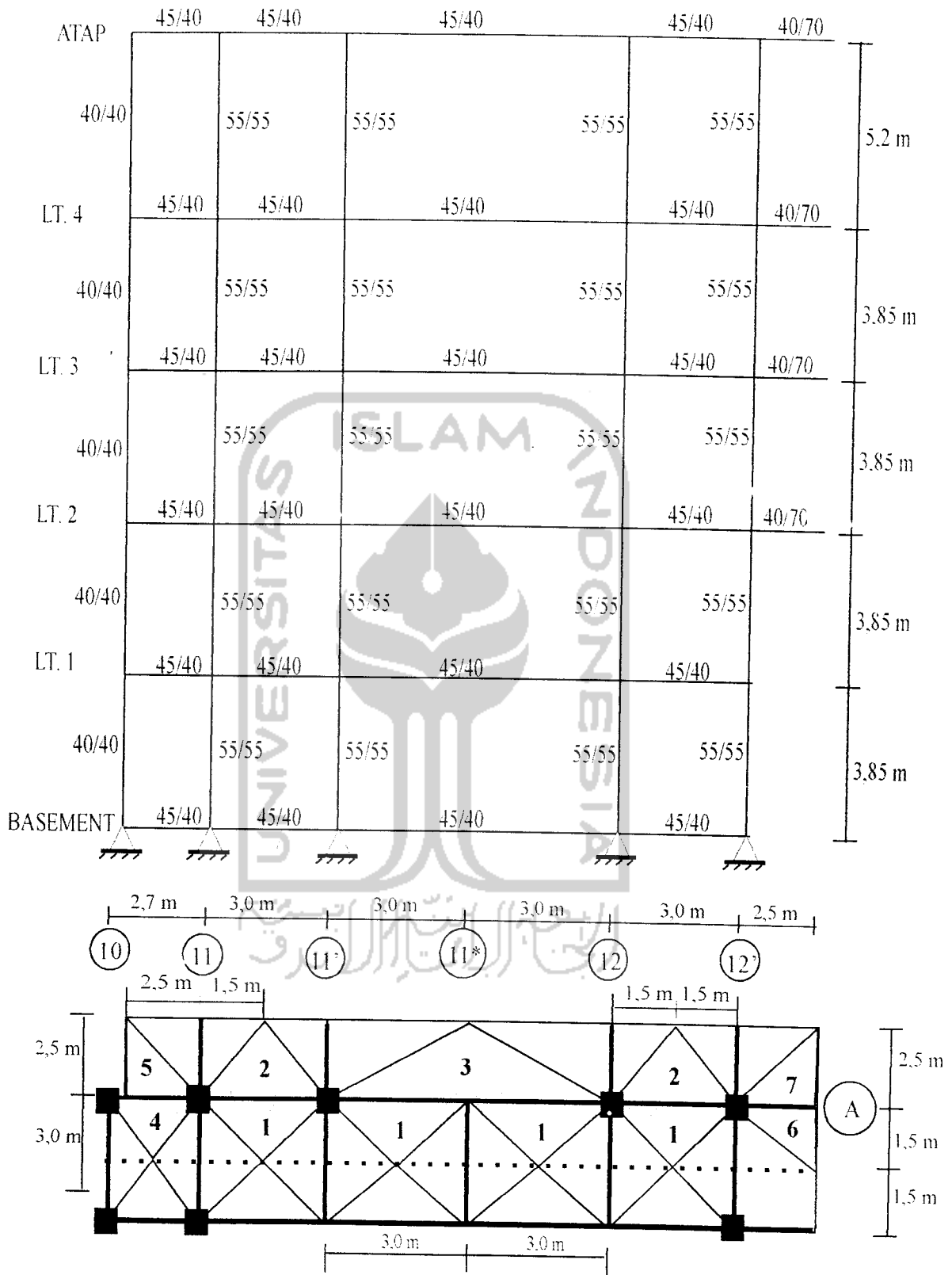
SAP90



ISLAM
ANALISA

SAP 90

Portal As A (12'-10)



Portal As A (12' - 10)

Tabel beban merata portal As A (12'-10)

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 1

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2976	1651,2	6213,12
Lantai 4	3213	1800	6735,6
Lantai 3	3213	1125	5655,6
Lantai 2	3213	1125	5655,6
Lantai 1	3213	1125	5655,6

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 2

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3483	3000	8979,6
Lantai 4	3483	3000	8979,6
Lantai 3	3483	3000	8979,6
Lantai 2	3483	3000	8979,6
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 3

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	6966	6000	17959,2
Lantai 4	6966	6000	17959,2
Lantai 3	6966	6000	17959,2
Lantai 2	6966	6000	17959,2
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 4

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2678,4	1486,08	5591,808
Lantai 4	2891,7	1620	5847,768
Lantai 3	2891,7	1012,5	5090,04
Lantai 2	2891,7	1012,5	5090,04
Lantai 1	2891,7	1012,5	5090,04

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 5

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2902,5	2500	7483
Lantai 4	2902,5	2500	7483
Lantai 3	2902,5	2500	7483
Lantai 2	2902,5	2500	7483
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 6

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	2114,1	1620	5128,92
Lantai 4	2114,1	1620	5128,92
Lantai 3	2114,1	1620	5128,92
Lantai 2	2114,1	1620	5128,92
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata daerah beban segitiga 7

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	3134,7	2700	8081,64
Lantai 4	3134,7	2700	8081,64
Lantai 3	3134,7	2700	8081,64
Lantai 2	3134,7	2700	8081,64
Lantai 1	0	0	0

Tabel Beban merata balok akibat berat dinding 1/2 batu

BALOK	WD (kg/m)
Atap	650
Lantai 4	1131,25
Lantai 3-2-1	962,5
Basement	481,25

Tabel beban titik portal as A (12' - 10)

Tabel Beban titik di as A 10

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	941,625	222,75	1486,35
Lantai 4	1079,325	405	1943,19
Lantai 3	1079,325	253,125	1700,19
Lantai 2	1079,325	253,125	1700,19
Lantai 1	1079,325	405	1943,19

Tabel Beban titik di as A 11

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4397,875	1570,25	7789,85
Lantai 4	5368,575	2855	11010,29
Lantai 3	5368,575	1784,375	9297,29
Lantai 2	5368,575	1784,375	9297,29
Lantai 1	1558,575	534,375	2725,29

Tabel Beban titik di as A 11' = A 12

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4845,75	1732,5	8586,9
Lantai 4	5916,75	3150	12140,1
Lantai 3	5916,75	1968,75	10250,1
Lantai 2	5916,75	1968,75	10250,1
Lantai 1	4236,75	562,5	5984,1

Tabel Beban titik di as A 11*

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	1012,5	495	2007
Lantai 4	1318,5	900	3022,2
Lantai 3	1318,5	562,5	2482,2
Lantai 2	1318,5	562,5	2482,2
Lantai 1	1318,5	562,5	2482,2

Tabel Beban titik di as A 12'

BALOK	WD (kg/m)	WL (kg/m)	WU (kg/m)
Atap	4648	1760	8393,6
Lantai 4	5736	3200	12003,2
Lantai 3	5736	2000	10083,2
Lantai 2	5736	2000	10083,2
Lantai 1	2807,25	281,25	3818,7



POR TAL AS A(12'-10) Satuan (T:M) OLEH IWAM & TIWI

SYSTEM

L-4

JOINT

1 X=0 Y=0

2 X=2.7

3 X=5.7

4 X=11.7

5 X=14.7

21 X=0 Y=15.4 G=1,21,5

22 X=2.7 G=2,22,5

23 X=5.7 G=3,23,5

24 X=11.7 G=4,24,5

25 X=14.7 G=5,25,5

26 X=0 Y=20.6

27 X=2.7

28 X=5.7

29 X=11.7

30 X=14.7

31 X=17.2 Y=7.7

33 X=17.2 Y=15.4 G=31,33,1

34 X=17.2 Y=20.6

RESTRAINT

1 5 1 R=1,1,1,1,1,0

6 34 1 R=0,0,1,1,1,0

FRAME

NM=4 NI=26

1 SH=R T=.40,.40 E=2.102E6

2 SH=R T=.55,.55

3 SH=R T=.45,.40

4 SH=R T=.70,.40

C BEBAN SEGITIGA 1

C BEBAN ATAP

1 TRAP=0,0,0,1.5,-6.21312*2,0,3,0,0 PLD=0,-7.7896,0

2 TRAP=0,0,0,1.5,-6.21312*2,0,3,0,0 PLD=0,-8.5869,0

3 TRAP=3,0,0,4.5,-6.21312*2,0,5.999,0,0 PLD=3,-2.007,0

4 TRAP=0,0,0,1.5,-6.21312*2,0,3,0,0 PLD=0,-8.5869,0,3,-8.3936,0

C BEBAN LANTAI 4

5 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356*2,0,3,0,0 PLD=0,-11.0103,0

6 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356*2,0,3,0,0 PLD=0,-12.1401,0

7 TRAP=3,0,0,4.5,-6.7356*2,0,5.999,0,0 PLD=3,-3.0222,0

8 TRAP=0,0,0,1.5,-6.7356*2,0,3,0,0 PLD=0,-12.1401,0,3,-12.0032,0

C BEBAN LANTAI 3 & 2

9 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-9.29729,0

10 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-10.250,0

11 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556*2,0,5.999,0,0 PLD=3,-2.4822,0

12 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-10.250,0,3,-10.083,0

C BEBAN LANTAI 1

13 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-2.72529,0

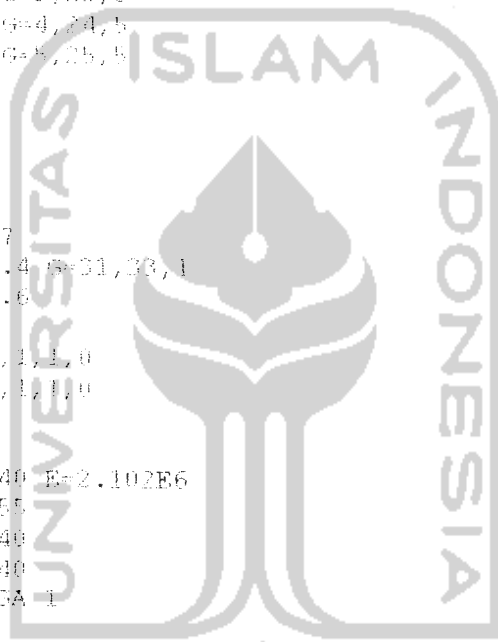
14 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-5.9841,0

15 TRAP=3,0,0,4.5,-5.6556*2,0,5.999,0,0 PLD=3,-2.4822,0

16 TRAP=0,0,0,1.5,-5.6556*2,0,3,0,0 PLD=0,-5.9841,0,3,-3.8187,0

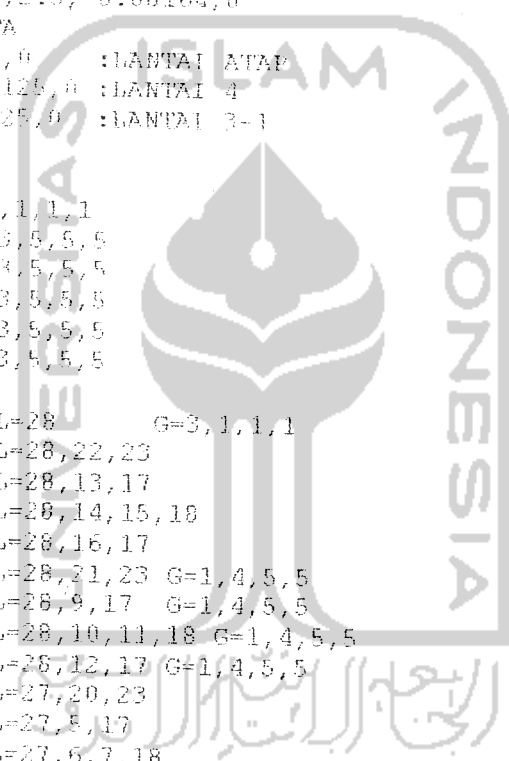
C BEBAN SEGITIGA 2

17 TRAP=0,0,0,1.5,-8.9796,0,3,0,0



C BEBAN SEGITIGA 3
 18 TRAP=0,0,0,3,-17.9592,0,5.999,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 4
 19 TRAP=0,0,0,1.35,-5.591808,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.48635,0 :ATAP
 20 TRAP=0,0,0,1.35,-5.584777,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.94319,0 :LANTAI 4
 21 TRAP=0,0,0,1.35,-5.09004,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.70019,0 :LANTAI 3 & 2
 22 TRAP=0,0,0,1.35,-5.09004,0,2.7,0,0 PLD=0,-1.94319,0 :LANTAI 1
 C BEBAN SEGITIGA 5
 23 TRAP=0,2,-7.483,0,2.7,0,0
 C BEBAN SEGITIGA 6
 24 TRAP=0,0,0,2.5,-5.12892,0
 C BEBAN SEGITIGA 7
 25 TRAP=0,0,0,2.5,-8.08164,0
 C BEBAN MERATA
 26 ML=0,-0.65,0 :LANTAI ATAP
 27 ML=0,-1.13125,0 :LANTAI 4
 28 ML=0,0.9625,0 :LANTAI 3-1
 C DOLAM
 1 1 6 M=1
 2 2 7 M=2 G=3,1,1,1
 6 6 11 M=1 G=3,5,5,5
 7 7 12 M=2 G=3,5,5,5
 8 8 13 M=2 G=3,5,5,5
 9 9 14 M=2 G=3,5,5,5
 10 10 15 G=3,5,5,5
 C BALOK
 26 1 2 M=3 NSL=28 G=3,1,1,1
 30 6 7 M=3 NSL=28,22,23
 31 7 8 M=3 NSL=28,13,17
 32 8 9 M=3 NSL=28,14,15,18
 33 9 10 NSL=28,16,17
 34 11 12 NSL=28,21,23 G=1,4,5,5
 35 12 13 NSL=26,9,17 G=1,4,5,5
 36 13 14 NSL=26,10,11,18 G=1,4,5,5
 37 14 15 NSL=26,12,17 G=1,4,5,5
 42 21 22 NSL=27,20,23
 43 22 23 NSL=27,5,17
 44 23 24 NSL=27,6,7,18
 45 24 25 NSL=27,8,17
 46 26 27 NSL=26,19,23
 47 27 28 NSL=26,1,17
 48 29 29 NSL=26,2,3,18
 49 29 30 NSL=26,4,17
 50 15 31 M=4 NSL=0,24,25 G=3,1,5,1

COMBO
 1 C=1,1,1,1



PROGRAM: SAP90/FILE: AIC-10.F3F

POR TAL As A (12-10) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMI

FRAME ELEMENT FORCES

BLT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE EMDT	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
11 1	-52.75	.0	-1.57	.61	
		3.9	-1.57	-1.59	
21 2	-171.27	.0	-1.86	.84	
		3.9	-1.86	-2.49	
31 3	-379.50	.0	-5.75	-1.42	
		3.9	-5.75	-10.29	
41 4	-365.02	.0	-5.05	-4.85	
		3.9	-5.05	-13.59	
51 5	-211.78	.0	-1.74	-2.14	
		3.9	-1.74	-4.54	
61 6	-41.47	.0	-1.73	-1.25	
		3.9	-1.73	-1.58	
11 11	-30.93	.0	-1.52	.86	
		3.9	-1.52	-1.15	
16 16	-20.57	.0	-1.61	1.98	
		3.9	-1.61	-1.26	
21 21	-9.62	.0	-1.47	1.09	
		5.2	-1.47	-1.35	
7 7	-144.61	.0	-1.83	.50	
		3.9	-1.83	-2.68	
12 12	-109.32	.0	-1.88	1.12	
		3.9	-1.88	-2.26	
17 17	-73.15	.0	-1.53	2.44	
		3.9	-1.53	-3.46	

PROGRAM:SAP90/FILE:A12-10.SOL

POR TAL As A(12 -10) Satuan (T/M) OLEH IWAN & TIMI

REACTIONS AND APPLIED FORCES

LOAD COMBINATION 1 FORCES "F" AND MOMENTS "M"

JOINT	F(X)	F(Y)	M(Z)
1	55.97	54.6254	.0000
2	86.35	134.8874	.0000
3	5.0527	332.5703	.0000
4	-5.0406	168.1693	.0000
5	51.7373	214.4176	.0000
6	.0000	.0000	.0000
7	.0000	.0000	.0000
8	.0000	.0000	.0000
9	.0000	.0000	.0000
10	.0000	.0000	.0000
11	.0000	.0000	.0000
12	.0000	.0000	.0000
13	.0000	.0000	.0000
14	.0000	.0000	.0000
15	.0000	.0000	.0000
16	.0000	.0000	.0000
17	.0000	.0000	.0000
18	.0000	.0000	.0000
19	.0000	.0000	.0000
20	.0000	.0000	.0000
21	.0000	.0000	.0000
22	.0000	.0000	.0000
23	.0000	.0000	.0000
24	.0000	.0000	.0000
25	.0000	.0000	.0000
26	.0000	.0000	.0000
27	.0000	.0000	.0000
28	.0000	.0000	.0000
29	.0000	.0000	.0000
30	.0000	.0000	.0000
31	.0000	.0000	.0000
32	.0000	.0000	.0000
33	.0000	.0000	.0000
34	.0000	.0000	.0000

PROGRAM: SAP00/ETHEL/ALC-10.00M

UNIT: 001, AS: A(12) -10, SAFAS: (TMM) CUBH LRAN & TIBI

JOINT DISPLACEMENTS

LOAD COMBINATION: 1 DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(X)	U(Y)	U(Z)
1	.00000E+00	.00000E+00	.00000E+00
2	.00000E+00	.00000E+00	.12100E+04
3	.00000E+00	.00000E+00	.22712E+05
4	.00000E+00	.00000E+00	-.23058E+03
5	.00000E+00	.00000E+00	.63582E+04
6	.15000E-03	.00000E+00	-.01200E+00
7	.000156	.0001037	.000210
8	.000157	-.0002298	-.0001100
9	.000151	-.0002210	.0000934
10	.000117	.0001282	.0000225
11	.0001209	-.0001078	-.0000553
12	.0001200	-.0001912	-.0000471
13	.0001207	-.0001156	-.0001192
14	.0001184	-.0001078	.0000657
15	.0001165	.0001354	.0000590
16	.0001009	-.0001411	-.0000679
17	.0001000	.0001574	-.0000600
18	.0001015	-.0001500	-.0001369
19	.0001039	-.0001313	.0000597
20	.0001049	-.0001370	-.0000652
21	.000105	-.0001668	-.0000755
22	.000104	-.0001017	-.0000730
23	.0001097	-.0005517	-.0001458
24	.0001079	-.0002222	.0000606
25	.0001071	-.0001927	-.0000565
26	.000172	.0001817	.0000905
27	-.000169	-.0001210	.0000711
28	-.000150	-.0001144	-.0002681
29	.0007075	-.0001111	.0002183
30	.0007990	.0004289	-.0001097
31	.0001165	.0006300	-.0001767
32	.0001049	-.0007062	-.0001726
33	.0001071	-.0007354	-.0001639
34	.0007990	.0001145	.0002170



