

SKRIPSI

**PERENCANAAN PONDASI SUMURAN
PADA GEDUNG PERKULIAHAN FAKULTAS KEDOKTERAN KAMPUS 2
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**



Disusun Oleh :

RUDY SETYO PURNOMO

0721037

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2012**

**LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI**

**PERENCANAAN PONDASI SUMURAN PADA GEDUNG
PERKULIAHAN FAKULTAS KEDOKTERAN KAMPUS 2
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

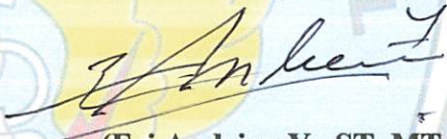
RUDY SETYO PURNOMO

07.21.037

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



(Ir. Eding Iskak Imananto, MT.)

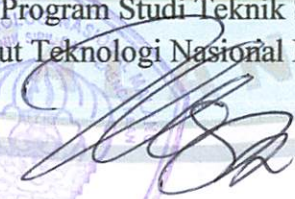
(Eri Andrian Y., ST. MT.)

NIP. 196605061993031004

NIP.Y.1030300380

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang



(Ir. H. Hirijanto, MT.)

NIP.Y.1018800182

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2012

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN PONDASI SUMURAN PADA GEDUNG
PERKULIAHAN FAKULTAS KEDOKTERAN KAMPUS 2
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

SKRIPSI

Dipertahankan Dihadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi

Jenjang Strata Satu (S-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 7 Agustus 2012

Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan

Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Disusun Oleh :

RUDY SETYO PURNOMO

07.21.037

Disahkan Oleh :

Ketua



(Ir. H. Hirijanto, MT.)

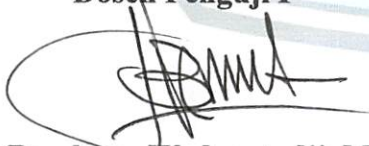
Sekretaris



(Lila Ayu Ratna Winanda, ST.MT.)

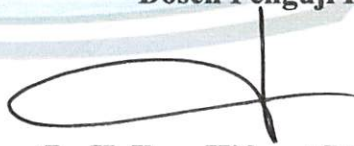
Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



(Ir. Bambang Wedyantadji, MT.)

Dosen Penguji II



(Ir. H. Ibnu Hidayat P:J., MT.)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2012



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL S-1
JL,. Bendungan Sigura-Gura No.2 Tlpn.551951 – 551431
MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Rudy Setyo Purnomo**
NIM : **07.21.037**
Program Studi : **Teknik Sipil S-1**
Fakultas : **Teknik Sipil dan Perencanaan**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

PERENCANAAN PONDASI SUMURAN PADA GEDUNG
PERKULIAHAN FAKULTAS KEDOKTERAN KAMPUS 2
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tugas akhir ini hasil jiplakan atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Malang, 18 September 2012

Yang membuat pernyataan



(**Rudy Setyo Purnomo**)

“Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang”, Rudy Setyo Purnomo, Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto, MT.; Pembimbing II : Eri Andrian Y., ST. MT.

ABSTRAKSI

Pondasi berfungsi menahan dan memikul beban yang bekerja di atasnya yaitu beban konstruksi di atasnya untuk diteruskan ke tanah lapisan keras. Dalam perencanaan pondasi tiang sumuran harus dilakukan dengan teliti dan sebaik mungkin karena setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang ditentukan termasuk memikul beban maksimum yang mungkin terjadi.

Maksud dari skripsi ini adalah memberikan alternatif perencanaan pondasi sumuran, sedangkan tujuan dari perencanaan pondasi ini adalah merencanakan pondasi sumuran yang direncanakan pada kedalaman 5,6 m. Data yang digunakan adalah data sondir, nilai sondir yang digunakan adalah nilai sondir pada titik S2.

Batasan lapisan tanah keras yang baik dapat digunakan adalah $N > 35$ untuk lapisan non kohesif (pasir, kerikil) mempunyai harga standard penetration test (SPT) sedangkan dari hasil sondir kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$ dan $N > 15$ sampai dengan 20 Untuk lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan bebas (Unconfined compression strength) q_u antara 3 sampai dengan 4 kg/cm^2 atau kira-kira sedangkan dari hasil sondir kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 70 \text{ kg/cm}^2$