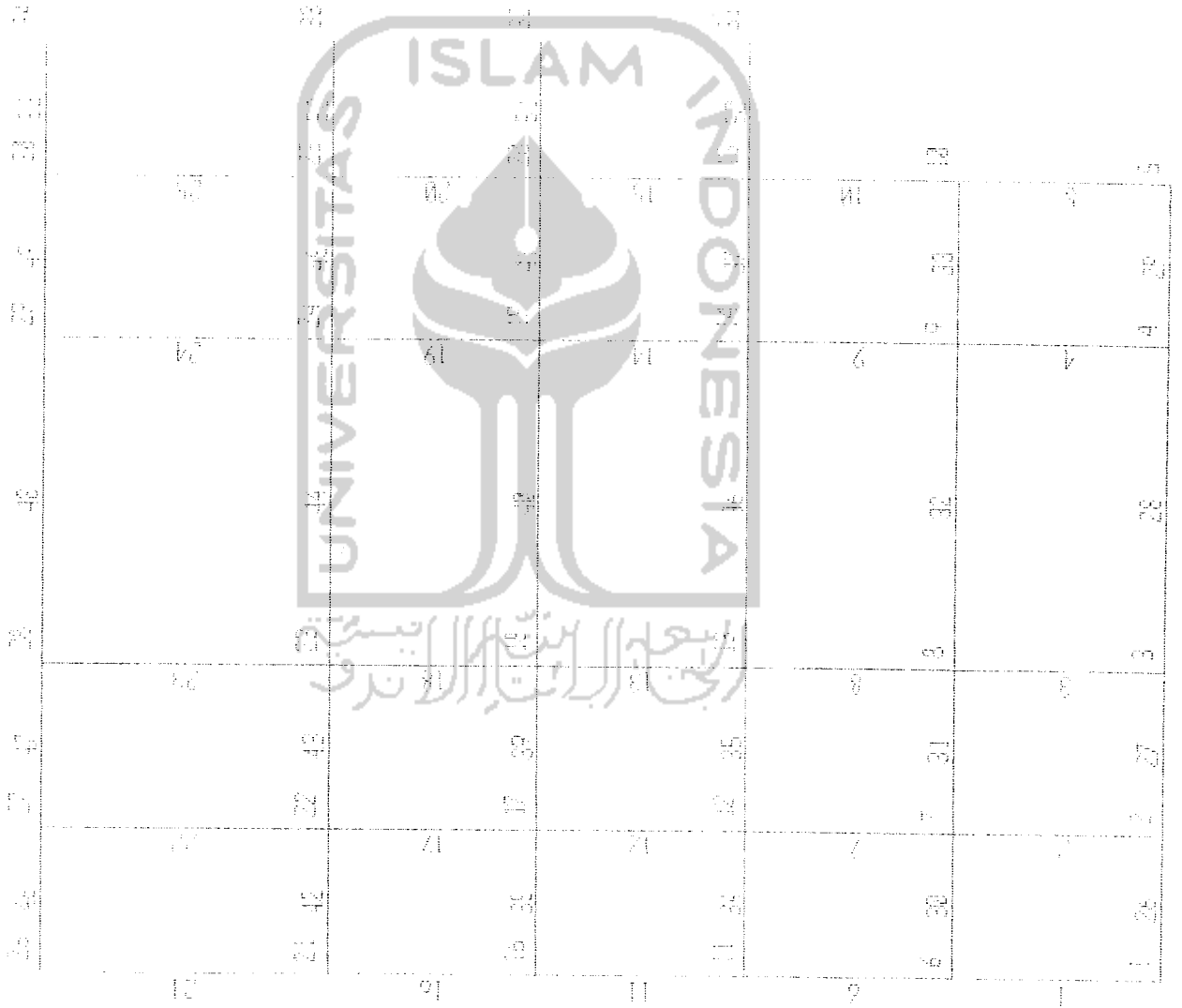
412-10

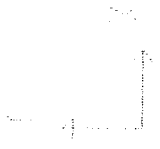
UNDEFINIC
ELEMEN
ELEMEN

540105

SOFT JOE
ELEMENT JOE
KITE FRAME

SAP90





A12-10

FRAME

OUTPUT

LOAD

ENVELOPES

MIN 3.32

-0.3795E+00

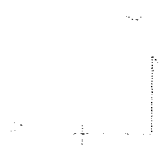
AT 1.00

MAX 32.32

1.043E+01

AT 1.00

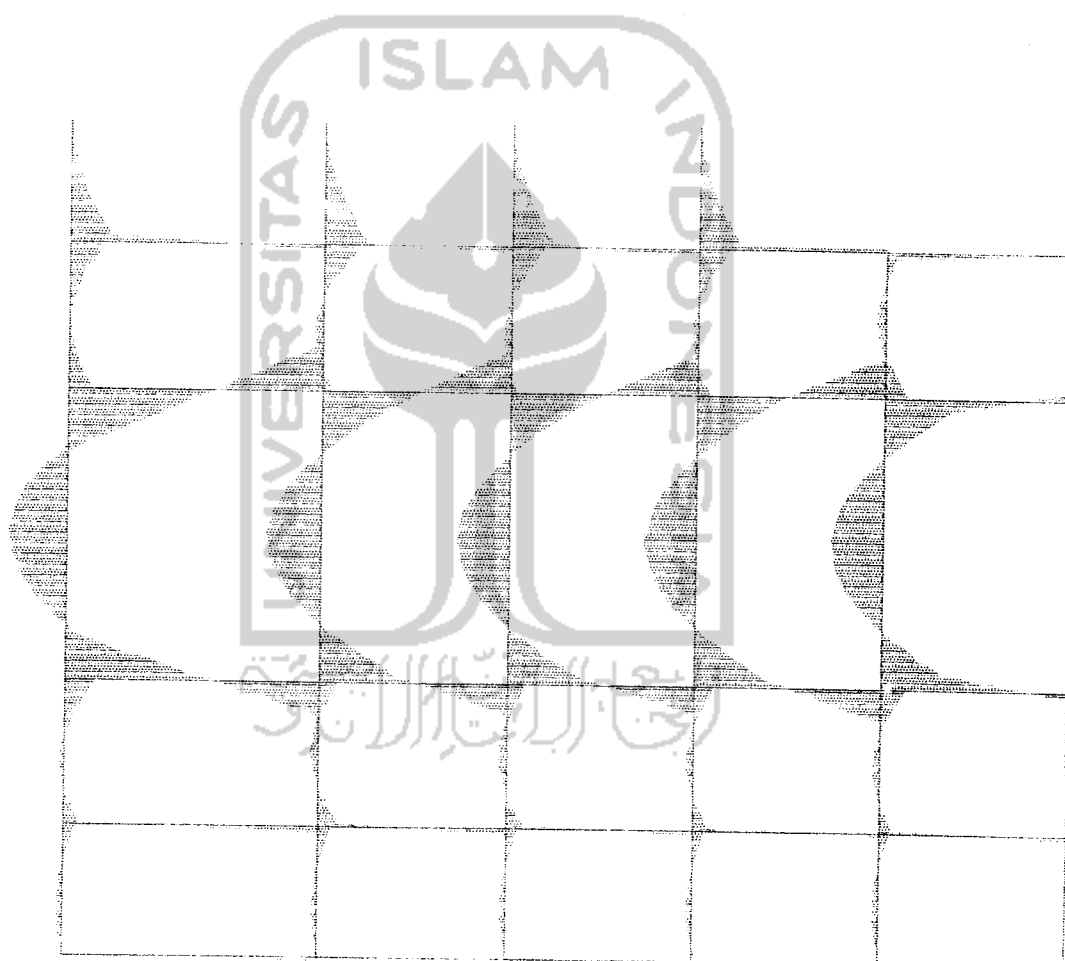
SAP90

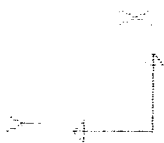


A/C 18
 FRAME
 OUTPUT 103
 LOAD 1

ENVELOPES
 MIN 44
 0.158E+02
 AT 0.00
 MAY 24
 0.973E+02
 AT 0.00

SAP90





40E-10

FRAME

LOADS

LOAD 1

MINIMA

M = 1.131E+81

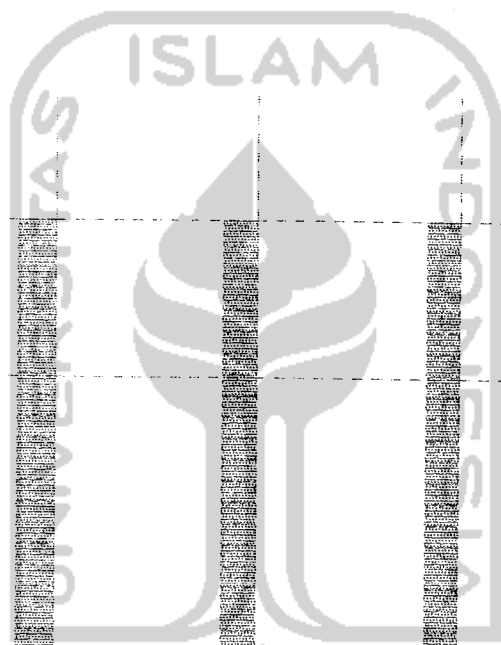
P = 0.000E+00

MAXIMA

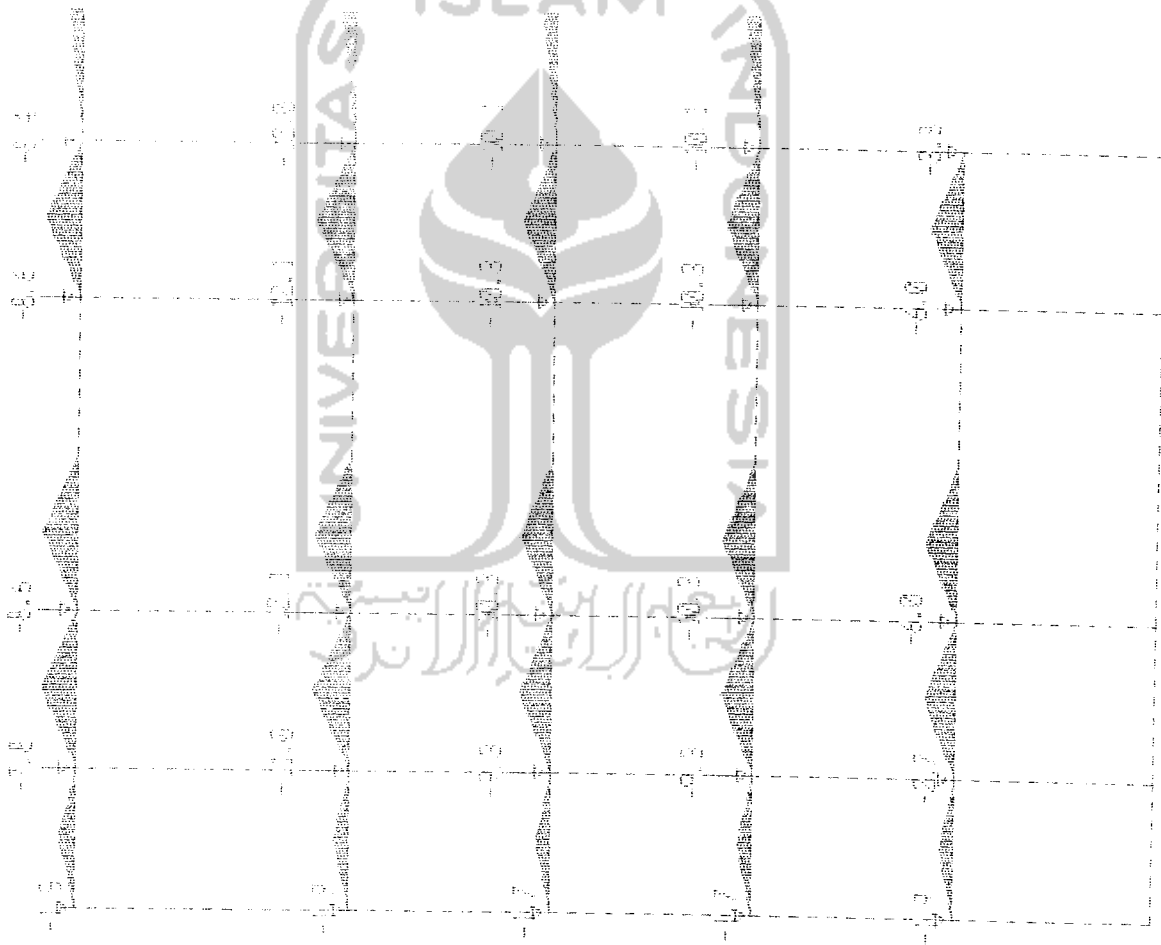
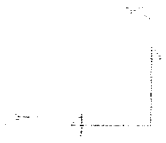
M = 1.550E+80

P = 1.000E+00

SAP90



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



412-18

FRAME

LOADS

LOAD 2

MINIMA

W - .1347E+02

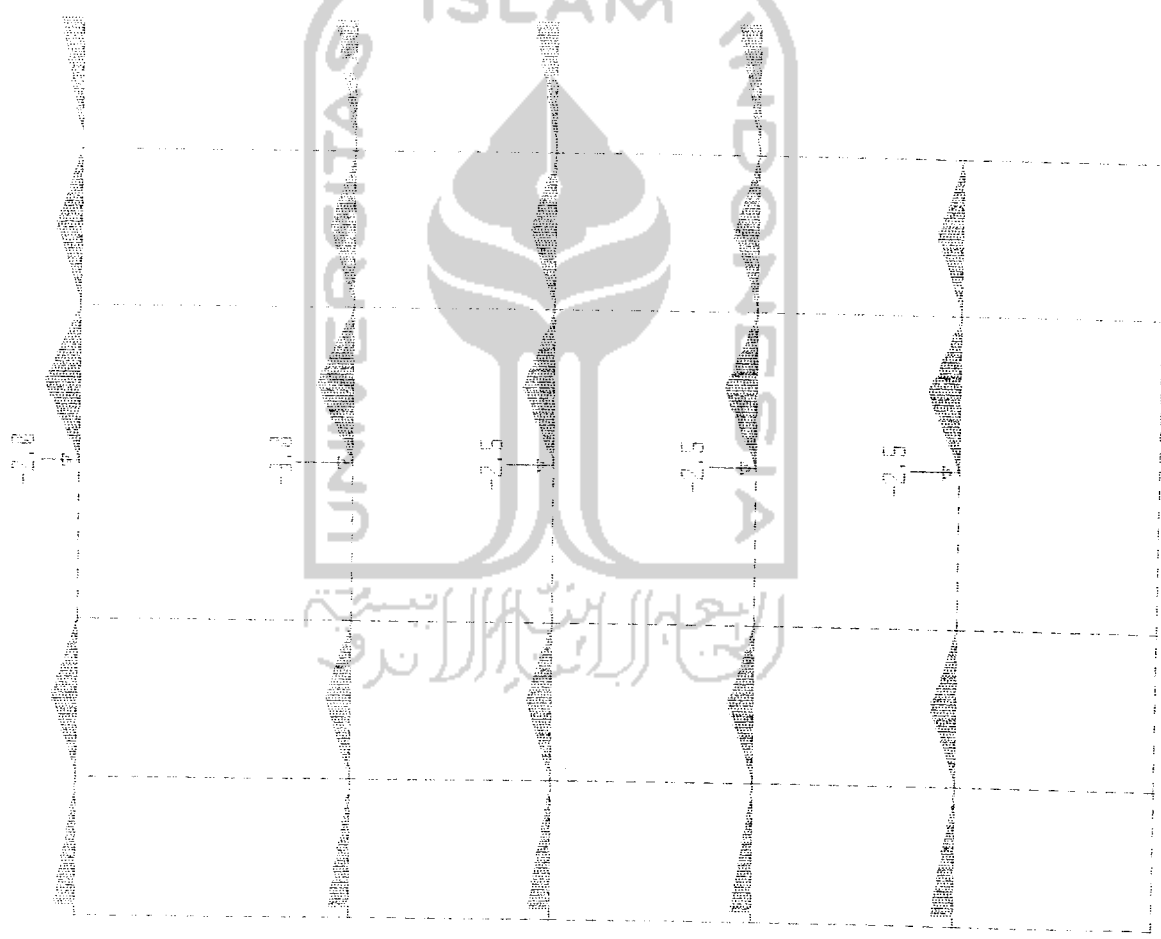
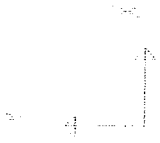
P - .1214E+02

MAXIMA

W - .5090E+01

P - .1486E+01

SAP90



A12-10
 FRAME
 LOADS
 LOAD 3

MINIMA
 W = -1.247E+02
 P = -1.9022E+01
 MAXIMA
 W = 1.7483E+01
 P = 1.2087E+01

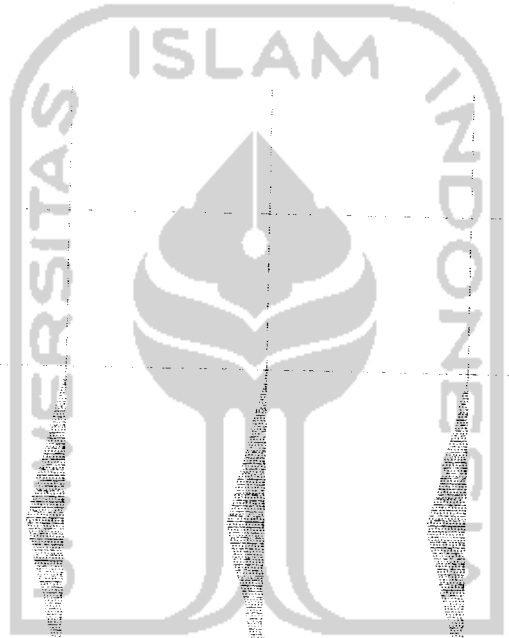
SAP90

1

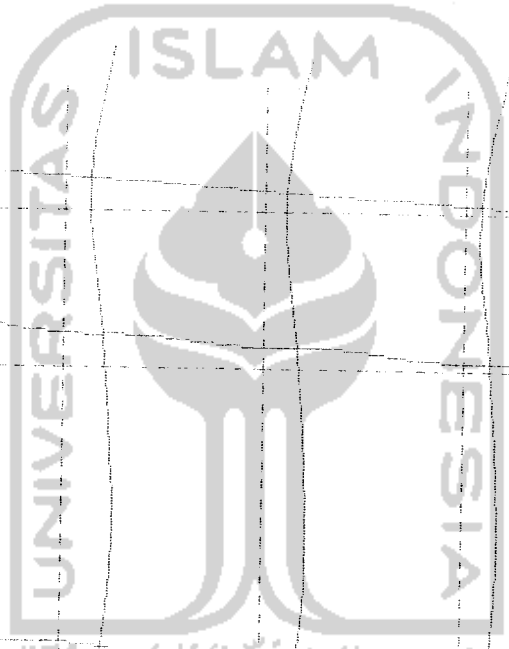
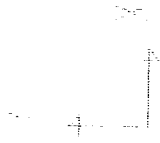
UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

021-7961102
00-100000
021-7961102
021-7961102

SAP50



الجامعة الإسلامية
الاندونيسية



A12-10
 DEFORMED
 SHAPE
 1040 1

MINIMA
 X : 0000E+00
 Y : 0.145E+02
 Z : 0000E+00
 MAXIMA
 X : 0.172E+02
 Y : 0000E+00
 Z : 0000E+00

SAP90



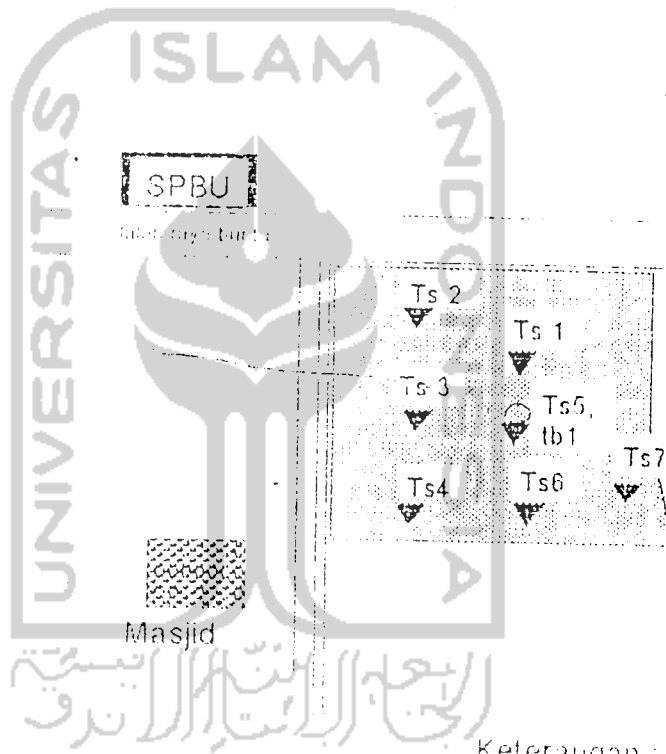
Hasil Uji Laboratorium



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DENAH LOKASI PEMYELIDIKAN

SpBU



Keterangan :

Tb = titik boring
Ts = titik sondir



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UH

Jl. Kalurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts1
 Proyek : RS PKU Sida Mulya
 Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
 Tanggal : 31 Januari 1999

Dikerjakan : Yudi + Sugiyana
 Diperiksa :

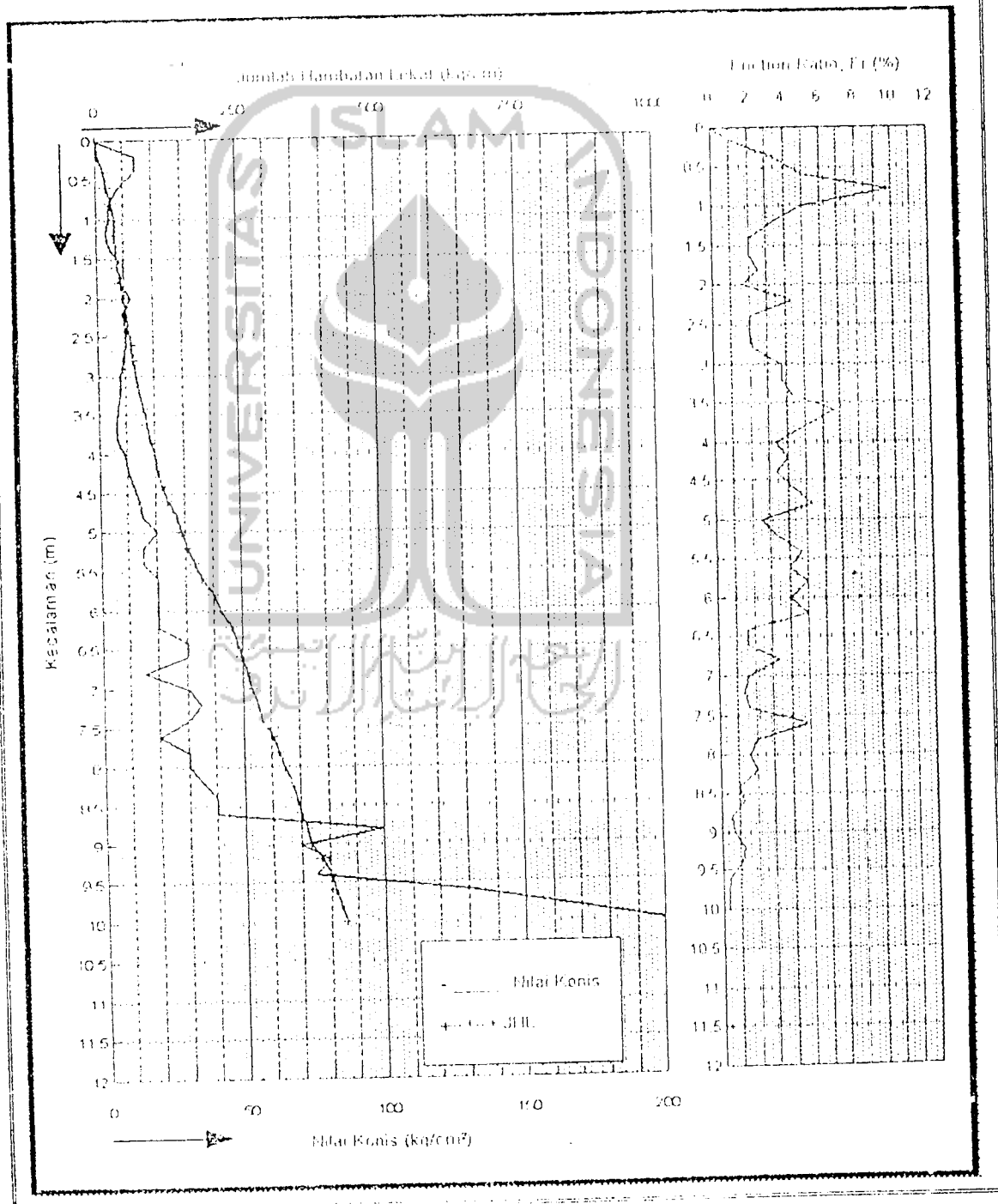
kedalaman (m)	Perlawanan Koris (kg/cm ²)	mentan Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hambatan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)	kedalaman (m)	Perlawanan Koris (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hambatan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	6	20	28	212.415	4.00
0.2	14	16	3.57	1.43	6.2	20	30	230.265	5.00
0.4	14	18	12.495	3.57	6.4	30	35	239.19	1.67
0.6	8	12	19.635	5.00	6.6	30	35	248.115	1.67
0.8	4	8	26.775	10.00	6.8	15	20	257.04	3.33
1	4	6	30.945	5.00	7	30	35	265.965	1.67
1.2	3	4	32.13	3.33	7.2	35	40	274.89	1.43
1.4	3	6	33.915	2.00	7.4	30	35	283.815	1.67
1.6	10	12	37.425	2.00	7.6	20	30	301.665	5.00
1.8	10	10	41.055	2.50	7.8	30	35	312.375	2.00
2	12	14	44.825	1.67	8	30	35	321.3	1.67
2.2	8	13	51.765	4.44	8.2	35	42	333.795	2.00
2.4	10	12	55.395	2.00	8.4	40	44	340.935	1.00
2.6	10	12	58.305	2.00	8.6	40	45	349.86	1.25
2.8	8	11	62.475	2.22	8.8	100	105	358.785	0.50
3	8	11	67.83	2.75	9	70	75	367.71	0.71
3.2	8	11	73.185	3.75	9.2	80	90	385.56	1.25
3.4	10	10	78.54	4.29	9.4	75	83	399.84	1.07
3.6	8	10	85.68	6.67	9.6	130	135	408.765	0.38
3.8	8	8	91.035	6.00	9.8	165	170	417.69	0.30
4	8	12	96.39	3.33	10	200	206	428.4	0.30
4.2	10	14	103.53	4.00	10.2				ERR
4.4	12	16	110.67	3.33	10.4			0	ERR
4.6	14	20	121.38	4.23	10.6			0	ERR
4.8	15	23	135.66	5.33	10.8			0	ERR
5	20	25	144.085	2.50	11			0	ERR
5.2	15	20	153.51	3.33	11.2			0	ERR
5.4	16	22	166.005	4.67	11.4			0	ERR
5.6	20	25	180.285	4.00	11.6			0	ERR
5.8	25	30	198.135	5.00	11.8			0	ERR

Yogyakarta, 1 Februari 1999
 Kepala Laboratorium

(Signature)
 Ir. Ibnu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 1 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts1
 Proyek : RS PRU Sida Mulya
 Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
 Tanggal : 31 Januari 1999

Dikerjakan : Yudi + Sugiyana
 Diperiksa :

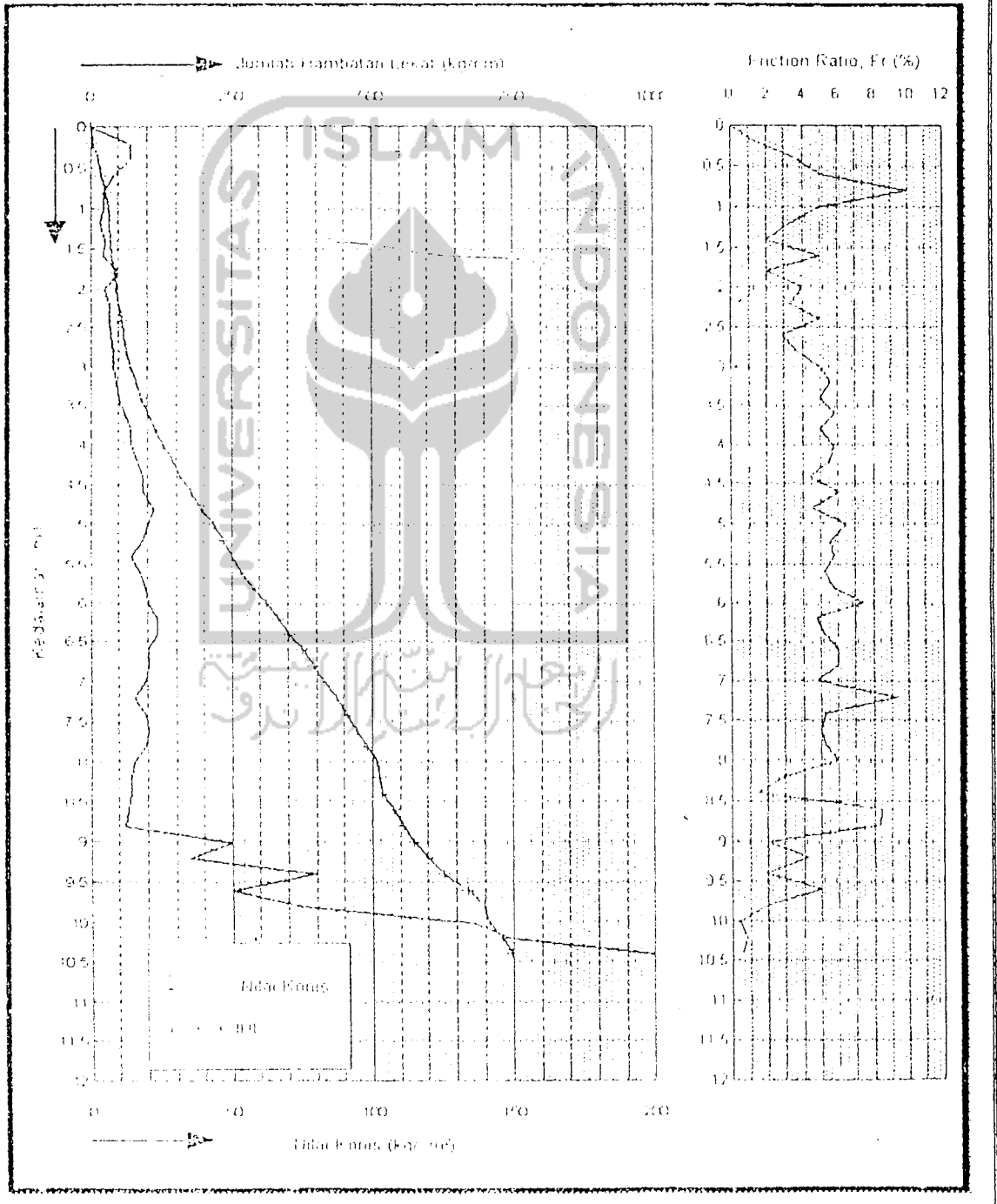
kedalaman (m)	Perlawanan Keras (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah berat batan lekat (kg/cm)	Enclim ratio (%)	kedalaman (m)	Perlawanan Keras (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah berat batan lekat (kg/cm)	Enclim ratio (%)
0	0	0	0	0	0	20	35	312.375	7.50
0.2	13	13	3.57	1.43	0.2	23	34	332.01	4.78
0.4	14	14	12.495	3.57	0.4	23	35	353.43	5.22
0.6	8	12	19.635	5.00	0.6	20	32	374.85	6.00
0.8	4	8	26.775	10.00	0.8	20	32	396.27	6.00
1.0	1	8	30.345	5.00	1.0	13	28	412.535	4.74
1.2	3	4	32.13	3.33	1.2	15	29	437.325	9.33
1.4	3	6	33.915	2.00	1.4	19	29	455.175	5.26
1.6	4	6	37.485	5.00	1.6	20	30	473.025	6.00
1.8	10	11	41.055	2.00	1.8	19	29	490.875	5.26
2.0	5	7	44.625	4.00	2.0	15	24	506.94	6.00
2.2	6	3	48.195	3.33	2.2	14	18	514.08	2.86
2.4	6	3	53.55	5.00	2.4	14	16	517.65	1.43
2.6	6	9	57.12	2.66	2.6	13	24	537.285	8.46
2.8	6	11	62.475	3.75	2.8	12	22	555.135	8.33
3.0	6	12	69.615	5.00	3.0	50	60	572.935	2.00
3.2	6	14	78.54	5.56	3.2	35	50	599.75	4.29
3.4	10	15	87.465	5.00	3.4	60	95	626.535	1.88
3.6	10	19	99.95	6.93	3.6	50	75	671.16	5.00
3.8	14	21	112.455	5.00	3.8	75	90	697.935	2.00
4.0	14	22	126.735	5.71	4.0	10	135	706.86	0.37
4.2	15	25	142.8	5.56	4.2	10.2	150	726.28	0.80
4.4	18	28	157.08	4.44	4.4	200	210	746.13	0.50
4.6	18	29	175.715	6.11	4.6				
4.8	20	30	194.565	4.55	4.8				
5.0	20	34	217.77	6.60	5.0				
5.2	15	28	235.62	5.56	5.2				
5.4	14	22	249.9	5.71	5.4				
5.6	15	26	265.965	5.38	5.6				
5.8	18	30	285.6	5.79	5.8				

Yogyakarta, 1 Februari 1999
 Kepala Laboratorium

(Signature)
 Ir. Ibnu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 2 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts3
 Proyek : RS PKU Sida Mulya
 Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
 Tanggal : 31 Januari 1999

Dikerjakan : Yudi + Suglyana
 Diperiksa :

kedalaman (m)	Perlawanan Konus (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hama- batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)	kedalaman (m)	Perlawanan Konus (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hama- batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	0	20	30	317.73	5.00
0.2	4	6	3.57	5.00	0.2	20	30	335.58	5.00
0.4	4	6	7.14	4.00	0.4	30	36	346.29	2.00
0.6	6	6	12.495	5.00	0.6	30	36	355.215	1.67
0.8	4	6	19.635	10.00	0.8	30	36	365.925	2.00
1	6	6	23.205	5.00	1	20	30	383.775	5.00
1.2	6	4	24.99	3.33	1.2	20	30	401.625	5.00
1.4	6	6	26.775	2.00	1.4	45	52	414.12	1.56
1.6	4	6	30.345	5.00	1.6	45	60	440.895	3.33
1.8	6	9	35.7	5.00	1.8	75	85	458.745	1.33
2	6	9	39.27	3.33	2	58	75	489.09	2.93
2.2	6	7	42.84	4.00	2.2	55	68	512.295	2.36
2.4	6	6	44.625	2.00	2.4	120	132	533.715	1.00
2.6	6	6	46.41	2.00	2.6	140	146	544.425	0.43
2.8	6	9	51.765	6.00	2.8	182	206	587.265	1.32
3	6	10	60.69	10.00	3	200	208	601.545	0.40
3.2	10	12	64.26	2.00	3.2			601.545	ERR
3.4	6	6	69.615	6.00	3.4			601.545	ERR
3.6	6	15	82.11	8.75	3.6			601.545	ERR
3.8	14	20	92.62	4.29	3.8			601.545	ERR
4	6	16	107.1	10.00	4			601.545	ERR
4.2	6	16	121.38	10.00	4.2			601.545	ERR
4.4	10	20	139.23	10.00	4.4			601.545	ERR
4.6	10	30	168.005	10.00	4.6				
4.8	14	30	196.35	11.33	4.8				
5	18	30	217.77	8.67	5				
5.2	15	30	244.545	10.00	5.2				
5.4	21	32	264.18	5.24	5.4				
5.6	20	30	282.63	5.00	5.6				
5.8	20	30	299.88	5.00	5.8				

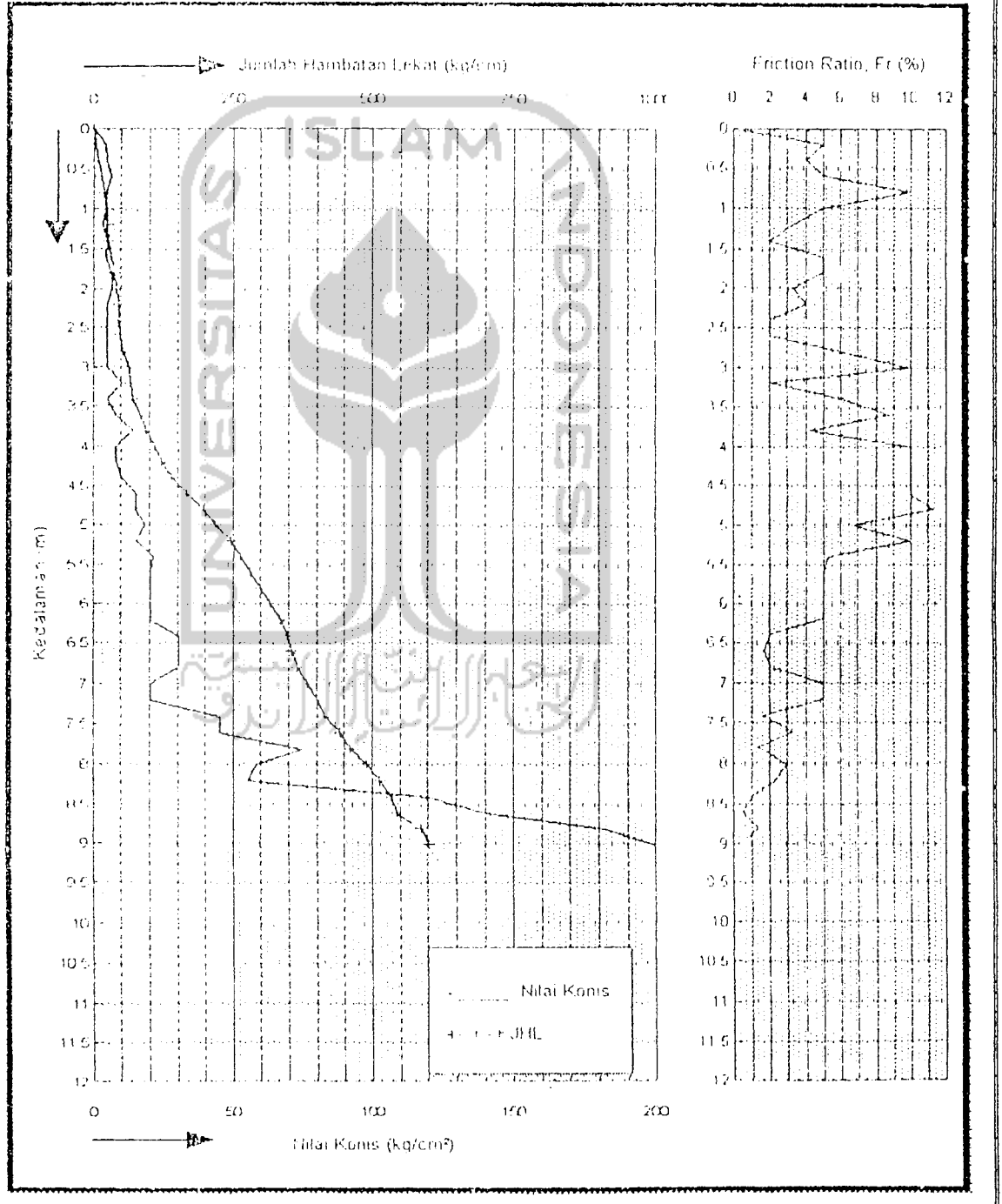
Yogyakarta, 1 Februari 1999
 Kepala Laboratorium

(Signature)

Ir. Ibnu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 3 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UI

Jl. Kallurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts4 Dikerjakan : Yudi + Sugiyana
 Proyek : RS PKU Sida Mulya Diperiksa
 Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
 Tanggal : 31 Januari 1999

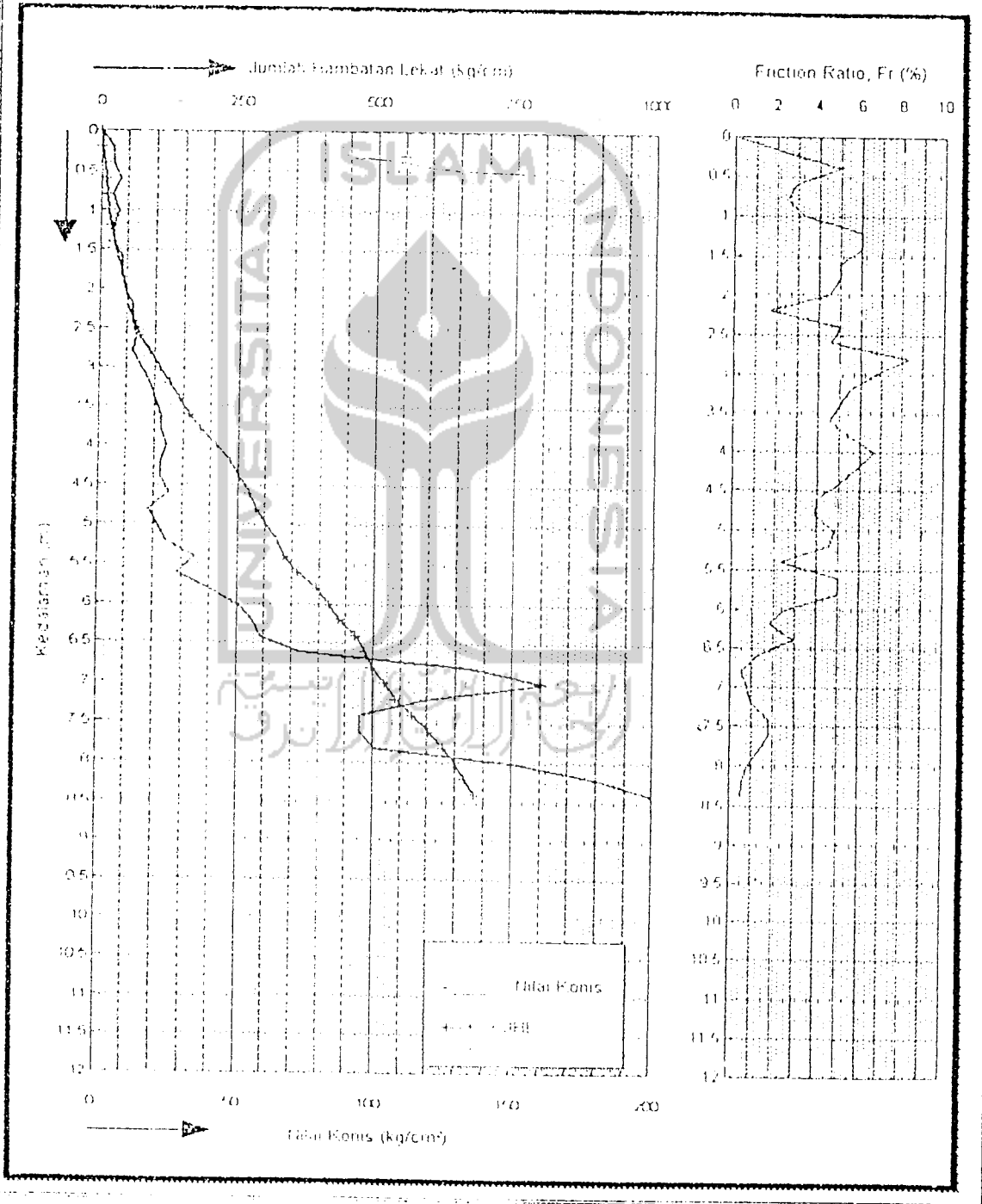
kedalaman (m)	Pertahanan F ₁₀₀ (kg/cm ²)	Jumlah pertahanan (kg/cm ²)	Jumlah hari tahan lekat (kg/cm ²)	kelembaban taha (%)	kedalaman (m)	Pertahanan Kons (kg/cm ²)	Jumlah Pertahanan (kg/cm ²)	Jumlah hari- tahan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	0	50	50	419.475	2.60
0.2	4	5	1.785	2.50	0.2	55	65	437.325	1.82
0.4	4	9	3.355	5.00	0.4	59	75	467.67	2.93
0.6	9	9	6.925	2.86	0.6	75	82	483.735	1.23
0.8	4	9	10.71	2.50	0.8	135	142	496.23	0.52
1.0	9	9	14.29	3.33	1.0	162	175	519.435	0.60
1.2	9	9	19.535	5.00	1.2	120	132	540.855	1.00
1.4	9	9	24.39	6.00	1.4	95	112	571.2	1.79
1.6	9	12	32.13	5.00	1.6	95	112	601.545	1.79
1.8	9	12	39.27	5.00	1.8	100	114	626.535	1.40
2.0	9	12	46.41	4.44	2.0	150	162	647.955	0.80
2.2	17	14	49.98	1.67	2.2	180	190	665.805	0.56
2.4	17	18	60.69	5.00	2.4	200	210	683.655	0.50
2.6	17	19	71.4	4.62	2.6				ERR
2.8	17	22	89.25	6.33	2.8			0	ERR
3.0	17	26	107.1	6.67	3.0			0	ERR
3.2	16	28	124.95	6.56	3.2			0	ERR
3.4	25	30	142.8	5.00	3.4			0	ERR
3.6	25	32	160.65	4.55	3.6			0	ERR
3.8	25	34	182.07	5.45	3.8			0	ERR
4.0	24	40	210.69	6.67	4.0			0	ERR
4.2	22	35	235.635	5.91	4.2			0	ERR
4.4	22	33	253.47	5.00	4.4			0	ERR
4.6	25	35	271.32	4.00	4.6				
4.8	12	25	283.815	3.89	4.8				
5.0	21	31	301.665	4.76	5.0				
5.2	24	35	321.3	4.58	5.2				
5.4	30	43	335.58	2.29	5.4				
5.6	13	42	360.37	5.00	5.6				
5.8	40	60	396.27	5.00	5.8				

Yogyakarta, 1 Februari 1999
 Kepala Laboratorium

(Signature)
 Ir. Irenu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 4 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kallurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts5
 Proyek : RS PKU Sida Mulya
 Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
 Tanggal : 31 Januari 1999

Dikerjakan : Yudi + Suglyana
 Diperiksa :

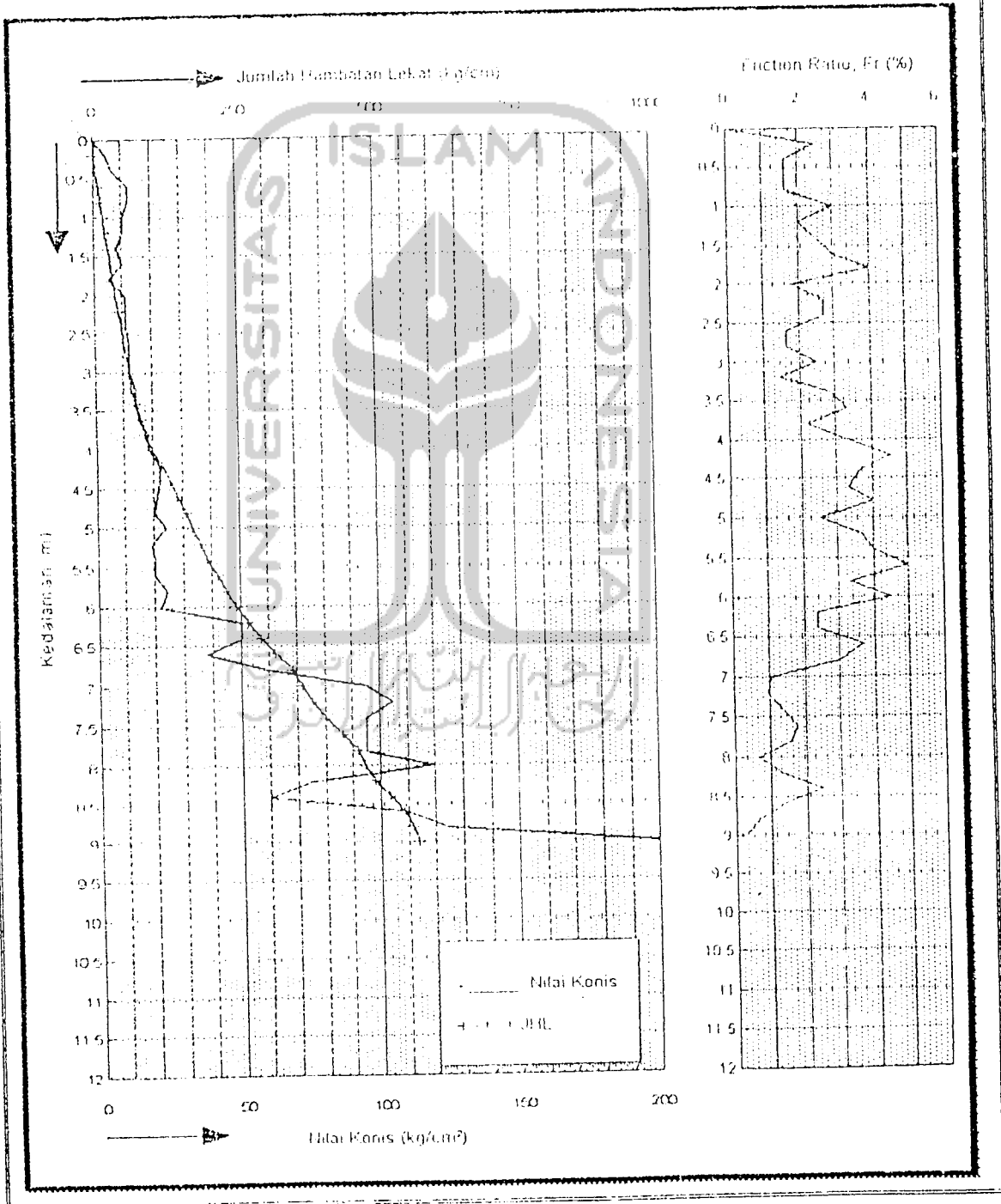
Jedagamaan (m)	Perlawanan Koris (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah harn- batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)	Jedagamaan (m)	Perlawanan Koris (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah harn- batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.2	4	5	1.795	2.50	6.2	50	62	264.18	2.40
0.4	6	7	3.57	1.57	6.4	50	62	285.6	2.40
0.6	12	14	7.14	1.67	6.6	38	52	310.59	3.68
0.8	12	14	10.71	1.67	6.8	60	78	342.72	3.00
1	10	13	16.065	3.00	7	95	105	360.57	1.05
1.2	10	12	19.635	2.00	7.2	105	115	378.42	0.95
1.4	8	10	23.205	2.50	7.4	95	108	401.625	1.37
1.6	10	13	28.56	3.00	7.6	95	112	431.97	1.79
1.8	8	7	32.13	4.00	7.8	95	110	458.745	1.58
2	11	13	36.7	1.82	8	120	128	473.025	0.67
2.2	11	14	41.055	2.73	8.2	75	85	490.875	1.33
2.4	11	14	46.41	2.73	8.4	60	75	517.65	2.50
2.6	12	14	49.98	1.67	8.6	110	125	544.425	1.36
2.8	12	14	53.55	1.67	8.8	124	132	558.705	0.65
3	12	15	58.905	2.50	9	200	205	567.63	0.25
3.2	14	16	62.475	1.43	9.2				ERR
3.4	14	18	69.615	2.86	9.4			0	ERR
3.6	16	20	78.64	3.33	9.6			0	ERR
3.8	16	22	88.56	2.22	9.8			0	ERR
4	18	24	98.39	3.33	10			0	ERR
4.2	22	32	114.24	4.55	10.2			0	ERR
4.4	22	30	128.52	3.64	10.4			0	ERR
4.6	21	28	141.015	3.33	10.6				
4.8	20	28	156.295	4.00	10.8				
5	24	30	168.005	2.50	11				
5.2	18	26	178.5	3.65	11.2				
5.4	20	28	192.78	4.00	11.4				
5.6	20	30	210.59	5.00	11.6				
5.8	24	32	224.91	3.33	11.8				