Data yang digunakan untuk profil baja, dimensi kolom, dimensi balok, dan plat didapat dari proyek pembangunan pada gedung perkuliahan fakultas kedokteran kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang sedangkan untuk nilai mutu beton dan tulangan serta data yang lain menyesuaikan dengan perencanaan. Untuk mencari nilai f_y atau beban vertikal dipergunakan program bantu berupa software Stad Pro 2004 yang selanjutnya nilai tersebut dipergunakan untuk menghitung daya dukung pondasi dan penulangan pondasi sumuran

Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi sumuran diperoleh beban tipe I = 242000 kg, tipe II = 238000 kg dan tipe III = 226000 kg, daya dukung pondasi sumuran mampu menahan beban struktur dari masing-masing titik. Sehingga untuk penulangan pondasi tiang sumuran digunakan tipe I dengan tulangan tarik poer arah X = D 22 – 200, tulangan tekan poer arah X = D16 – 500, tulangan tarik poer arah Z = D 22 – 200, dan tulangan tekan poer arah Z = D16 – 500. Tulangan geser pons terhadap kolom D16 – 200. Tulangan pokok pondasi sumuran 35 D 25 – 80, sedangkan untuk tulangan spiral pondasi sumuran $\emptyset 16 - 20$.

Kata Kunci : Pondasi Sumuran, Daya Dukung, Penulangan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah S.W.T. berkat rahmat dan ridho-Nya, penulisan Laporan Skripsi terselesaikan dengan baik. Laporan Skripsi sebagai syarat untuk mendapatkan gelar strata satu (S-1) di Institut Nasional Malang.

Berkat adanya dorongan kemudahan yang diberikan kepada kami, alhamdulillah kami dapat menyelesaikan laporan ini, untuk itu rasa terima kasih kami sampaikan kepada :

- Ir. Agus Santosa sebagai dekan FTSP ITN Malang
- Ir. Hirijanto, MT sebagai ketua jurusan dan Ayu Lila W, ST, MT sebagai sekretaris jurusan Teknik Sipil S-1.
- Ir. Eding Iskak Imananto, MT., sebagai dosen pembimbing I
- Eri Andrian Y., ST. MT. sebagai dosen pembimbing II
- Orang tua dan kakak kami yang telah memberi dorongan moril serta dukungan lebih untuk menyelesaikan tugas ini
- Rekan-rekan sipil 2007 lainnya yang memberi dorongan dan kerja sama.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Skripsi ini dimungkinkan terdapat kesalahan dan kekurangan. Oleh karena itu kami mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dan mendidik sehingga dapat kami jadikan sebagai bahan perbaikan laporan ini ataupun laporan selanjutnya.

Malang, 18 September 2012

Penyusun



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
 MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
 Nim : 07.21.037
 Program Studi : Teknik Sipil S-1
 Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto., MT
 Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
1	21/12	- Bab II → perbaiki sesuai arahan : - sub. bab daya belung - konversi baca ref. - teori tiang sumuran (open (terbuka) / tertutup) (Chaisson) - Bab III → perbaiki sesuai arahan jarak ² surtis beban angin 45 kg/m ² ? tipe perataan beton? cek perlit. perataan	<i>[Signature]</i>
2	24/12/01	- Bab II → cek $c_u = \frac{q_u}{\dots}$? - Bab III → perbaiki sesuai arahan	<i>[Signature]</i>
3	25/12/01	- Bab II → ⊕ & - Bab III → ok. perataan Conjoinkan	<i>[Signature]</i>
4	26/03/12	- Input & output STAAD — ok Conjoinkan	<i>[Signature]</i>






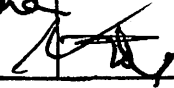


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
 MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
 Nim : 07.21.037
 Program Studi : Teknik Sipil S-1
 Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto., MT
 Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang


NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
	4/12 04	<p>- klasifikasi tanah f_c vs f_r</p> <p>$f_c \rightarrow$ <u>kapasitas tanah</u> - <u>konversi $f_c \rightarrow c_u$</u> - $f_{ult} = 1,3 \cdot c_u \cdot N_{60}$ <i>ditinjau</i></p> <p>daya dukung : $q_p \leftarrow$ pakai $f_c \rightarrow q_{ult} = \frac{q_c \cdot A}{SF}$</p> <p>$Q_s \leq 0$</p>	
	19/12 04	<p>- perbaikan data saran</p> <p>pelajari/urmati rumus² yg dipakai</p>	 
	05/12 05	<p>- daya dukung 1 tiang - ok.</p> <p>- pirusan diam. tiang \rightarrow 1.5 m.</p> <p>- $P_0 \rightarrow$ berat pasir.</p>	
	10/12 05	<p>- perencanaan pondasi - ok</p> <p>- penulangan pasir - ok</p> <p>- berat kelengkapan & saran</p>	
	28/12 05	<p>- cek kembali penulangan pondasi</p> <p>- g_{br} : - detail penulangan pondasi</p> <p style="padding-left: 40px;">pasir?</p> <p style="padding-left: 40px;">- tul. pondasi didalam tebal pondasi</p> <p>- \oplus konversi $f_c \rightarrow N$, sesuai arahan</p>	 