Dikerjakan : Yudi + Suglyana
 Diperiksa :

[Handwritten Signature]
 10

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 6 (0.00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kaliurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIRAN

No. Ttk : Ts5

Dikerjakan : Yudi + Sugiyana

Proyek : RS PKU Sida Mulya

Diperiksa :

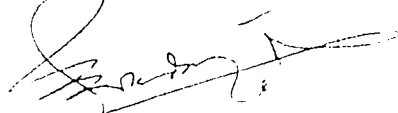
Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas

Tanggal : 31 Januari 1999

kedalaman (m)	Pertahanan Konus (kg/cm ²)	Jumlah Pertahanan (kg/cm ²)	Jumlah tahanan batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)	kedalaman (m)	Pertahanan Konus (kg/cm ²)	Jumlah Pertahanan (kg/cm ²)	Jumlah tahanan batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	6	50	62	240.975	2.40
0.2	1	6	1.785	2.50	6.2	55	65	258.825	1.82
0.4	3	6	3.57	2.00	6.4	58	75	289.17	2.93
0.6	4	6	5.355	2.50	6.6	40	52	310.59	3.00
0.8	4	5	7.14	2.50	6.8	60	78	333.795	2.00
1	9	11	12.495	3.75	7	85	95	349.66	1.05
1.2	8	10	16.085	2.50	7.2	105	115	367.71	0.95
1.4	10	12	19.635	2.00	7.4	160	169	383.775	0.56
1.6	10	13	24.99	3.00	7.6	200	212	405.195	0.60
1.8	8	12	30.345	3.33	7.8				
2	11	13	33.915	1.82	8				
2.2	10	15	42.64	5.00	8.2				
2.4	10	20	51.765	5.33	8.4				
2.6	15	21	62.475	4.00	8.6				
2.8	20	24	69.615	2.00	8.8				
3	20	32	91.035	5.00	9				
3.2	10	15	99.96	5.00	9.2				
3.4	10	22	112.455	4.67	9.4				
3.6	15	20	121.39	3.33	9.6				
3.8	15	20	130.305	5.33	9.8				
4	18	21	139.23	3.13	10				
4.2	10	15	148.155	5.00	10.2				
4.4	10	13	153.51	3.00	10.4				
4.6	12	16	160.64	3.33	10.6				
4.8	15	20	169.575	3.33	10.8				
5	15	20	178.5	3.33	11				
5.2	15	21	189.21	4.00	11.2				
5.4	25	30	198.135	2.00	11.4				
5.6	35	40	207.06	1.43	11.6				
5.8	45	55	219.555	1.45	11.8				

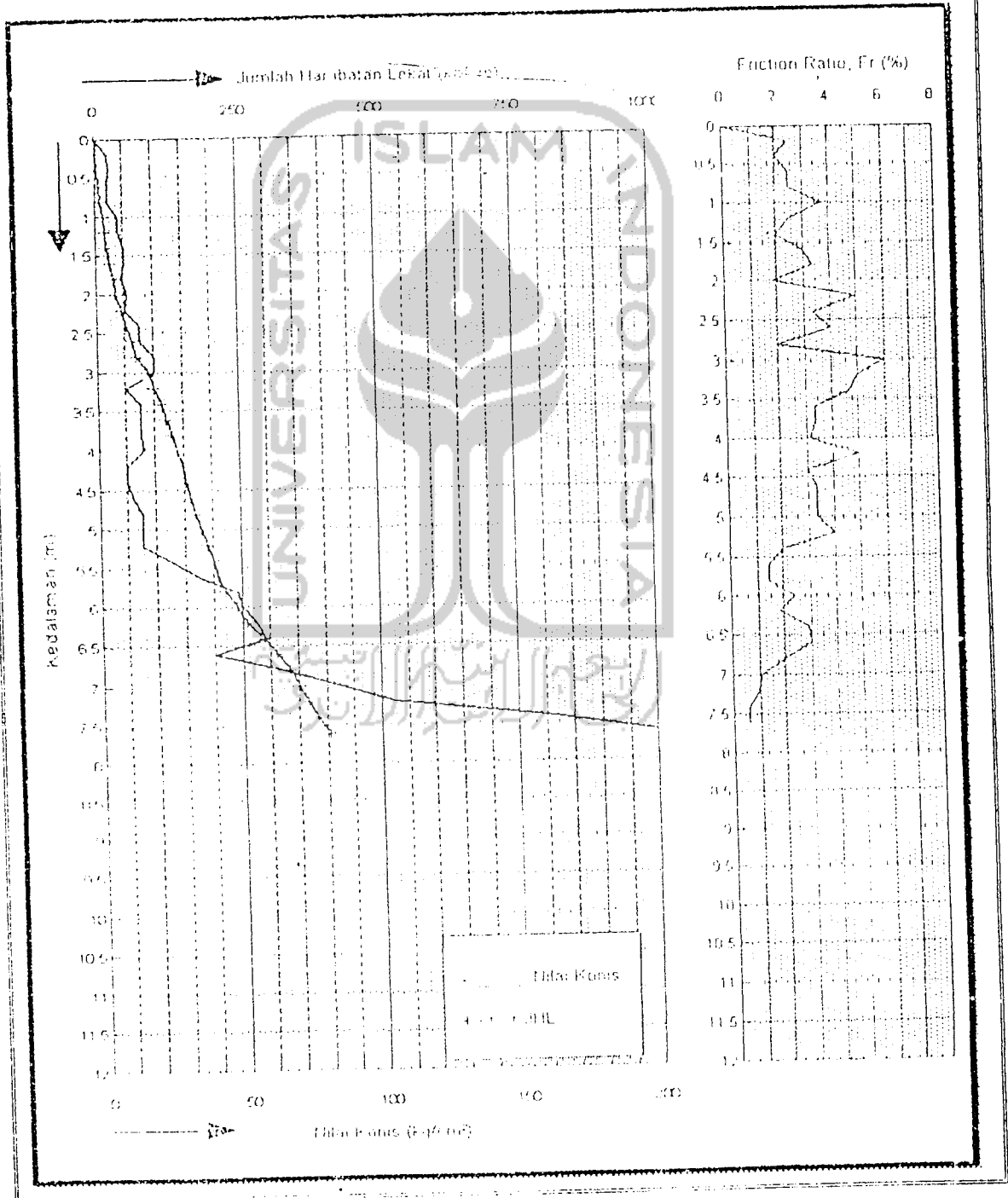
Yogyakarta, 1 Februari 1999

Kepala Laboratorium


 Ir. Ibnu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 6 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UII

Jl. Kallurang KM. 14,4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

DATA HASIL PENYONDIPAN

No. Titik : Ts7

Dikerjakan : Yudi + Suglyana

Proyek : RS PKU Sida Mulya

Diperiksa

Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas

Tanggal : 31 Januari 1999

Kedalaman (m)	Perlawanan Korosi (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hama batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)	Kedalaman (m)	Perlawanan Korosi (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (kg/cm ²)	Jumlah hama batan lekat (kg/cm)	Friction ratio (%)
0	0	0	0	0	6	15	25	201.705	6.67
0.2	4	5	1.785	2.50	6.2	12	20	215.985	6.67
0.4	5	6	3.57	2.00	6.4	12	20	230.265	6.67
0.6	4	5	5.355	2.50	6.6	12	15	235.62	2.50
0.8	4	6	7.14	2.50	6.8	10	15	244.545	5.00
1	6	11	12.495	3.75	7	15	20	253.47	3.33
1.2	12	14	16.065	1.67	7.2	15	20	262.395	3.33
1.4	12	18	26.775	5.00	7.4	30	35	271.32	1.67
1.6	10	13	32.13	3.00	7.6	30	42	292.74	4.00
1.8	8	12	37.485	3.33	7.8	60	68	307.02	1.33
2	6	11	42.84	3.75	8	48	62	332.01	2.92
2.2	7	9	46.41	2.36	8.2	43	55	353.43	2.79
2.4	7	9	49.98	2.88	8.4	90	112	392.7	2.44
2.6	6	10	53.55	2.50	8.6	185	195	410.55	0.54
2.8	6	11	58.905	3.75	8.8	206	216	428.4	0.49
3	11	13	62.475	1.32	9				
3.2	10	13	67.83	3.00	9.2				
3.4	12	15	74.97	3.53	9.4				
3.6	12	16	82.11	3.33	9.6				
3.8	12	16	89.25	3.33	9.8				
4	12	18	99.96	5.00	10				
4.2	10	14	107.1	4.00	10.2				
4.4	10	14	114.24	4.00	10.4				
4.6	10	15	123.165	5.00	10.6				
4.8	10	20	132.09	3.33	10.8				
5	10	18	139.23	2.86	11				
5.2	12	15	144.585	2.50	11.2				
5.4	20	25	153.51	2.50	11.4				
5.6	18	24	169.575	6.00	11.6				
5.8	18	25	183.855	5.33	11.8				

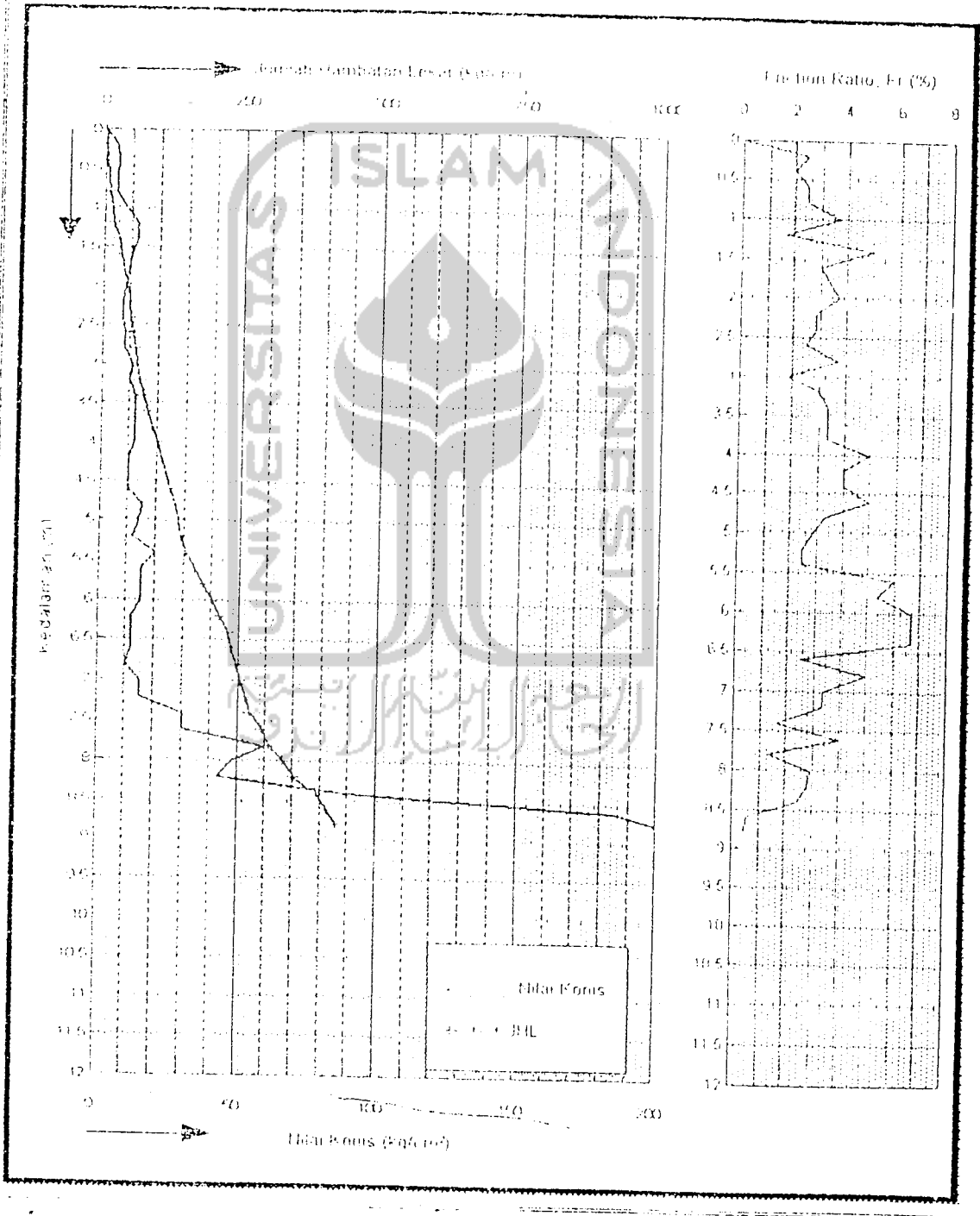
Yogyakarta, 1 Februari 1999

Kepala Laboratorium

(Signature)
Ir. Ibnu Sudarmadji, MS

GRAFIK PENYONDIRAN

NO TITIK : TS 2 (0,00 dari muka tanah setempat)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

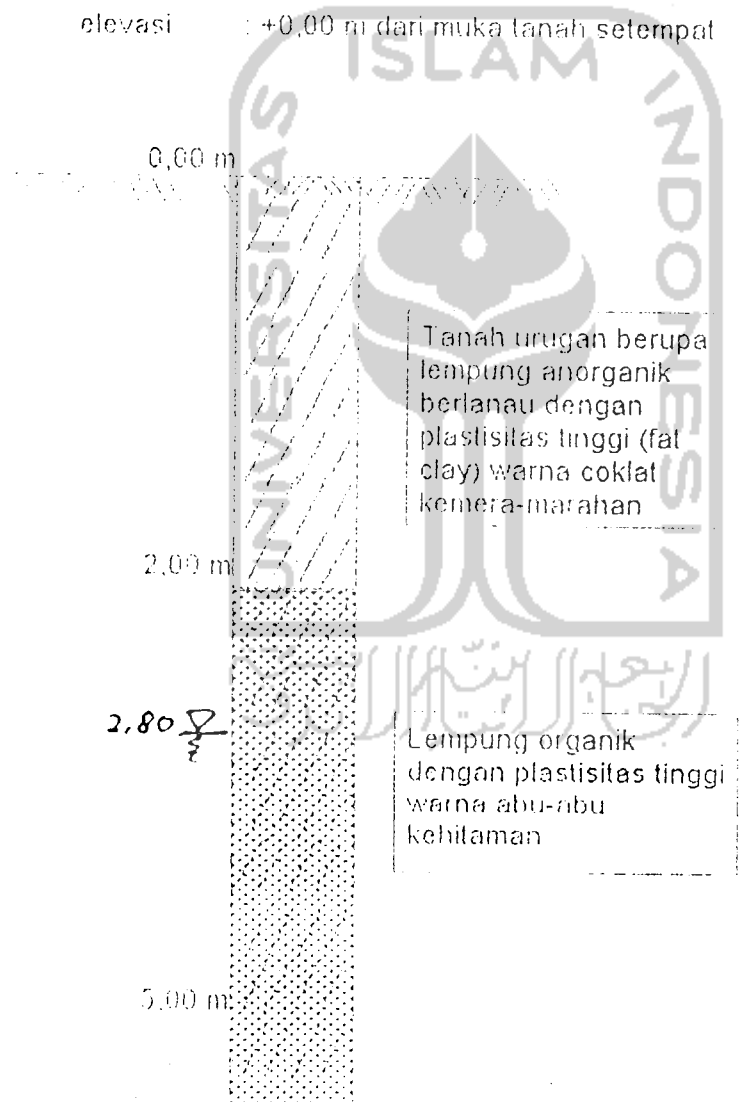
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

HASIL PENGEBORAN

Proyek : RS PKU Muhammadiyah Sida Mulya
No Titik : Tb 1
Lokasi : Desa Sida Mulya, Kec. Kemranjen, Kab. Banyumas
Tanggal : 31 Januari 1999

elevasi : +0,00 m dari muka tanah setempat





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kebonkayu I No. 14, 4 Telp. (0274) 895042, 895707, Fax. (0274) 895330, Yogyakarta

PENELitian KUALITAS TEKAN BEBAS

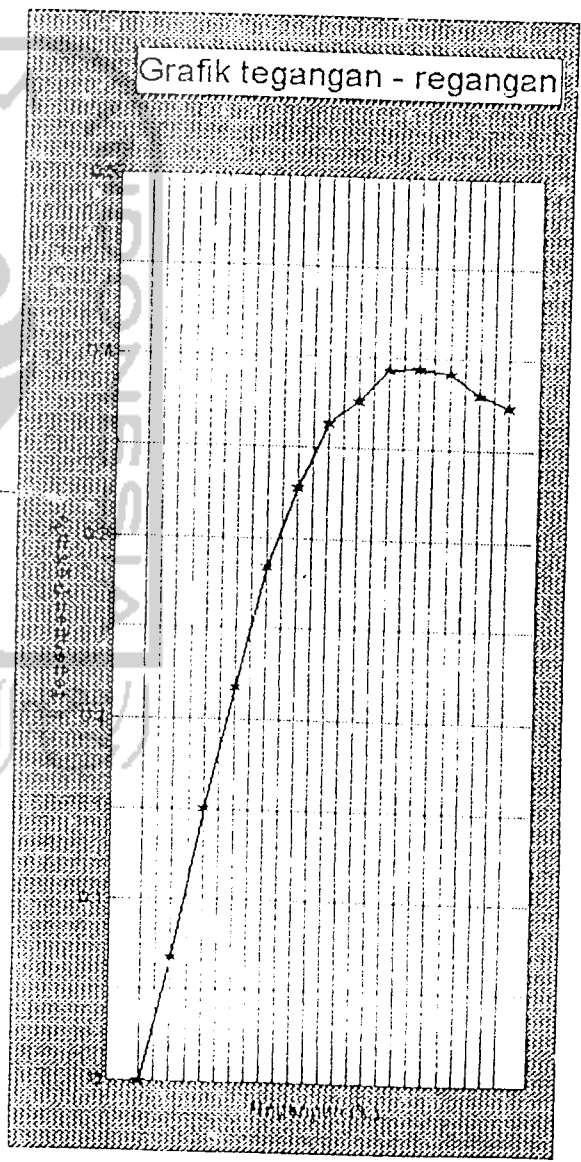
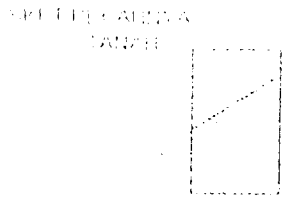
Tempok : RS. Pahlawan, Jl. Mulya, Karanggen, Banjarnegara
 Lokasi : Dada Mulya, Karanggen, Banjarnegara
 No. Titik : 1b-1, 1.50 meter dari tanggul-02
 Jenis sampel : Tanah Asli Undisturbed

Dikertjakan : Yudi + Supiyana
 Tanggal : 2-02-1999

1	Berat jenis tanah (G_s)	2.676
2	Diameter contoh tanah (a) (cm)	5.90
3	Tinggi contoh tanah (b) (cm)	4.00
4	Luas mula-mula (cm^2) : A_0	26.817
5	Volume tanah (cm^3)	23.600
6	Berat tanah (gr)	21.900
7	Berat volume tanah (gr/cm^3)	0.927
8	Berat volume Kering (gr/cm^3)	0.412

PADANG 1			
1	Berat cawan kosong (gram)	21.90	22.21
2	Berat cawan + tanah basah (gram)	40.85	45.48
3	Berat cawan + tanah kering (gram)	51.16	54.67
4	Berat Air (gram)	18.95	21.82
5	Berat tanah kering (gram)	38.28	42.46
6	Kelembaban tanah (%)	49.10	51.39
7	Kelembaban rata-rata (%)	50.75	

$q_u = 0.394 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.128 \text{ kg/cm}^2$
SUDUT
PECAH = 57 derajat
 $\phi = 24 \text{ derajat}$





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kalirejo KM 14.4 Telp (0274) 895042, 895707 Fax (0274) 895330 Yogyakarta

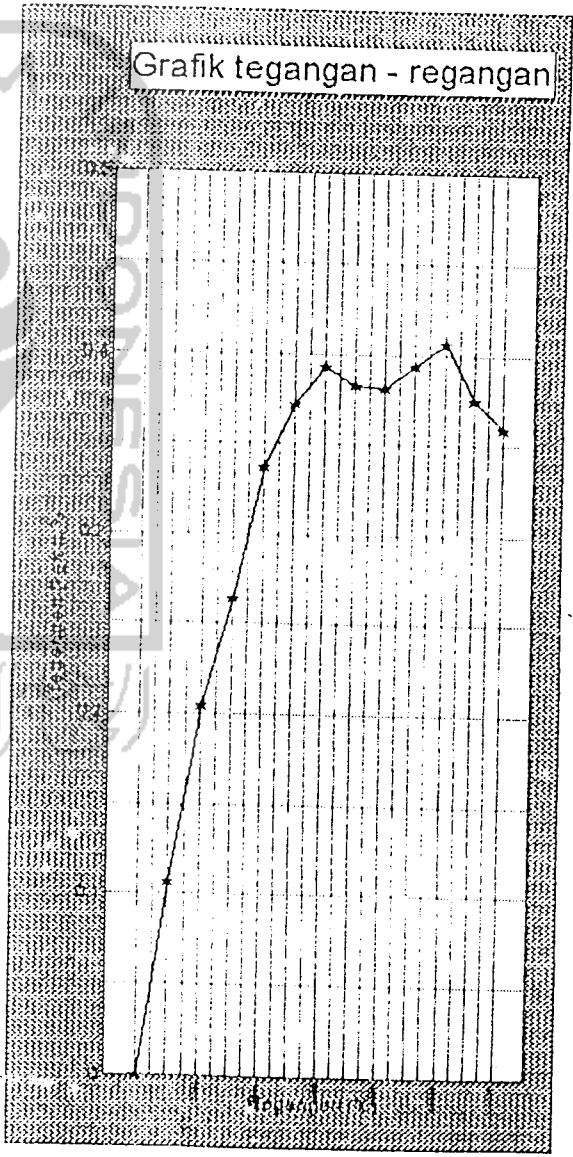
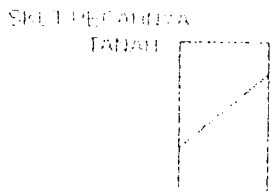
RENCANA PENELITIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek : RSE PR 11/1001 - 1002 Mulya, Karangrejo, Banyuwangi
 Lokasi : Sada Mulya, Karangrejo, Banyuwangi
 Dikertjakan : Yudi + Sugiyana
 Tanggal : 2-02-1999
 Jenis sampel : Tanah Asli (Undisturbed)

1	Densitas jenis tanah (γ_{sat})	21.00
2	Diameter contoh tanah (ϕ) (cm)	3.00
3	Tinggi contoh tanah (L_c) (cm)	14.00
4	Luas muka-mula ($\pi \phi^2 / 4$) = A_0	7.0686
5	Volume tanah (V) (cm ³)	509.436
6	Berat tanah (q_t)	1051.408
7	Berat volume tanah (q_{tv}) (gr/cm ³)	2.0639
8	Berat volume kering (q_{tk}) (gr/cm ³)	1.746

PALAN 0112		
1	Berat air dalam keystone (gram)	11.02
2	Berat air dalam keystone dalam keystone (gram)	11.40
3	Berat air dalam keystone dalam keystone (gram)	11.15
4	Water Air (gram)	10.30
5	Berat tanah kering (gram)	20.42
6	Berat air dalam tanah (%)	64.42
7	Kelembaban rata-rata (%)	64.02

$q_u = 0.407 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.171 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 50 derajat
 $\phi = 10 \text{ derajat}$



01 02 1999 01 01



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 JURUSAN TEKNIK SIPIL - FTSP
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliburang KM 14.4 Telp (0274) 095042, 095707, Fax (0274) 095330, Yogyakarta

PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

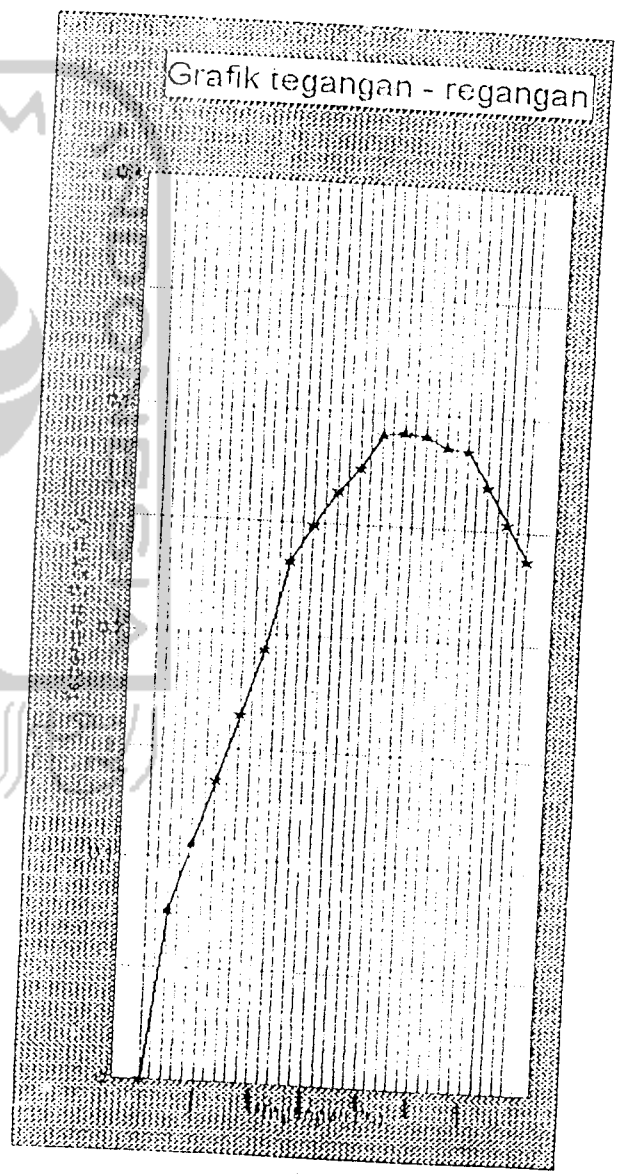
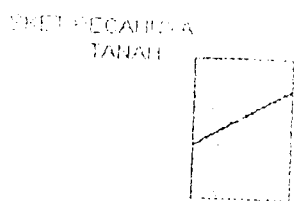
PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Proyek: R.S. D.P.U. Mekar Sari Mulya Perumahan, Banyuwangi
 Lokasi: C. So Mulya Perumahan, Banyuwangi
 No. Titik: 10-1, 4,50 meter (tak terganggu)?
 Jenis sampel: Tanah Asli Undisturbed
 Diktyakan: Yudi Sugiyana
 Tanggal: 2-02-1998

1	Berat jenis tanah (G_s)	2.520
2	Diameter contoh tanah (ϕ) cm	3.81
3	Tinggi contoh tanah (L_0) cm	14.00
4	Puas mula mula (σ_{vm}^2) = A_v	20.31
5	Volume tanah (V) cm ³	15.43
6	Berat tanah (P)	15.03
7	Berat volume tanah (ρ) g/cm ³	1.039
8	Berat volume kering (ρ_d) g/cm ³	0.829

KADAR AIR		
1	Berat cawan kosong (gram)	21.74
2	Berat cawan + tanah basah (gram)	50.50
3	Berat cawan + tanah kering (gram)	50.43
4	Berat Air (gram)	19.15
5	Berat tanah kering (gram)	31.69
6	Pada air tanah (%)	60.44
7	Pada air rata-rata (%)	60.36

$q_u = 0.292 \text{ kg/cm}^2$
 $c = 0.102 \text{ kg/cm}^2$
 SUDUT
 PECAH = 55 derajat
 $\phi = 20 \text{ derajat}$





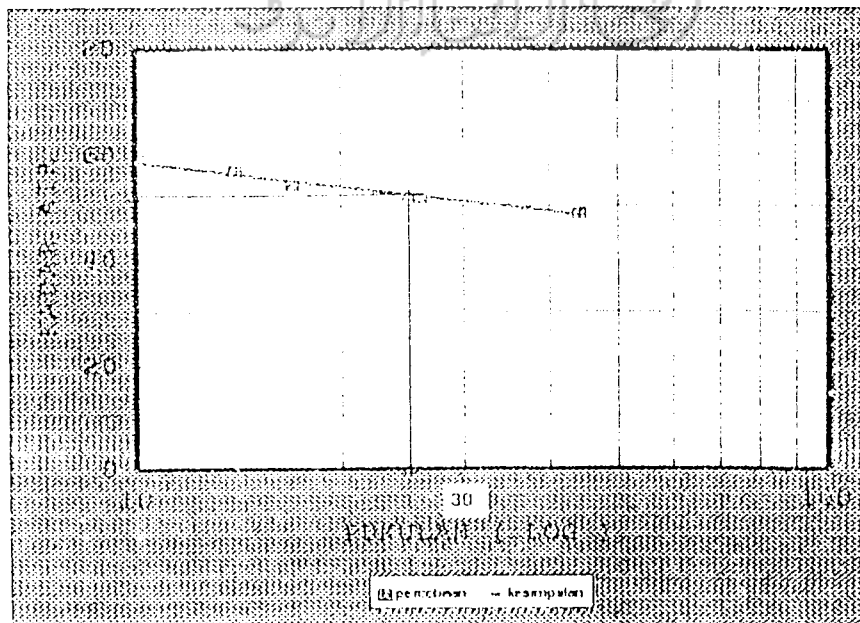
PENGUJIAN BATAS CAIR

PROYEK RS PKU Sida Mulya Tanggal 10-02-1999
 NO CONTOH 1 Dikerjakan Yudi + Sugiyana
 NO BOR 1
 KEDALAMAN 1.50 meter

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.04	21.65	21.09	21.79	21.44	21.86	21.12	21.95
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	39.57	55.50	50.06	40.50	46.20	46.70	50.12	39.26
4	Berat cawan + tanah kering (qr)	37.95	43.20	40.00	34.00	37.95	38.20	40.60	33.60
5	Berat air (3) - (4)	6.72	12.30	10.06	6.50	8.35	8.50	9.52	5.66
6	Berat tanah kering (4) - (2)	11.91	21.55	18.11	12.21	15.41	16.34	19.48	11.65
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	56.50	57.00	55.55	53.24	50.00	52.02	48.87	48.58
8	KADAR AIR RATA-RATA =		56.99		54.39		51.45		46.73
9	PUKULAN		14		17		26		44

BATAS PLASTIS

NO	NO. CAWAN	1	2	KESIMPULAN	
				FLOW INDEX	:
1	NO CAWAN				
2	BERAT CAWAN KOSONG	11.49	14.20	FLOW INDEX	: 6.711
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	43.17	48.50	BATAS CAIR	: 62.26 %
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	37.95	33.33	BATAS PLASTIS	: 36.92 %
5	BERAT AIR (3)-(4)	5.77	7.17	INDEX PLASTISITAS	: 15.34 %
6	BERAT TANAH KERING (4) - (2)	15.87	19.13		
7	KADAR AIR = $\frac{(5)}{(6)} \times 100\%$	36.35	37.48		
8	KADAR AIR RATA-RATA =		36.92		





LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Salekerta KM 14.4 (Cip) (5074) 895042, 895095, Fax: (0274) 895030, Yogyakarta

PENGUJIAN BATAS CAIR

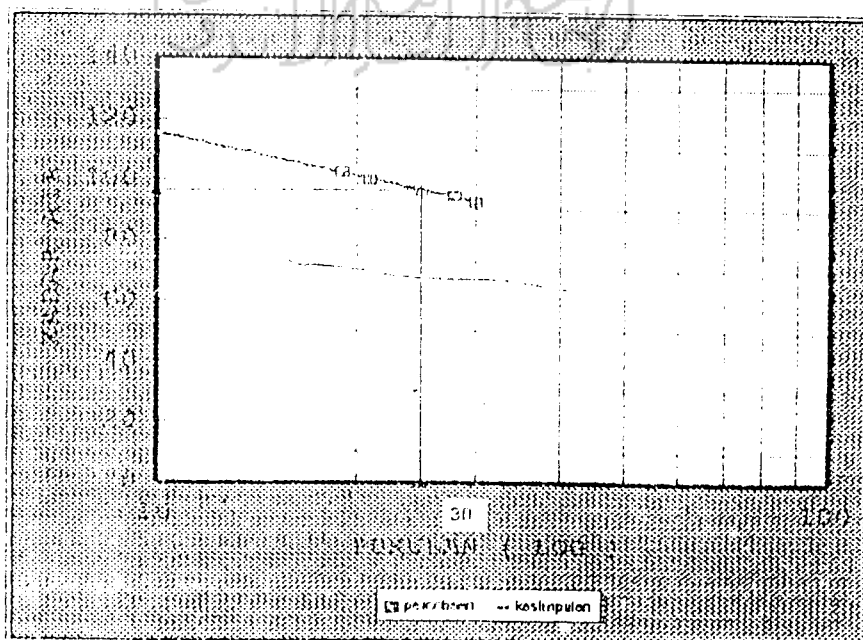
PROYEK : 1-3 PERENCANAAN
 NO CONTOH : 1
 NO BOR : 1
 KEDALAMAN : 4.50 meter

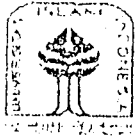
Tanggal : 19-02-1999
 Bereskan : Yudi & Sugyana

NO	NO. PENGUJIAN	I		II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	NO CAWAN								
2	Berat cawan kosong	21.86	22.14	21.75	21.20	21.67	21.86	22.05	22.26
3	Berat cawan + tanah basah (gr)	37.50	51.74	45.50	46.50	37.43	52.70	48.58	49.77
4	Berat cawan + tanah kering (gr)	29.57	36.76	33.61	33.67	29.74	37.72	35.86	36.50
5	Berat air (3)-(4)	7.93	14.98	11.89	12.83	7.69	14.98	12.72	13.27
6	Berat tanah kering (4)-(2) (5)	7.71	14.64	11.86	12.47	8.07	15.86	13.81	14.24
7	KADAR AIR =x 100 % = (6)	102.85	102.13	100.25	99.68	95.29	94.45	92.11	93.19
8	KADAR AIR RATA-RATA		102.62		99.97		94.67		92.65
9	PUKULAN		10		21		28		30

BATAS PLASTIS

NO	URAIAN PERCOBAAN	I		KESIMPULAN
		1	2	
1	NO CAWAN			
2	BERAT CAWAN KOSONG	21.45	22.23	
3	BERAT CAWAN + TANAH BASAH	33.20	30.10	FLOW INDEX : 17.302
4	BERAT CAWAN + TANAH KERING	29.20	31.10	BATAS CAIR : 96.72 %
5	BERAT AIR (3)-(4)	4.00	5.50	BATAS PLASTIS : 51.11 %
6	BERAT TANAH KERING (4)-(2) (5)	7.75	10.67	INDEX PLASTISITAS : 45.61 %
7	KADAR AIR =x 100 % = (6)	51.61	50.00	
8	KADAR AIR RATA-RATA		51.11	





LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Laburano KM 14.4 Telp. (0274) 895041, 895707 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

PENGUJIAN BATAS CAIR

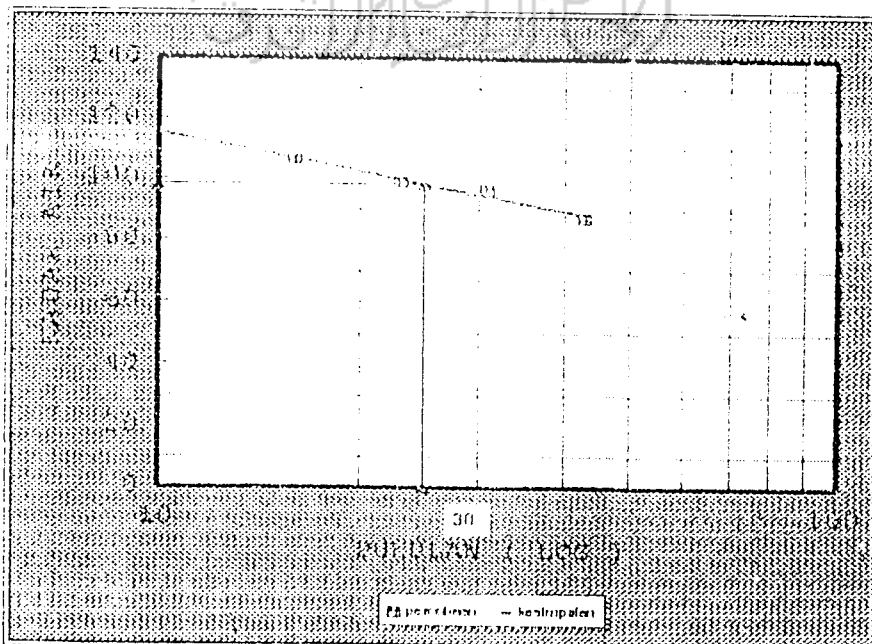
PROYEK : ...
 NO CONTOH : ...
 NO BOR : ...
 KEDALAMAN : ... meter

Tanggal : 10-02-1999
 Dibuatkan : Yudi + Sugiyana

NO	NO PENGUJIAN	I			II		III		IV	
		1	2	3	4	5	6	7	8	
1	NO CAWAN									
2	Berat cawan kosong	22.00	22.15	21.74	21.67	22.23	22.10	21.80	22.48	
3	Berat cawan + tanah basah (20)	38.00	38.20	37.35	37.19	38.62	38.79	38.75	39.40	
4	Berat cawan + tanah kering (20)	28.25	28.40	27.70	27.00	28.62	28.18	28.65	29.09	
5	Berat air (3) - (4)	9.75	10.00	10.08	10.19	11.00	12.61	13.12	7.31	
6	Berat tanah kering (3) - (2)	6.25	6.24	6.96	6.93	6.39	6.68	6.78	8.61	
7	KADAR AIR =x 100 % =	100.00	164.40	99.27	98.64	96.58	96.41	88.77	84.90	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		100.00		98.90		96.49		86.83	
9	PUKULAN		16		23		31		43	

BATAS PLASTIS

NO	NO PENGUJIAN			KESIMPULAN
		1	2	
1	NO CAWAN			
2	Berat cawan kosong	14.00	14.45	FLOWINDEX : 17.859 BATAS CAIR : 98.18 % BATAS PLASTIS : 48.75 % INDEX PLASTISITAS : 49.43 %
3	Berat cawan + tanah basah	26.84	27.97	
4	Berat cawan + tanah kering	22.14	22.54	
5	Berat air (3) - (4)	4.70	4.43	
6	Berat tanah kering (3) - (2)	8.64	9.06	
7	KADAR AIR =x 100 % =	48.61	48.90	
8	KADAR AIR RATA-RATA =		48.75	



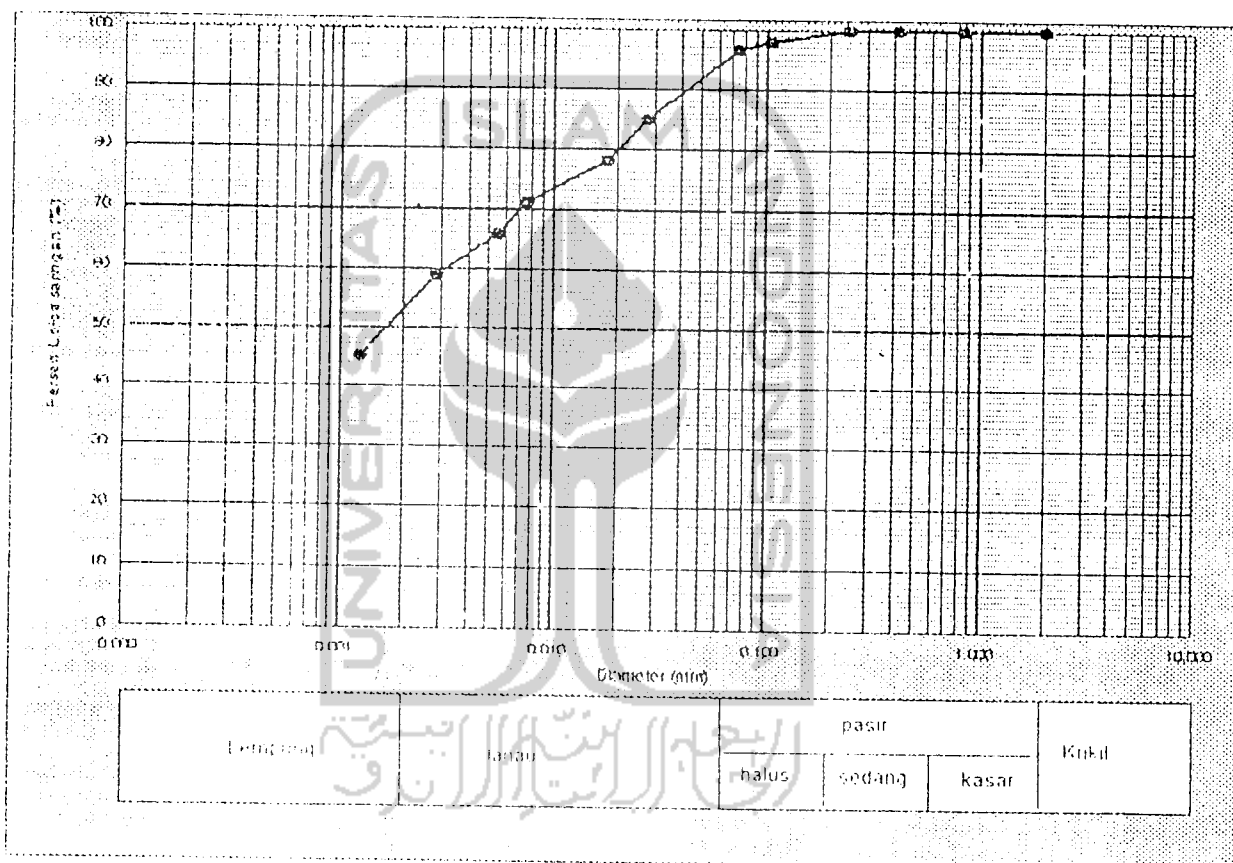


LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK ANALISIS
DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH

Proyek : RS PKU MUH Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas
No. Tutuk : 1 (2,50 m)
Lokasi : Sida Mulya, Kemranjen, Banyumas

Dikerjakan : Yudi + Sujiyana



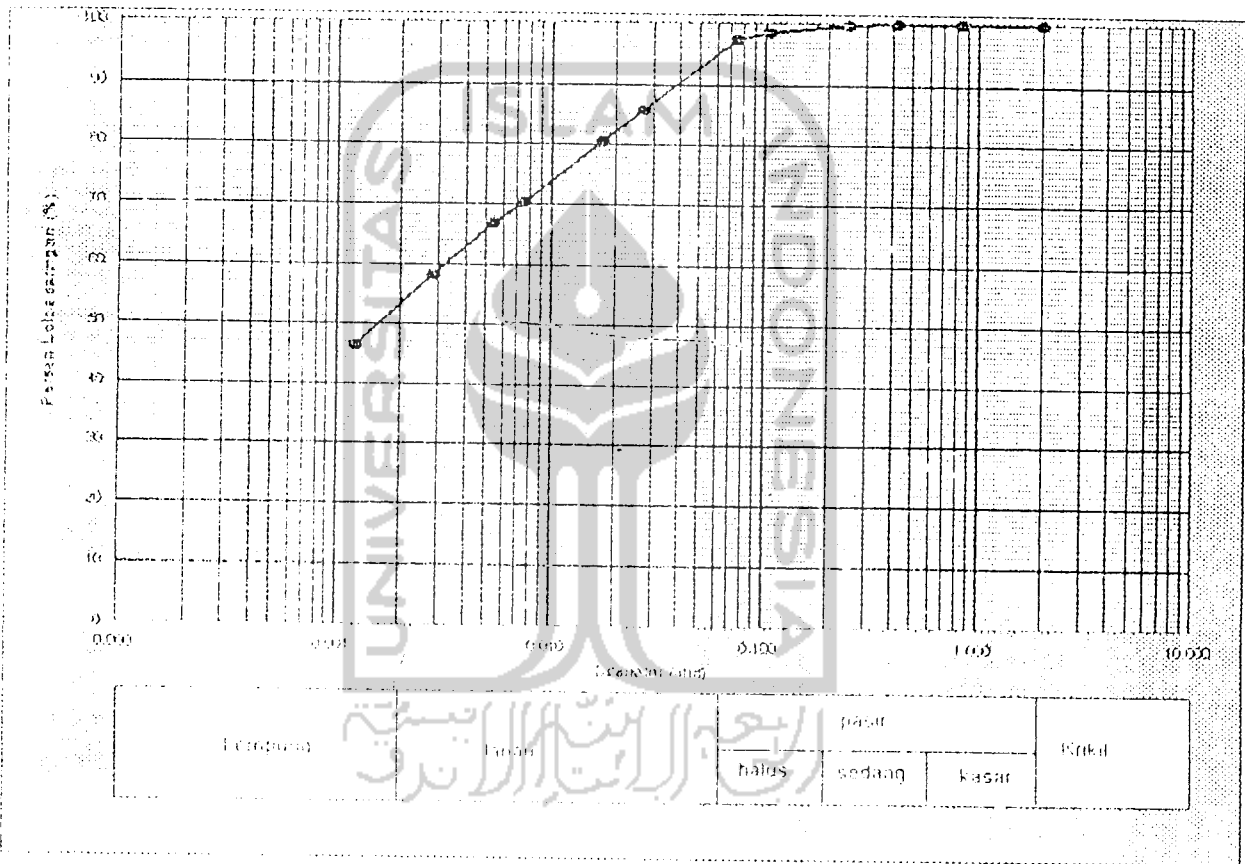


LABORAATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

GRAFIK ANALISIS
DISTRIBUSI BUTIRAN TANAH

No. Sampel : 1001
Nama : Lada Mulya, Kesatrian, Nanyuman
No. Ujian : 100100101

Dikejarkan : Yudi + Suqiyana

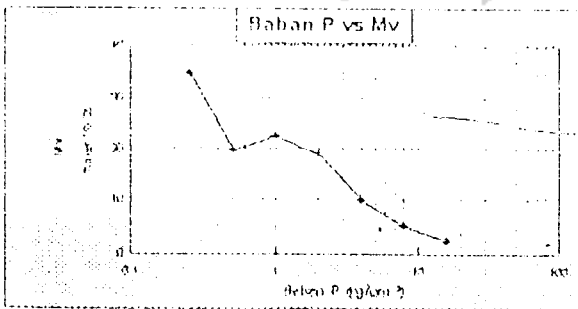
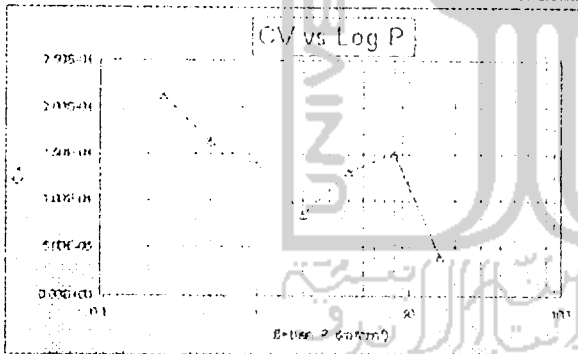
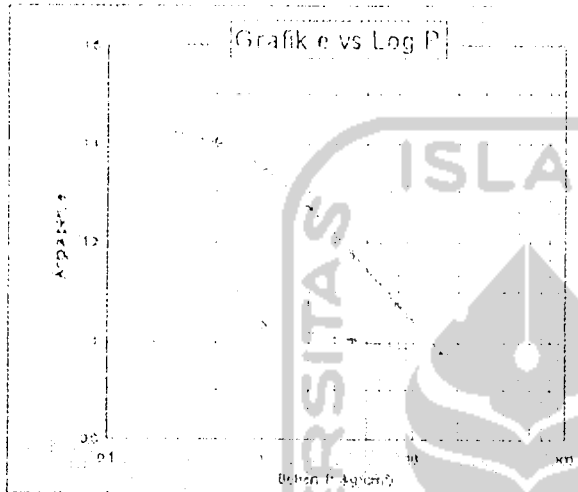




PEMILIHAN KONSOLIDASI

Uraian : ...
 Tanggal : ...
 Disiapkan oleh : ...
 Disetujui oleh : ...
 Revisi : ...
 Disetujui oleh : ...

No. Uji : ...
 No. Contoh : ...
 Kelembaban : ...
 Luas cincin (A) : ...
 Tinggi cincin (H) : ...
 Volume cincin (V) : ...



HASIL DATA PENGUKUHAN		
Kelembaban Tanah		
Berat Cawan + Pasir	W1	21.90
Berat Cawan + Tanah Basah	W2	86.49
Berat Cawan + Tanah Kering	W3	61.18
Kelembaban	$w = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \cdot 100\%$	60.102
Kelembaban Batas Atas	$w(1)$	50.746
Berat cincin + Tanah Basah	W4	99.440
Berat Tanah Basah	$(W4 - W3)$	64.440
Berat Tanah Kering	$(W_4 - \frac{W_3}{1 + w_w})$	42.747
Berat Volume Tanah Kering	$(\rho_d = \frac{W_4}{V})$	1.080
Tinggi bagian padat	$(H_c = \frac{W_4}{G_s \cdot A})$	0.813
Angka pori	$(e_s = \frac{H_v - H_c}{H_c})$	1.459
Tetapan Kelembaban	$(S_w = \frac{w \cdot G_s}{e_s})$	92.372

HASIL DATA PENGUKUHAN		
Berat cincin + Tanah Basah	W5	67.6
Berat cincin + Tanah Kering	W6	77.24
Berat Tanah Kering	$(W6 - W5)$	42.24
Kelembaban	$(w_w = \frac{W_6 - W_5}{W_6})$	0.482
Tinggi bagian padat	$(H_c = \frac{W_6}{G_s \cdot A})$	0.813
Angka pori	$(e_w = \frac{H_v - H_c}{H_c})$	1.036
Tetapan Kelembaban	$(S_w = \frac{w \cdot G_s}{e_w})$	1.236



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telp. (0271) 895042 Yogyakarta 55584

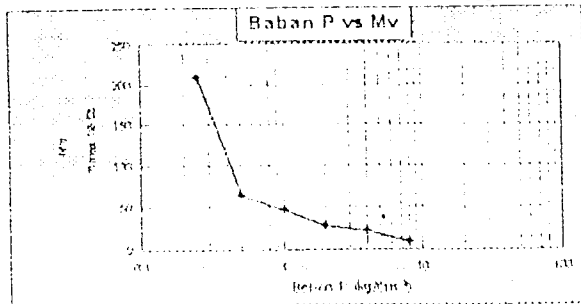
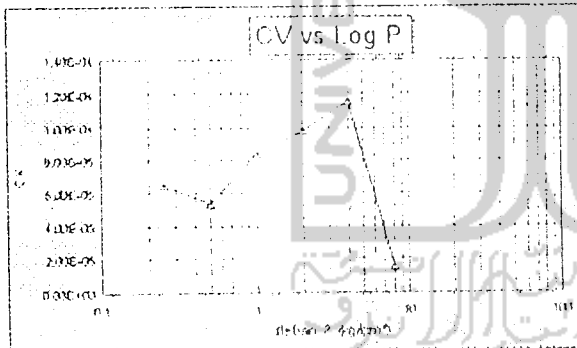
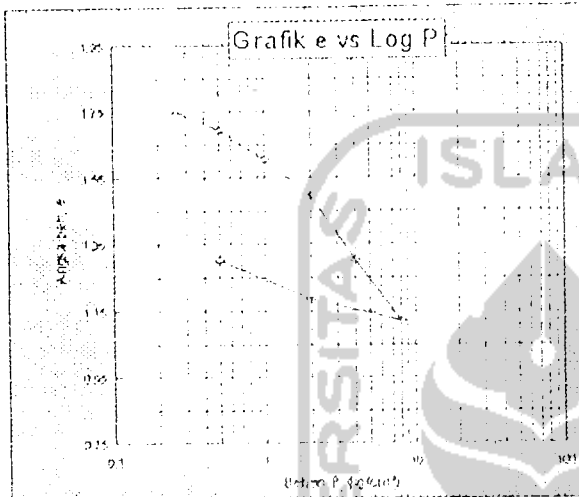
PEERUGUJIAN KONSOLIDASI

Proyek : US 1 KU (Sd) (M) 1
 Tanggal : 02/02/2019
 Disiapkan oleh : Dugyan

No. Bor : 1b 1
 No. Contoh : Sampel 1
 Kedalaman : 4,06 m

Berat Cawan Tanah (G) : 240 gram/cm³
 Berat Cincin (M_c) : 34,20 gr
 Diameter cincin (d) : 6,02 cm

Luas cincin (A) : 19,79 cm²
 Tinggi cincin (H₀) : 2,05 cm
 Volume cincin (V) : 40,57 cm³



SEBELUM PERSEDIAAN			
Berat An Tanah	1	2	
Berat Cawan Kosong	W1	21,72	21,60
Berat cawan + tanah basah	W2	68,46	66,73
Berat cawan + tanah kering	W3	50,15	48,99
Udara Air $\frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$		64,474	64,768
Udara Air Rata-rata	$w(r) =$		64,621
Berat cincin + tanah basah	W4 =		30,920
Berat Tanah basah	(W4 - Wc)		56,720
Berat tanah kering	$\left(W_3 - \frac{W_3 - W_1}{1 + w_r} \right)$		34,455
Berat volume tanah kering	$\left(V_s = \frac{W_3}{\gamma_s} \right)$		3,049
Tinggi bagian padat	$\left(H_s = \frac{W_3}{G_s \cdot A} \right)$		0,196
Angka pori	$\left(e_s = \frac{V_v - H_s}{H_s} \right)$		1,044
Tingkat ketenyaringan	$\left(S_u = \frac{w_r \cdot G_s}{e_s} \right)$		63,103

SEBESAR PERSEDIAAN			
Berat cincin + tanah basah	W5	95	
Berat cincin + tanah kering	W6	72,4	
Berat tanah kering	(W6 - Wc)	38,2	
Udara Air $\left(w_r = \frac{W_5 - W_6}{W_5} \right)$		0,592	
Tinggi bagian padat	$\left(H_s = \frac{W_6}{G_s \cdot A} \right)$		0,696
Angka pori	$\left(e_s = \frac{H_v - H_s}{H_s} \right)$		1,303
Tingkat ketenyaringan	$\left(S_u = \frac{w_r \cdot G_s}{e_s} \right)$		1,135



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN UIN
Jl. Kaliruang KM. 14.4 Telp. (0274) 895042 Yogyakarta 55584.

PENGUJIAN KONSOLIDASI

Proyek : RS PKU Sida Mulya
 Tanggal : 02-02-1999
 Pelugas : Yudi + Sugiyana

Berat Jenis Tanah : 2.66 gram/cm³
 Berat Cincin (Wc) : 34.20 gr.
 Diameter cincin (e) : 5.02 cm

Luas cincin (A) : 19.79 cm²
 Tinggi cincin (Hc) : 2.05 cm
 Volume cincin (Vc) : 40.57 cm³

No Bor :
 No. Contoh :
 Kedalaman :
 Tbl :
 Sampel :
 m

Beban P (kg/cm ²)	Pemb. Akhir dial (mm)	Perubahan tebal AH (mm)	Perubahan angka pori $\Delta e = \frac{\Delta e}{e}$	Angka pori $e = e_0 - \Delta e$	$C_c = \frac{\Delta e}{\frac{10.6}{P} - \Delta e}$	Tebal akhir H = $\frac{H_0 - \Delta H}{2}$ (cm)	1/2 tebal rata-rata $d = \frac{H_0 + H}{2}$ (cm)	$\sqrt{V_c}$	t_{50} (menit)	t_{90} (detik)	$C_u = \frac{2.25 \cdot t_{90}}{t_{50}}$ (cm ² /detik)
0	11										
0.25	9.675	1.325	0.110234	1.7537349	4.508344	1.9175	1.9366	14	196	11700	6.43E-05
0.5	9.267	0.417	0.023629	1.6307658	0.525249	1.8757	1.8444	15	225	12500	5.24E-05
1	8.831	0.026	0.0046	1.6260658	0.269642	1.8131	1.7745	11.5	1323	7935	6.41E-06
2	7.88	0.771	0.110724	1.4930115	0.144964	1.76	1.6695	10	100	6000	6.34E-05
4	6.539	1.321	0.16571	1.303317	0.13829	1.6030	1.54045	9.5	72.25	4325	1.18E-04
8	5.27	1.268	0.16249	1.121196	0.046394	1.477	0.7395	11	121	7260	1.50E-05
2	5.12	-0.45	-0.0049	1.1957445							
0.5	6.539	0.916	-0.11491	1.303317							



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang KM. 14.4 Telp. (0271) 893042 Yogyakarta 55584

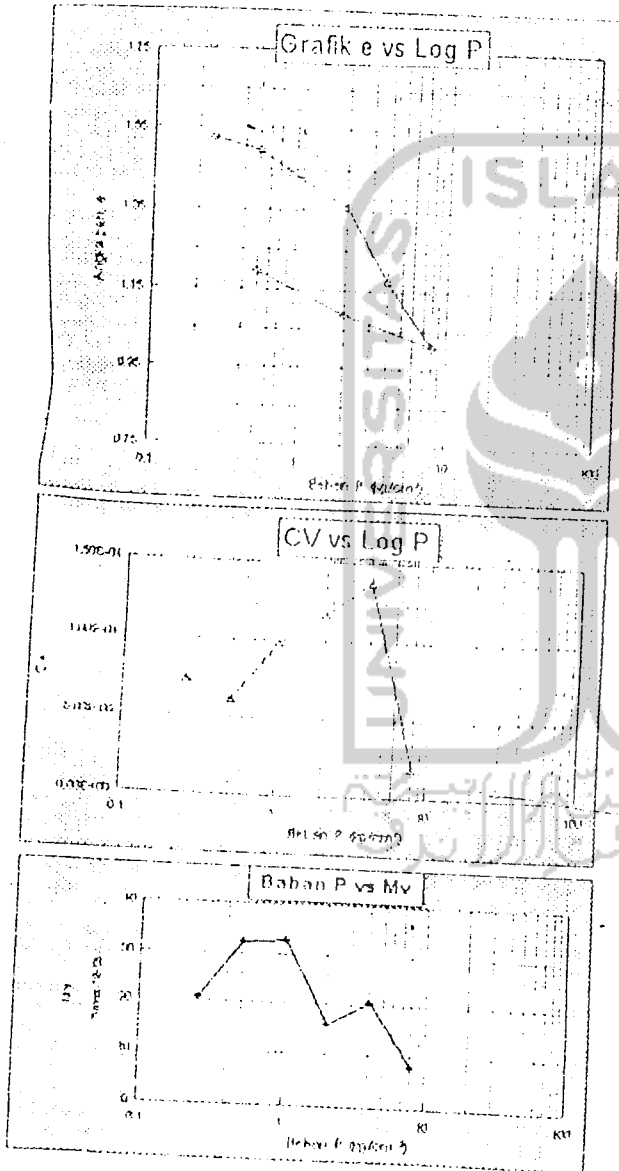
PEERUGIAN KONSOLIDASI

Proyek : PEERUGIAN KONSOLIDASI
 Tanggal : 07/07/2020
 Disiapkan oleh : Andi Satrio Nugroho

Berat Jenis Tanah (G_s) : 2.65 gram/cm³
 Berat Cincin (W_c) : 34.18 gr
 Diameter cincin (D_c) : 5.02 cm

No. Eor : 1b1
 No. Contoh : Sampel 1
 Kedalaman : 4.50 m

Luas cincin (A) : 19.79 cm²
 Tinggi cincin (H₀) : 2.05 cm
 Volume cincin (V) : 40.57 cm³



SEBUAH PERHITUNGAN			
Kadar Air Tanah		1	2
Berat Cawan Kosong	W ₁	21.74	21.60
Berat Cawan + tanah basah	W ₂	69.58	69.65
Berat cawan + tanah kering	W ₃	50.43	50.19
Kadar Air	$\frac{W_2 - W_1}{W_3 - W_1} \times 100\%$	66.740	65.953
Kadar Air Rata-rata	$w(\%) =$		66.351
Berat cincin + tanah basah	W _b =		101.190
Berat tanah basah	(W _b - W ₁ - W _c)		67.370
Berat tanah kering	$(W_3 - \frac{W_1}{1 - w})$		40.282
Berat volume tanah kering	$(\gamma_d = \frac{W_3}{V})$		0.993
Tinggi bagian padat	$(H_p = \frac{W_3}{G_s \cdot A})$		0.804
Angka pori	$(e_s = \frac{H_0 - H_p}{H_p})$		1.540
terajat kekompakan	$(S_r = \frac{w \cdot G_s}{e_s})$		100.418

SEBUAH PERHITUNGAN		
Berat cincin + tanah basah	W _b	97.75
Berat cincin + tanah kering	W ₃	74.33
Berat tanah kering	(W ₃ - W _c)	40.15
Kadar Air	$(w_{10} = \frac{W_b - W_c}{W_3})$	0.576
Tinggi bagian padat	$(H_p = \frac{W_3}{G_s \cdot A})$	0.804
Angka pori	$(e_{10} = \frac{H_0 - H_p}{H_p})$	1.198
terajat kekompakan	$(S_{r10} = \frac{w_{10} \cdot G_s}{e_{10}})$	1.217

Tiang Pancang Beton Pracetak



GUIDE AND CHECKLIST FOR HANDLING AND DRIVING PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE PILES.

Following is a list of pointers and guides for correct handling and driving of precast/prestressed concrete piles. This checklist may also assist in reviewing conditions when failure of piles is experienced.

1. HANDLING

- a) Piles are provided with lifting hooks which are located at the proper lifting points. Piles shall be lifted only by the use of these hooks. Employment of other pick-up points shall first be subjected to approval by PPI representatives.
- b) Piles shall be supported only at locations where lifting hooks are provided. Supporting dunnage shall be wide enough to prevent sinking into the ground. No portion of the piles should be allowed to touch the ground as this will induce indeterminate stresses which will cause breakage.

2. DRIVING LEAD

- a) The hammer jaws must fit the guides of the driving lead with a play of not more than 12,7mm to assure axial delivery of blows.
- b) The lead must extend as far below as necessary to guide the hammer down to its lowest point in driving.
- c) The lead guides must be straight within + 12.70 mm in three (3) meters or 25 mm over its entire length.
- d) In the case of vertical piles the lead must be plumb to within 25 mm off the vertical. The lead must be provided with a plumb line to permit checking of plumbness at all times during driving.
- e) In the case of battered piles, rigid lead must be used, which shall be adequately braced at the bottom from the driving crane. The pile must be supported uniformly over its entire length against the lead in order to prevent undue stresses from developing in the pile.

3. HELMET

- a) The helmet must fit over the pile head with not more than 12.70 mm space around to limit eccentricity.
- b) The helmet must fit and seat correctly inside the hammer casing. Incorrect helmet positioning will cause eccentricity blows on the pile which would result in spalling of the pile head.
- c) The helmet must be provided with appropriate wooden cushion block. The ram should be free to enter the helmet sleeve and strike the cushion block squarely and concentrically.

GUIDE and CHECKLIST (CON'T)

4. PACKING

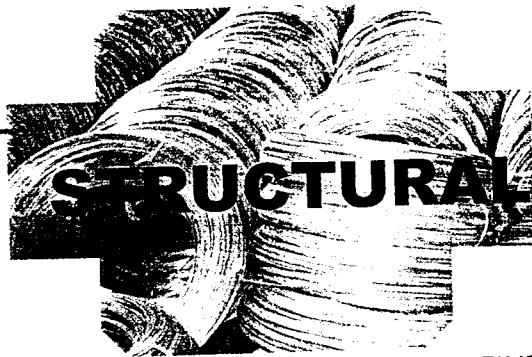
- a) Kruing, Kamper or Pine Wood shall be used for packing between the helmet and the pile.
- b) A minimum of seventy five (75) millimeter thick packing shall be used.
- c) A new packing must be used for every pile.

5. HAMMER

- a) Correct ram weight corresponding to the hammer energy rating must be verified.
- b) The height of drop must check with the specified rating of the hammer.
- c) Frequency of drop must correspond to hammer specifications.

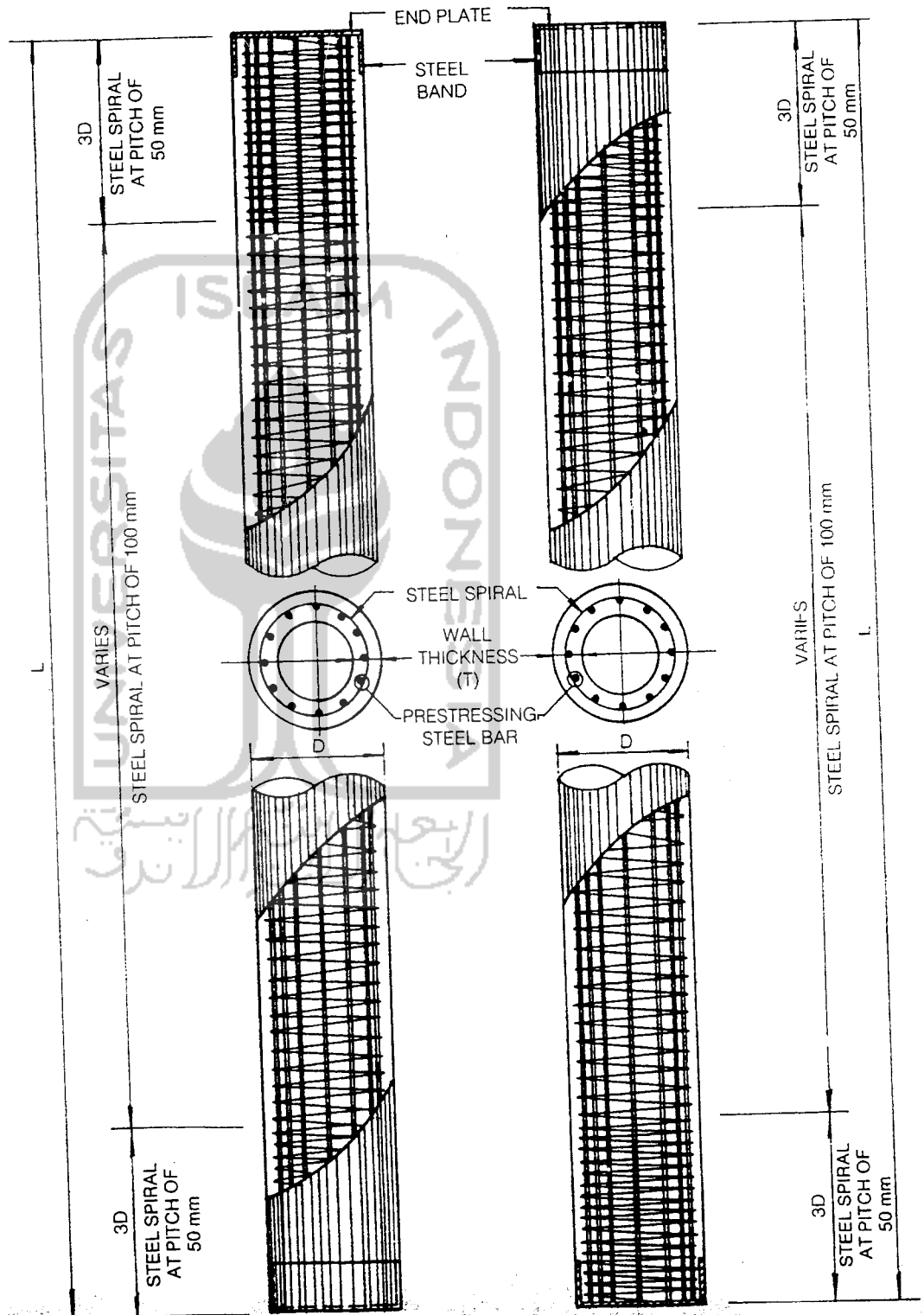
6. DRIVING

- a) The required number of blows commensurate with the required bearing capacity should not be exceeded, as this will only subject the pile to excessive stresses which could cause damage.
- b) Non-axial hammer blow is indicated by swaying of the pile immediately after the blow is delivered. This should be corrected immediately by adjusting the position of the lead with respect to the pile.

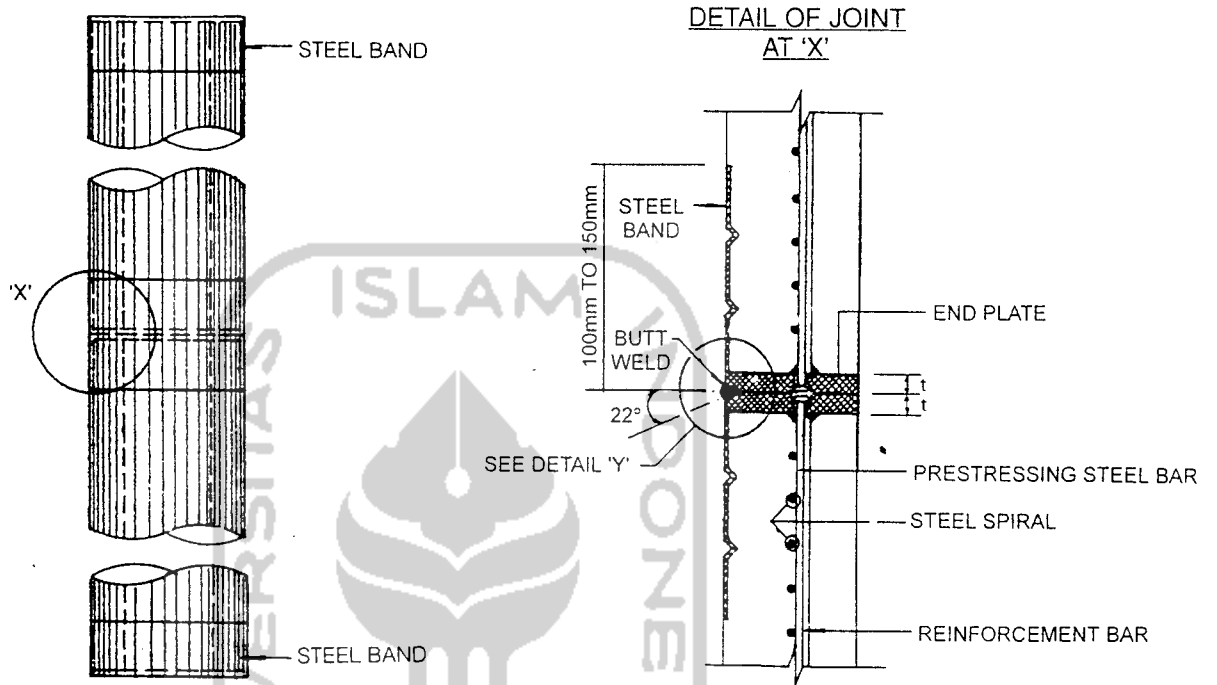


STRUCTURAL DETAILS

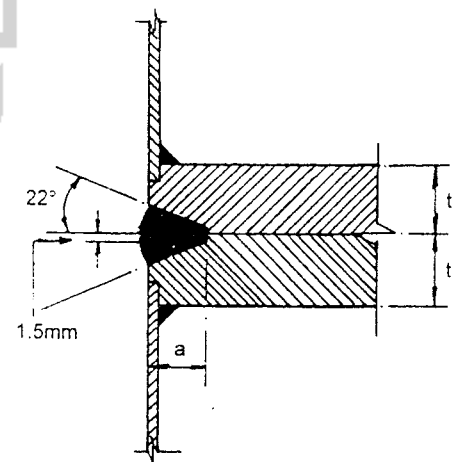
REINFORCEMENT DETAILS



WELDED JOINT DETAILS



Outer Diameter of piles D (mm)	End Plate Thickness t (mm)	Class	Effective Throat Thickness (mm)
350	12	A	9
	16	B	9
400	16	A	10
	16	B	10
450	16	A	10
	16	B	10
	19	C	10
500	16	A	12
	16	B	12
	19	C	12
600	16	A	13
	19	B	13
	19	C	13



DETAIL 'Y'
 a = EFFECTIVE THROAT THICKNESS
 PLUS 2 mm CORROSION ALLOWANCE

STRUCTURAL PROPERTIES

P.T. PACIFIC PRESTRESS INDONESIA
 SPUN PILES
 Structural Properties
 (ACI 318 - 95)

Outer Diameter (mm)	Wall Thickness (mm)	Length (m)	Type	PC Bars		Area of Concrete (cm ²)	Moment of Inertia Concrete (cm ⁴)	Moment Capacity (t-m)	Nominal Moment Capacity (t-m)	Allowable Axial Load (t)	Nominal Axial Load (t)	Tension Capacity (t)	Nominal Weight (kg/m)	Effective Prestress (kg/cm ²)
				Diam (mm)	Numbers (pcs)									
350	65	6 - 16	A	7.4	7	2.80	582	4.56	4.83	89.89	233.71	22.74	151.32	39.07
		6 - 18	B	7.4	14	5.60	582	5.95	9.66	83.75	220.07	45.47	151.32	78.13
400	75	6 - 18	A	9.2	6	3.84	766	6.93	7.57	117.94	306.75	31.18	199.10	40.72
		6 - 18	B	9.2	12	7.68	766	9.10	15.14	109.52	288.05	62.37	199.10	81.43
450	80	6 - 18	A	9.2	7	4.48	930	9.52	9.94	143.61	373.38	36.38	241.78	39.12
		6 - 18	B	9.2	14	8.96	930	12.41	19.88	133.79	351.55	72.76	241.78	78.24
		6 - 18	C	11.0	14	12.60	930	14.77	27.95	125.81	333.82	102.31	241.78	110.02
500	90	6 - 18	A	9.2	9	5.76	1159	13.25	14.20	178.66	464.64	46.77	301.41	40.34
		6 - 18	B	9.2	18	11.52	1159	17.38	28.40	166.03	436.58	93.54	301.41	80.69
		6 - 18	C	11.0	18	16.20	1159	20.72	39.93	155.77	413.78	131.54	301.41	113.47
600	100	6 - 18	A	9.2	12	7.68	1571	21.98	22.72	242.34	630.17	62.36	408.41	39.70
		6 - 18	B	11.0	18	16.20	1571	29.47	47.02	223.66	588.67	131.54	408.41	83.74
		6 - 18	C	11.0	24	21.60	1571	34.22	63.89	211.83	562.35	175.39	408.41	111.66

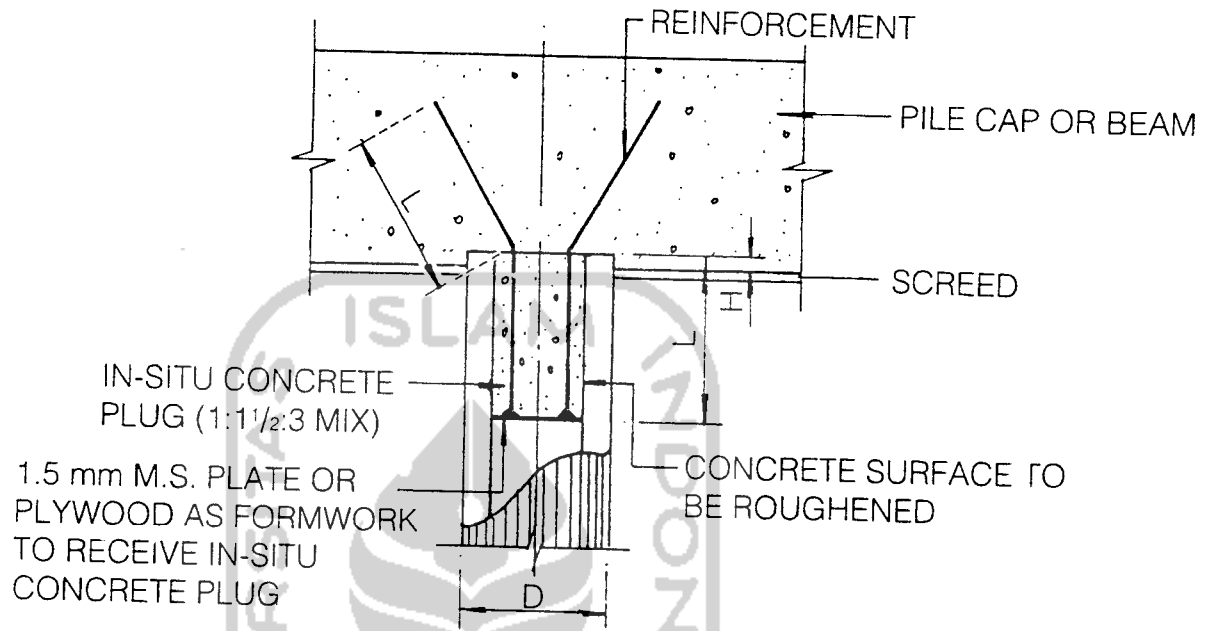


PT. PACIFIC PRESTRESS INDONESIA
PC Spun Pile Structural Properties
 (JIS A 5335)

Diameter (mm)	Thickness (mm)	Length (m)	Type	PC Bars ¹			Concrete ³		Crack Bending Moment (t-m)	Nominal Weight kg/m	Axial Load ² Capacity (ton)	Effective Prestress (kgf/cm ²)
				Diam (mm)	Numbers	Area (cm ²)	Area (cm ²)	Moment (cm ⁴)				
350	65	6 - 16	A	7.4	7*	2.8		63,742	3.7	151.3	66.6	42.0
			AB*	9.2	7	4.5	582	64,708	4.6			
			B	7.4	14	5.6		65,353	5.2			
400	75	6 - 18	A	9.2	6	3.8		109,308	5.7	199.1	87.3	43.6
			AB*	11.0	6	5.4	766	110,475	6.6*			
			B	9.2	12	7.7		112,181	7.9			
450	80	6 - 18	A	9.2	7	4.5		170,830	7.7	241.8	106.4	42.0
			AB*	11	7	6.3	929	172,595	9.0			
			B	9.2	14	9.0		175,175	10.7			
			C	11	14	12.6		178,704	13.0	92.2	103.3	
500	90	6 - 18	A	9.2	9	5.8		262,053	10.8	301.4	132.3	43.2
			AB*	11	9	8.1	1,159	264,839	12.6			
			B	9.2	18	11.5		268,912	15.1			
			C	11	18	16.2		274,484	18.2	114.2	105.9	
600	100	6 - 18	A	9.2	12	7.7		523,850	17.9	408.4	179.5	42.6
			AB*	11	12	10.8	1,570	529,375	20.8			
			B	11	18	16.2		538,938	25.6			
			C	11	24	21.6		548,500	30.1	155.2	104.6	

Note : 1. Sumi-Twist PC Grooved Wire (JIS G-3109 Class D 1275/1420)
 2. B.S. Code of Practice 8004 : 1986
 3. Concrete Strength 500 Kg/cm²

TYPICAL CONNECTION TO PILE CAP



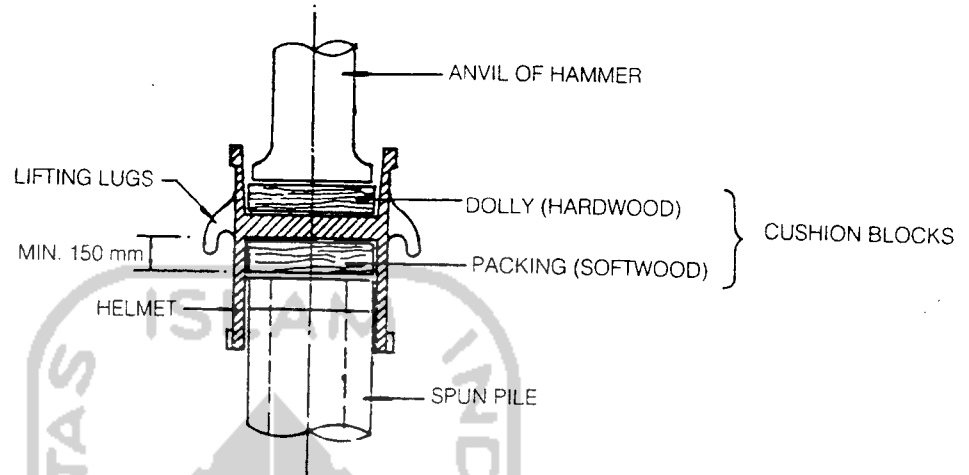
Outer Diameter of piles D (mm)	H.T. REINFORCEMENT DETAILS			
	Diameter (mm)	Number	L (mm)	H (mm)
350	12	5	450	75
400	12	5	600	75
450	16	5	600	75
500	16	6	750	75
600	16	8	900	75

Note:

1. The above recommendation is applicable for standard spun piles not subjected to tensile load.
2. In-situ concrete plug for marine piles has to be designed based on required loading.

SELECTION OF PILE HAMMER

TYPICAL ARRANGEMENT OF PILE CUSHION BLOCKS



RECOMMENDED HAMMER SIZES

Pile Diameter (mm)	Diesel Hammer, Kobe or Equivalent		
	K 22 / K 25	K 32 / K 35	K 45 / KB 45
350	X		
400	X		
450	X	X	
500		X	
600		X	X
Range of Working Load (Tonne)	40 - 140	80 - 230	140 - 320

Note:

1. The above table gives the general recommendation for diesel hammer sizes.
2. The actual hammer selection will depend on the pile length, bearing capacity and ground conditions.

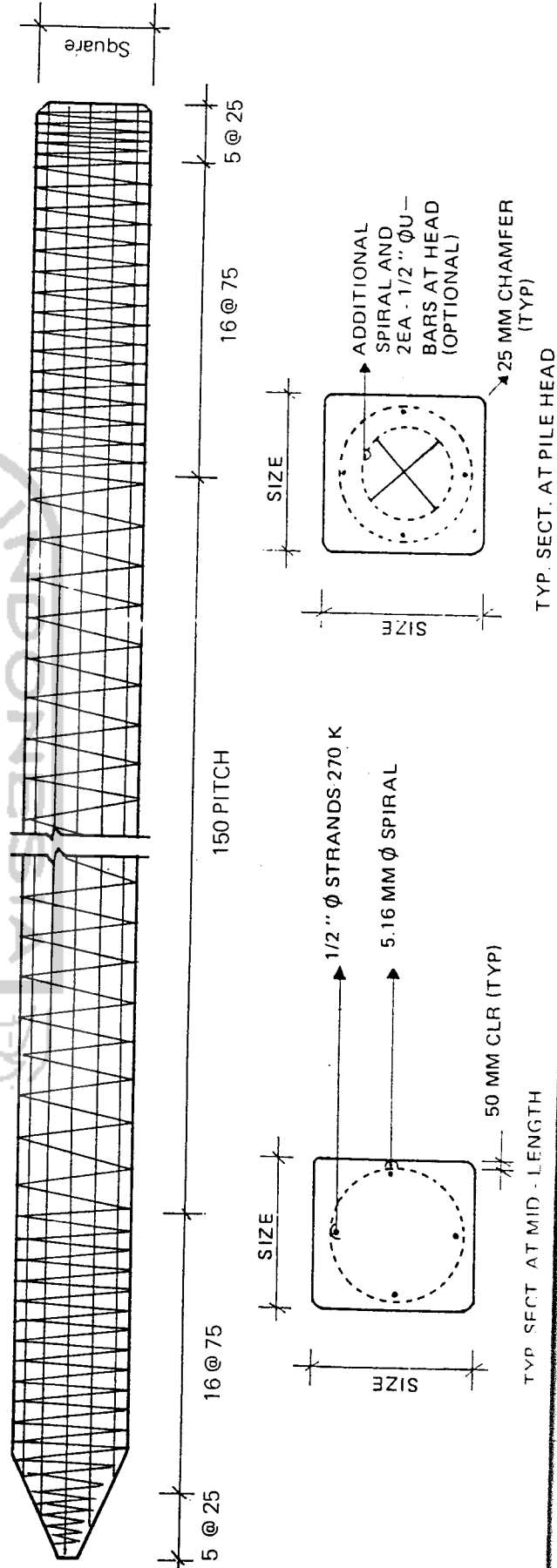
TABLE I

PILE SIZE MM	LENGTH OF PILES/No. OF STRAND										AREA MM ²	WEIGHT KG/M	K 450 CONC		K 500 CONC	
	12 M	13-14 M	15-16 M	17-18 M	19-20 M	21-22 M	23-25 M	AXIAL LOAD MT	MU KG M	AXIAL LOAD MT			MU KG M	AXIAL LOAD MT	MU KG M	
200	4 - 9.52	4 - 9.52	-	-	-	-	-	-	-	-	40.000	96	40	1.319	49	1.583
250	4 - 9.52	4 - 9.52	5 - 9.52	6 - 9.52	4 - 12.70	-	-	-	-	-	62.500	150	61	2.579	75	3.095
300	4 - 9.52	5 - 9.52	6 - 9.52	4 - 12.70	5 - 12.70	6 - 12.70	8 - 12.70	5 - 12.70	-	-	90.000	216	90	4.466	111	5.359
350	4 - 9.52	5 - 9.52	4 - 12.70	5 - 12.70	6 - 12.70	7 - 12.70	6 - 12.70	5 - 12.70	9 - 12.70	9 - 12.70	122.500	295	122	7.082	151	8.499
400	4 - 12.70	5 - 12.70	6 - 12.70	7 - 12.70	8 - 12.70	7 - 12.70	6 - 12.70	5 - 12.70	10 - 12.70	10 - 12.70	160.000	385	160	10.561	197	12.674
450	5 - 12.70	6 - 12.70	7 - 12.70	8 - 12.70	9 - 12.70	8 - 12.70	7 - 12.70	6 - 12.70	11 - 12.70	11 - 12.70	202.500	487	204	15.060	251	18.072
500	6 - 12.70	7 - 12.70	8 - 12.70	9 - 12.70	10 - 12.70	11 - 12.70	10 - 12.70	9 - 12.70	13 - 12.70	13 - 12.70	250.000	602	251	20.641	309	24.769

NOTATIONS :

1. Prestressing strands shall be uncoated, bright seven - wire, stress relieved 270K meeting ASTM A - 416.
2. Spiral shall be formed from cold drawn bright wire meeting ASTM A - 82 or 6 mm O bar U - 24.
3. Piles can be designed to meet clients' design criteria.

PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE SOLID SQUARE PILES



PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE SOLID SQUARE PILES

Precast/Prestressed concrete piles are manufactured with sufficient compressive stress to offset the tensile stresses that occur during pile handling and driving operations.

The loading capacity of precast/prestressed concrete piles should preferably be determined by actual load test. For the selection of the size of the precast/prestressed concrete pile for preliminary consideration, refer to the Table I shown on page 3 indicating.

Axial Working Loads and Ultimate Resisting Moments. These loads and moments were calculated using formula taken from the following book references.

ACI Manual of Concrete Practice Part 2 - 1967
Pile Foundations - 2nd Edition by R.D. Chellis.
PCI Design Handbook - 2nd Edition.

$$\text{Pile Capacity (N)} = A_g (.33f_c - .27 f_{pc})$$

A_g = gross area of pile section

f_c = concrete compressive strength

f_{pc} = compressive stress in concrete after losses.

Ultimate Resisting Moments (M_u)

$$M_u = \phi (A_s f_s d (1 - 0.59 p f_s / f_c))$$

= if $p f_s / f_c$ is not more than .30

$$M_u = \phi (0.25 f_c b d^2))$$

= if $p f_s / f_c$ is more than 0.30

ϕ = 0.75 for spirally reinforced

A_s = area of prestressing strands

$$f_s = f'_s (1 - 0.5 p f'_s / f_c)$$

f'_s = strand ultimate strength

d = centroid of force to extreme fiber

b = width of pile

$$p = \frac{A_s}{bd}$$

GUIDE and CHECKLIST (CON'T)

4. PACKING

- a) Kruing, Kamper or Pine Wood shall be used for packing between the helmet and the pile.
- b) A minimum of seventy five (75) millimeter thick packing shall be used.
- c) A new packing must be used for every pile.

5. HAMMER

- a) Correct ram weight corresponding to the hammer energy rating must be verified.
- b) The height of drop must check with the specified rating of the hammer.
- c) Frequency of drop must correspond to hammer specifications.

6. DRIVING

- a) The required number of blows commensurate with the required bearing capacity should not be exceeded, as this will only subject the pile to excessive stresses which could cause damage.
- b) Non-axial hammer blow is indicated by swaying of the pile immediately after the blow is delivered. This should be corrected immediately by adjusting the position of the lead with respect to the pile.

GUIDE AND CHECKLIST FOR HANDLING AND DRIVING PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE PILES.

Following is a list of pointers and guides for correct handling and driving of precast/prestressed concrete piles. This checklist may also assist in reviewing conditions when failure of piles is experienced.

1. HANDLING

- a) Piles are provided with lifting hooks which are located at the proper lifting points. Piles shall be lifted only by the use of these hooks. Employment of other pick-up points shall first be subjected to approval by PPI representatives.
- b) Piles shall be supported only at locations where lifting hooks are provided. Supporting dunnage shall be wide enough to prevent sinking into the ground. No portion of the piles should be allowed to touch the ground as this will induce indeterminate stresses which will cause breakage.

2. DRIVING LEAD

- a) The hammer jaws must fit the guides of the driving lead with a play of not more than 12,7mm to assure axial delivery of blows.
- b) The lead must extend as far below as necessary to guide the hammer down to its lowest point in driving.
- c) The lead guides must be straight within + 12.70 mm in three (3) meters or 25 mm over its entire length.
- d) In the case of vertical piles the lead must be plumb to within 25 mm off the vertical. The lead must be provided with a plumb line to permit checking of plumbness at all times during driving.
- e) In the case of battered piles, rigid lead must be used, which shall be adequately braced at the bottom from the driving crane. The pile must be supported uniformly over its entire length against the lead in order to prevent undue stresses from developing in the pile.

3. HELMET

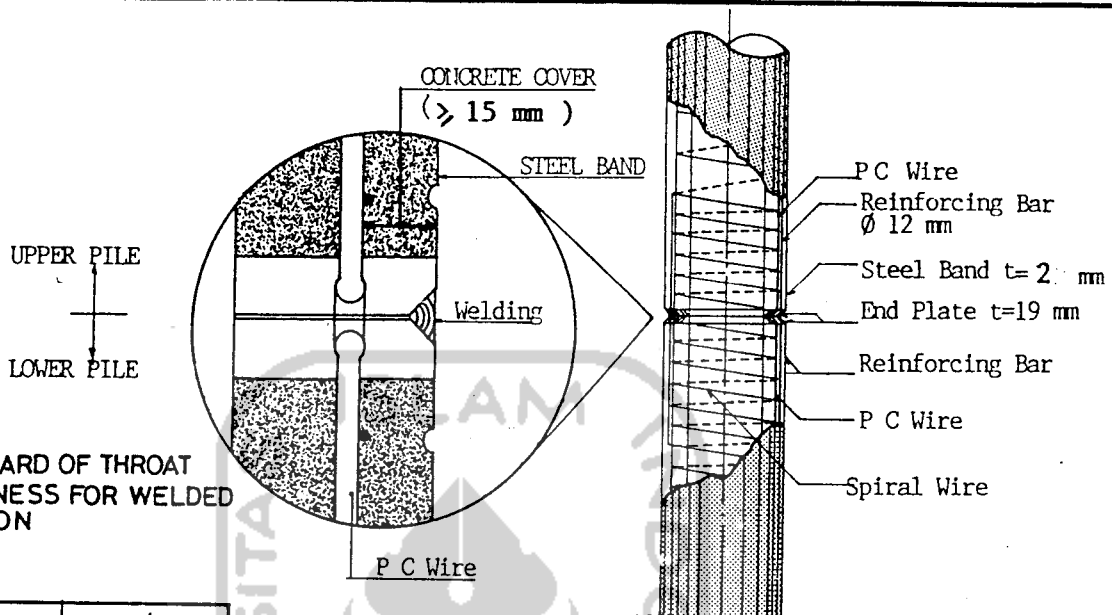
- a) The helmet must fit over the pile head with not more than 12.70 mm space around to limit eccentricity.
- b) The helmet must fit and seat correctly inside the hammer casing. Incorrect helmet positioning will cause eccentricity blows on the pile which would result in spalling of the pile head.
- c) The helmet must be provided with appropriate wooden cushion block. The ram should be free to enter the helmet sleeve and strike the cushion block squarely and concentrically.

TABLE OF STANDARD DIMENSIONS OF
PT. HUME SAKTI INDONESIA PC PILES

HSI PC PILES

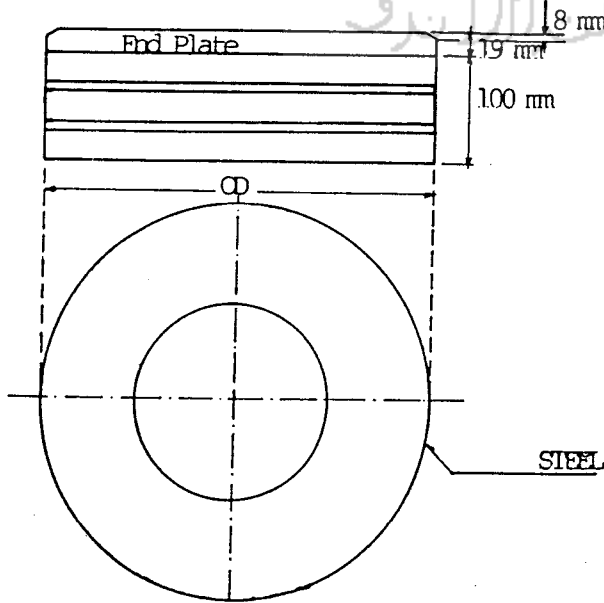
Outer Dia	Wall Thickness	Length (M)	Class	PC WIRE		Concrete Area (CM2)	Calculated Bending Moment		Allowable Axial Load (TON)	Nominal Weight (Kg/M')
				Dia (MM)	Numbers		Cracking (T.M)	Ultimate (T.M)		
300	60	7 - 13	A	7	8	452	2.5	4.7	65	119
			B	7	12		3.5	7.0	60	
			C	7	16		4.1	9.0	60	
350	65	7 - 15	A	7	10	582	3.9	6.9	85	151
			B	7	14		5.2	9.6	80	
			C	7	20		6.3	13.5	75	
400	75	7 - 16	A	7	12	766	5.8	9.4	115	199
			B	7	18		7.6	14.2	110	
			C	9	16		9.0	18.9	105	
450	80	7 - 16	A	7	14	930	8.0	12.4	140	242
			B	7	24		11.2	21.3	130	
			C	9	20		12.7	26.0	125	
500	90	7 - 16	A	7	16	1159	10.8	15.7	175	301
			B	7	30		15.5	29.5	160	
			C	9	24		17.2	35.1	160	
600	100	7 - 16	A	7	20	1571	17.2	23.6	240	408
			B	9	26		25.4	46.0	220	
			C	9	34		29.4	60.2	215	

1 STANDARD STRUCTURES OF HSI SYSTEM PILES

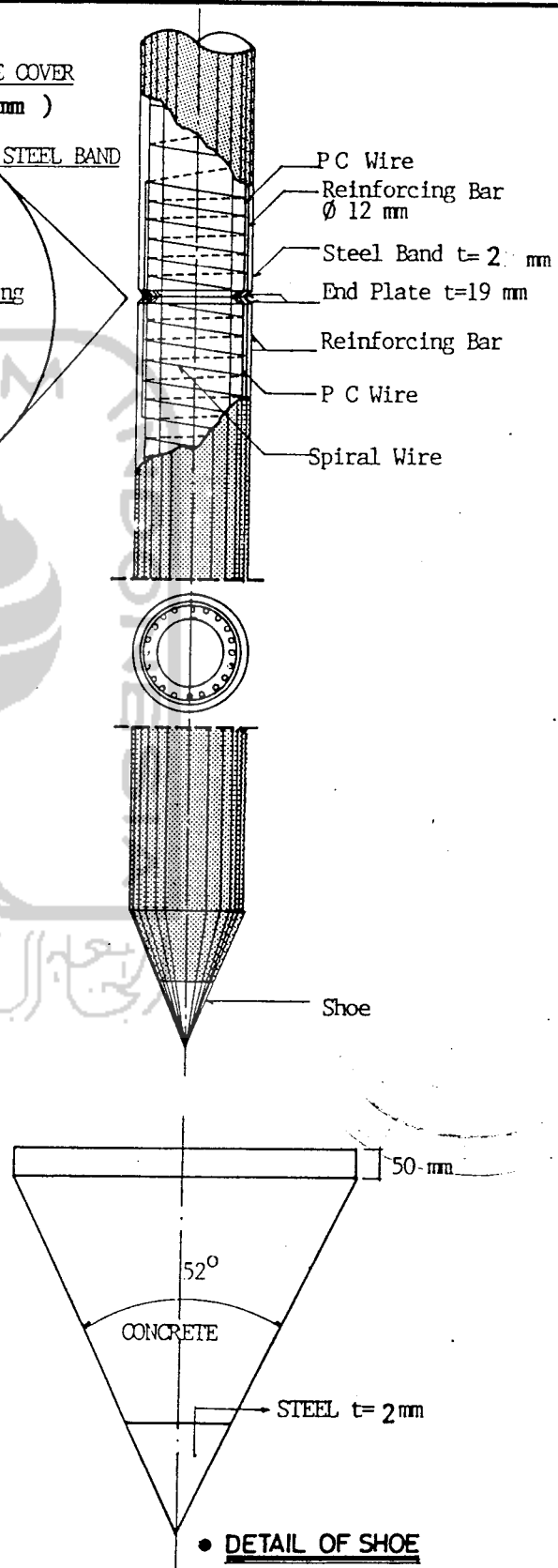


- STANDARD OF THROAT THICKNESS FOR WELDED SECTION

Outer Diameter (mm)	b Thickness (mm)
300	7 minimum
350	7 minimum
400	7 minimum
450	7 minimum
500	9 minimum
500	9 minimum

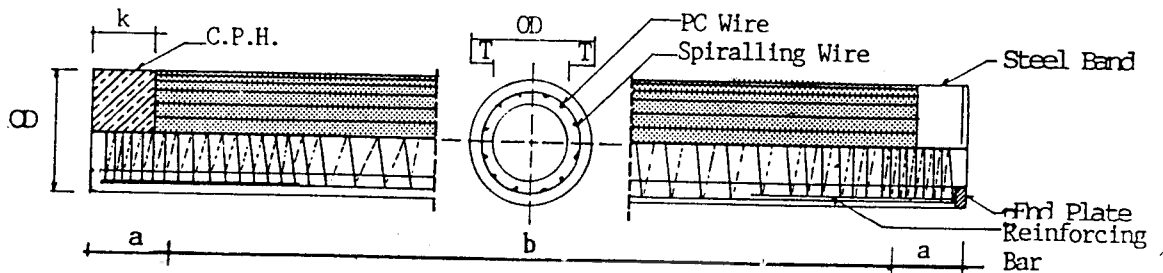


- DETAIL OF END PLATE & STEEL BAND

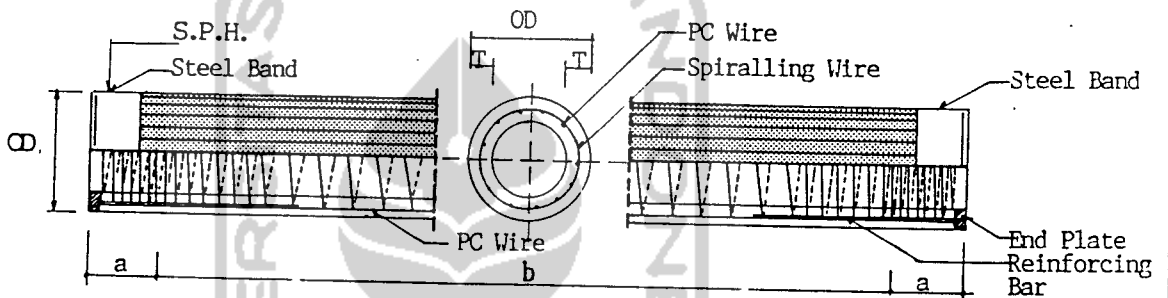


- DETAIL OF SHOE

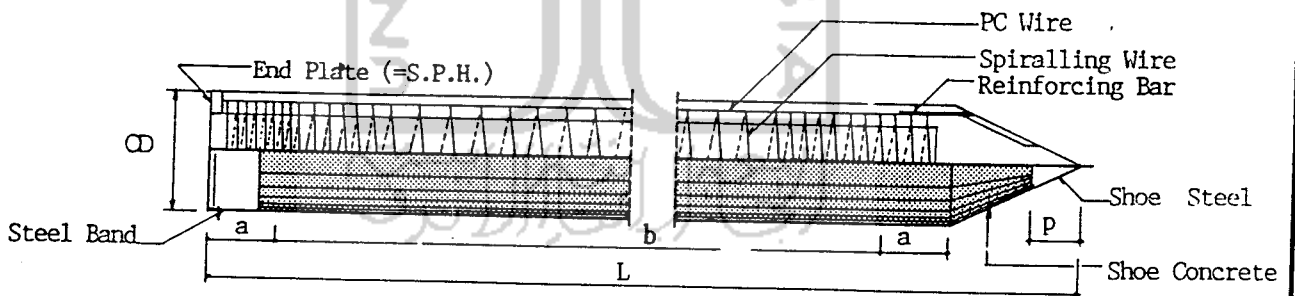
2 STANDARD STRUCTURES OF HSI SYSTEM PILES



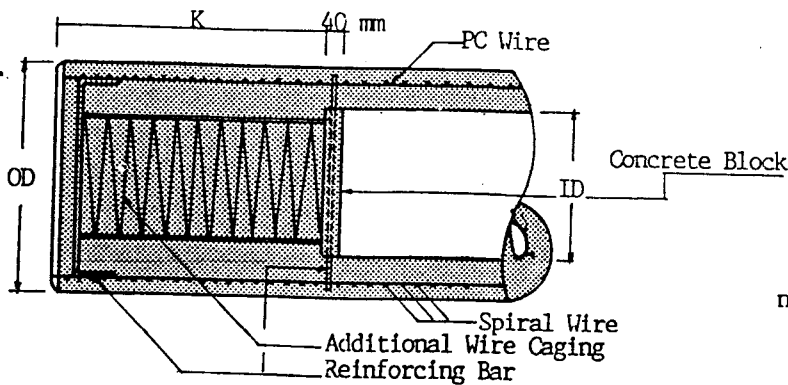
UPPER PILE



UPPER PILE



LOWER PILE



	K (mm)	a (mm)	b (mm)
PITCH	50	50	100
LENGTH	OD+100	700	Var

note: -CPH :Concrete Pile Head
 -SPH :Steel Pile Head

DETAIL OF CONCRETE PILE HEAD (CPH)

TIANG PANCANG BETON PUTAR HSI.

PENDAHULUAN:

Sejak pertama kali tiang pancang beton bertulang pracetak dikenal beberapa puluh tahun lalu, teknologi telah mencapai kemajuan berarti dalam menyempurnakan tiang tiang pancang beton bertulang dengan memperkenalkan tiang pancang putar beton pratekan yang mempunyai kokoh tekan beton lebih dari 500 Kg/cm².

Mengantisipasi kebutuhan-kebutuhan akan tiang pancang beton dimasa mendatang untuk dipakai sebagai pondasi dalam, PT.HUME SAKTI INDONESIA memproduksi tiang-tiang pancang putar beton pratekan yang dimulai pada tahun 1983 sebagai partisipasi dalam pembangunan gedung-gedung bertingkat tinggi dan lain sebagainya yang semakin berkembang.

1. TIANG PANCANG PUTAR BETON PRATEKAN HSI :

Dalam penggunaannya sebagai tiang tiang pendukung atau pondasi dalam yang mengalami beban aksial dan lateral yang besar, tiang-tiang pancang beton pratekan HSI membuktikan kelebihannya dalam ketahanannya terhadap gaya lentur.

2. PERATURAN-PERATURAN SEBAGAI ACUAN :

- Umum ACI, SK.SNI T-15-1991-03, PBI-71, JIS A5335
- Karakteristik baja untuk beton pratekan JIS G3536

3. PABRIKASI :

3.1 KAWAT BAJA PRATEGANG DAN BESI BETON BERTULANG.

Tiang-tiang beton pratekan HSI menggunakan kawat kawat baja khusus untuk prategang.

Kawat-kawat baja tersebut dipotong menurut panjang yang telah ditentukan dengan mesin pemotong otomatis.

Kedua ujungnya dilengkapi dengan bulatan yang proses pembuatannya menggunakan mesin khusus. Baja-baja tersebut dijaga kebersihannya dari kotoran, debu, minyak yang dapat mengurangi adhesi antara beton dan baja.

Kawat-kawat baja dengan jumlah tertentu diletakan memanjang dan membentuk lingkaran, yang kemudian dirangkai dengan lilitan kawat baja spiral diatur dengan jarak yang telah ditentukan Rangkaian tersebut diperkuat dengan ikatan kawat.

Plat besi untuk sepatu, pangkal tiang, dilengkapi dengan kait besi beton dan dilekatkan dengan las

3.2 BETON:

3.2.1 Tiang pancang beton HSI menggunakan mutu beton dengan kokoh tekan beton minimum 500 Kgf/cm².

3.2.2 Proporsi campuran dan pelaksanaan produksinya didasarkan pada teknik penakaran berat.

3.3.3 Beton diproduksi dengan alat pengaduk otomatis yang dilengkapi pengontrol elektronik.

3.3 ACUAN :

Tiang - tiang beton pratekan HSI dicetak dengan menggunakan acuan dari plat baja yang diperkuat dengan sirip-sirip baja. (gbr 1)

Acuan ini terdiri dari dua bagian atas dan bawah yang masing-masing membentuk setengah lingkaran dimana sisi dalamnya dari plat baja dengan permukaan yang halus dan bentuk yang presisi.

Kedua bagian ini dapat disatukan dengan baut-baut baja.

Acuan tersebut mempunyai kekakuan sedemikian supaya tidak terjadi lendutan pada saat pengangkatan atau deformasi pada saat beton dipadatkan dengan cara diputar.

3.4 PEMBUATAN TIANG PANCANG :

Rangkaian kawat baja (bronjong) diletakan pada acuan yang bawah, sedemikian sehingga letaknya konsentris dengan lingkaran dalam dari acuan, ini dimaksudkan supaya tidak terjadi variasi kekuatan terhadap gaya lentur pada arah radial, bersamaan dengan itu sepatu tiang dan plat sambung dipasangkan dengan ikatan - ikatan kawat.

Plat-plat baja tebal yang dilengkapi dengan batangan baja dan baut dipasangkan pada ujung - ujung acuan untuk mempertahankan posisi bronjong supaya tidak

berubah pada proses pemadatan serta untuk mempertahankan tegangan tarik yang telah diberikan kepada kawat-kawat baja setelah adukan beton dimasukkan dan kedua acuan disatukan dengan kuat dan rapat. Pemadatan beton dilakukan dengan cara memberikan gaya sentrifugal pada acuan. Proses tersebut diatas terlihat pada gambar 2,3,4.

3.5 METODA APLIKASI PRATEKAN:

3.5.1 Gayatarik awal direncanakan sedemikian sehingga menghasilkan pratekan efektif yang disyaratkan dan tidak melampaui 0.7 kali beban tarik atau 0.8 kali beban leleh dari kawat baja.

3.5.2 Gaya tarik diberikan secara perlahan.

3.5.3 Pada saat pengalihan tegangan tekan pada beton beton sudah harus mempunyai kokoh tekan minimum 3x tegangan tarik rencana yang diberikan pada kawat baja atau tidak kurang dari 250 kgf/cm².

3.6 PERAWATAN :

Perawatan dilakukan dengan memberikan uap bertekanan rendah (gbr 5.), dengan ketentuan sebagai berikut :

3.6.1 Uap diberikan sedemikian sehingga menaikkan suhu didalam bak perawatan secara merata.

3.6.2 Suhu didalam bak dinaikan secara bertahap se hingga mencapai temperatur yang direncanakan.

3.6.3 Setelah proses perawatan dengan uap selesai, tiang-tiang pancang dapat dikeluarkan dari acuan

3.7 PELAKSANAAN PRATEKANAN :

Setelah proses perawatan dengan uap tegangan tarik pada kawat baja dialihkan kepada beton dengan cara melepaskan plat-plat baja dan memutus kawat-kawat baja prategang setelah acuan atas dan bawah dipisahkan (gbr.6,7,8)



4. KONTROL KUALITAS :

4.1 Tiang - tiang beton HSI diproduksi dengan kontrol kualitas yang ketat terhadap bahan baku sampai proses untuk memperoleh produk jadi.

4.2 Kontrol terhadap bahan-bahan untuk campuran beton, betonnya sendiri dan baja.

4.2.1 Bahan - bahan campuran beton.

I. Butiran halus (Fine aggregate).

- Specific gravity
- Water absorbtion
- Clay lump
- Sieve analysis
- Unit weight
- Water content

II. Butiran kasar (Coarse aggregate).

- Specific gravity
- Water absorbtion
- Sieve analysis
- Unit weight
- Water content

4.2.2 Kawat baja prategang meliputi :

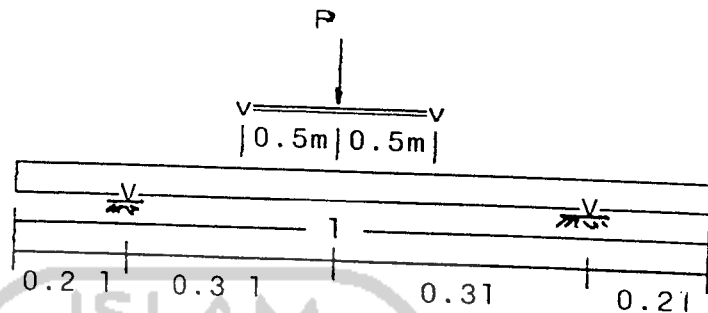
- Tensile, strain test dan relaxation.

4.3 PENGUJIAN CAMPURAN BETON :

1. Slump.
2. Compressive strength test.

4.4 BENDING STRENGTH TEST :

Test tersebut dilakukan dengan cara meletakkan tiang pada dua buah perletakan yang berjarak 0.6 dari panjang tiang sebagai bentangan dan diberi beban vertikal ditengahnya.



$$M = 0.025 g.m.L + 0.25 P (0.6 L - 1)$$

dimana M = Bending moment (tf.m) (kN.m)
P = Beban (tf) (kN)
L = Panjang tiang (m)
m = Massa tiang (t)
g = Percepatan gravitasi (1tf/t)(9.81m/s)

Mu dihitung dengan persamaan diatas dengan memasukan harga Fu ketika tiang hancur.

Bending strength test dilakukan atas permintaan pelanggan dengan biaya tersendiri.

4.5 INSPEKSI :

- 4.5.1 Inspeksi dilakukan pada penampilan, bentuk, dimensi, susunan dari kawat-kawat baja prategang dan besi beton bertulang.
- 4.5.2 Inspeksi pada penampilan, bentuk dan dimensi dilakukan terhadap seluruh produk jadi.
- 4.5.3 Uji retak dan hancur pada badan tiang dan kekuatan sambungan terhadap beban lentur dilaksanakan berdasarkan pasal 4.4 seperti tersebut diatas " BENDING STRENGTH TEST".

5. STRUKTUR DAN DIMENSI STANDARD.

Tiang pancang beton pratekan HSI mempunyai suatu standard struktur dan dimensi seperti terlihat pada lampiran.

6. **PENGGUNAAN :**

- **SEBAGAI PONDASI UNTUK :**

- . Bangunan Gedung.....Semua jenis bangunan gedung.
- . Jembatan.....Tiang penyanggah pada bentangan , landasan jembatan untuk jalan raya atau kereta api.
- . Dermaga;Bangunan air.....Dermaga tambatan kapal, dinding pemecah gelombang,dok, pintu pengatur tinggi air.
- . Dinding penahan dan dinding bawah tanah.

- **SEBAGAI KOLOM UNTUK :**

- . Bangunan Gedung
- . Tiang penyanggah pada bentangan jembatan(piers).

7. **MENGAPA TIANG PANCANG HSI :**

Tiang pancang beton pratekan HSI dikenal baik oleh setiap badan yang terkait dalam bidang konstruksi bangunan seperti Perencana dan Konsultan ,Kontraktor dan yang terakhir yang tidak dapat diabaikan adalah para penyandang dana yang memungkinkan suatu proyek terlaksana.

Tiang-tiang pancang HSI dipercaya untuk dipakai dalam segala macam konstruksi bukan hanya karena unggul dalam kualitas tetapi juga karena manajemen yang teratur dan solid dari PT.HSI yang mengutamakan kualitas dan pelayanan. Sampai saat ini sudah tidak terhitung proyek proyek dari bermacam-macam konstruksi menggunakan tiang - tiang pancang beton pratekan HSI yang antara lain seperti yang terlihat pada lampiran.

8. **KELEBIHAN TIANG PANCANG BETON PRATEKAN .**

Tiang pancang beton pratekan mempunyai kelebihan terhadap tiang pancang beton bertulang antara lain:

- a). **KETAHANAN YANG LEBIH BESAR TERHADAP GAYA LENTUR.**
Pengaruh pratekan pada tiang pancang membuat tiang menjadi sangat efektif dalam menahan gaya lentur dan tarik aksial.
- b). **MEMPUNYAI KEKUATAN YANG MERATA DAN KUALITAS YANG LEBIH DAPAT DIPERCAYA.**
Sebagai hasil produksi manufaktur yang pracetak dimana proses pemadatan dilaksanakan dengan peralatan listrik-mekanis yang memberikan gaya sentrifugal pada acuan maka dihasilkan kekuatan yang merata dan dapat diandalkan.

c). KAPASITAS DAYA DUKUNG YANG LEBIH BESAR.
Mutu beton dengan kokoh tekan tidak kurang dari 500 Kgf/cm² menyebabkan tiang-tiang beton pratekan mempunyai kemampuan yang lebih besar terhadap gaya tekan sehingga dengan memanfaatkan kapasitas daya dukung yang besar ini konstruksi pondasi dapat direncanakan dengan cara yang lebih ekonomis.

d). SAMBUNGAN LAS YANG MUDAH , KUAT DAN DAPAT DIANDALKAN.

Semua persyaratan dalam metoda penyambungan dengan las yang baik berikut plat sambung terdapat pada ujung-ujung tiang yang apabila diperlukan tiang pancang yang lebih panjang dapat dilakukan penyambungan lebih dari satu tiang.

e). TIDAK MUDAH RETAK.

Pengaruh pratekan menjadikan tiang pancang tidak mudah retak yang disebabkan oleh gaya tarik pada tiang selama pengangkutan, pengangkatan atau pada saat pemancangan.

9. PRODUK-PRODUK LAIN DAN JAMINAN PELAYANAN.

- Produk beton lainnya seperti :
 - . Tiang listrik
 - . Tiang telpon
 - . Bantalan kereta api
 - . Balok dll.
- Konsultasi yang berhubungan dengan hasil produksi dan penggunaannya secara teknis.
- Pengiriman yang sesuai jadwal.

SKEMA PROSES PRODUKSI TIANG PANGCANG