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
JL. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
nim : 07.21.037
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto., MT
Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
	05/12 06	- pembalasan skripsi Aee. Siapka seminar hasil & ujian.	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

JL. Bend. Sigura-gura No. 2
 MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
 Nim : 07.21.037
 Program Studi : Teknik Sipil S-1
 Dosen Pembimbing I : Eri Adrian., ST. MT.
 Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
1	28 03 '12	<ul style="list-style-type: none"> - Kalau bisa paragraf hanya 1. Dengan line spacing 2. → BAB 2 SEMUA. - Bold Di nonaktifkan, kasih jarak jangan terlalu panjang - Di beri contoh margin masing-masing di 3 kol. dan di rencanakan ket. pembacai - Pemberian gambar pondasi setepat → dipanjelas <li style="padding-left: 20px;">menurut → dipanjelas <li style="padding-left: 20px;">tali + → dipanjelas - Huruf setelah "..." harus pakai angka "(1, 2, 3)" - Untuk uji sandir diganti "2x perencanaan dasar" → diganti sandir - Rumus Baga Baku yang sumuran (Jait = C.Nct + P. H. itg + P. g. Ng) - Lett spacing, kurang ke kanan, harus seperti yang di atas, dan juga di tebalkan (2.5.1) - Keterangan Untuk I p, Baca buku Manual Atang pondasi. (2.5.2 - 2st) - Gambar untuk atang kelampok di beri penjelasan, mana atang mana tanah. - Rumus di atang kelampok di berikan 1 halaman. 	
2	02 04 '12	<ul style="list-style-type: none"> - BAB I → penulisan 1.1 & 1.2 di beri spacing 1 - BAB II → garis tanah gambar pik lap. <li style="padding-left: 20px;">- 2.6. Spasi Dibatalkan <li style="padding-left: 20px;">- Penurunan, di beri keterangan nilai D. - Keterangan gambar klasifikasi tanah (di perjelas) - Perubahan di kasih spacing penulisan yang jelas. - BAB III → - Data perencanaan, btk nditung = 11m. 	

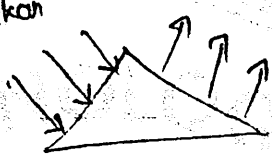
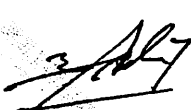




INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2
 MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
 Nim : 07.21.037
 Program Studi : Teknik Sipil S-1
 Dosen Pembimbing I : Eri Andrian Y., ST, MT.
 Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
		<p>- Untuk angin tekan</p>  <p>- Gambar perataan tempat atas diperbesar, sesuai dengan skala</p> <p>- Beban nilai, misal 6754 → dibulatkan 6800. Sehingga aman untuk pembebanan.</p> <p>- Stoop di ganti pembebanan yang angin Atan 2 kiri.</p>	
3	9/4 2011	<p>- Bab II</p> <p>Sub bab 2.2 → a, b, opta kiri.</p> <p>Sub bab 2.2.1 → rata kiri.</p> <p>- Gambar 2.6 → ↑ spasi.</p> <p>- Banyak d. foto halaman yg tidak mengikuti aturan 2 spasi → ikuti aturan.</p> <p>- Bab III</p> <p>- Cek berat angin.</p> <p>lanjutan.</p>	
4	12/4 2012	<p>- Perbaiki tabel : ϕ, X, jenis tanah tidak perlu dicantumkan.</p> <p>- Diameter coba ukuran 80, kedalaman pemasangan 500 cm.</p> <p>- Ganti rumus Terzaghi.</p>	



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

Jl. Bend. Sigura-gura No. 2

MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Rudy Setyo P.
nim : 07.21.037
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing II : Eri Andrian Y., ST, MT.
Judul : Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang

N	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
5	18/4 2012	Lanjut Bab II Ok, bilakan & lanjutkan. Z	
6	03/05 2012	Hapus B, atep dengan notasi - Gambar tipe pondasi di perjelas.(1) - Untuk keterangan tipe di beri kalimat agar jelas. - kata "menggunakan" naik. agar spasi jelas. - Untuk tabel 2.5, ada kalimat yang naik di cek.	
7	7/05/2012	Diameter pondasi menggunakan 11 m Print pada perulangan pile cap di betulkan.	
8	15/5/2012	Perbaiki format 4-3 43 - Gambar A3 - Kumpulkan 4/maju seminar	
9	5/5 2012	Aec maju	

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN	iv
ABSTRAKSI	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud Dan Tujuan	3
1.5 Lingkup Pembahasan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1	Pengertian Pondasi	4
2.2	Pertimbangan Dalam Perencanaan Pondasi	4
2.2.1	Pondasi Langsung (Shallow Foundation)	5
2.2.2	Pondasi Tidak Langsung (Deep Foundation)	6
2.3	Pondasi Sumuran	7
2.4	Dasar Perencanaan Pondasi Sumuran	11
2.4.1	Data Boring (Data Laboratorium)	11
2.4.2	Uji Lapangan (Data Laboratorium)	12
2.4.2.1	Uji Sondir	12
2.4.2.2	Uji Penetrasi Standar (SPT)	14
2.5	Dasar Dukung Sumuran	15
2.5.1	Daya Dukung Kelompok Tiang	19
2.6	Penurunan Pondasi Tiang	26
2.7	Konversi Data Sondir ke Parameter Tanah	31
2.8	Penulangan Pondasi Sumuran	32

BAB III PERENCANAAN

3.1	Data Perencanaan Pondasi Sumuran	34
3.1.1	Bahan Bangunan	35
3.2	Perhitungan Pembebanan	36
3.2.1	Pembebanan Kuda – Kuda	36
3.2.2	Pembebanan Plat Lantai 2	41
3.2.3	Pembebanan Plat Lantai 3	42
3.2.4	Pembebanan Plat Lantai 4	42
3.2.5	Pembebanan Pada Portal Memanjang	42
3.2.5.1	Peratan Beban Plat Pada Balok Memanjang	42
3.2.5.2	Pembebanan Balok Lantai	47
3.2.5.3	Beban mati terpusat (Pd)	58
3.3	Perhitungan Pembebanan Gempa	58
3.3.1	Perhitungan Berat Total Bangunan	58
3.3.2	Perhitungan Waktu Getar Bangunan (T)	61
3.3.3	Perhitungan Gaya Geser Horizontal	61
3.4	Menghitung Lebar Efektif Balok (b.eff)	62

3.4.1	Lebar Efektif (b.eff) Balok Memanjang	62
-------	---	----

3.4.2	Lebar Efektif (b.eff) Balok Melintang	63
-------	---	----

BAB IV PERENCANAAN PONDASI

4.1	Data Perencanaan	66
-----	------------------------	----

4.1.1	Spesifikasi Umum Dan Parameter Perencanaan	66
-------	--	----

4.2	Parameter Tanah	67
-----	-----------------------	----

4.3	Perencanaan Pondasi Sumuran	68
-----	-----------------------------------	----

4.3.1	Bentuk Penampang Pondasi Dengan Beban Berat	69
-------	---	----

4.3.1.1	Daya Dukung Pondasi Sumuran	70
---------	-----------------------------------	----

4.3.1.2	Daya Dukung Pondasi Sumuran Dalam kelompok Tipe 1	73
---------	--	----

4.3.1.3	Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 1'1	75
---------	---	----

4.3.2	Bentuk Penampang Pondasi Dengan Beban Sedang	78
-------	---	----

4.3.2.1	Daya Dukung Pondasi Sumuran	79
---------	-----------------------------------	----

4.3.2.2	Daya Dukung Pondasi Sumuran Dalam kelompok Tipe 1'1	82
---------	--	----

4.3.2.3	Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 1'1.....	83
4.3.3	Bentuk Penampang Pondasi Dengan Beban Ringan	87
4.3.3.1	Daya Dukung Pondasi Sumuran.....	88
4.3.3.2	Daya Dukung Pondasi Sumuran Dalam kelompok Tipe 2.....	90
4.3.3.3	Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 2.....	92
4.4	Pondasi Sumuran Yang menerima Gaya Eksentrisitas	95
4.4.1	Tipe Pondasi 1 Dengan Berat	95
4.4.2	Penulangan Poer Pondasi Sumuran	99
4.4.2.1	Kontrol Tulangan Geser Pons Terhadap Kolom	106
4.4.3	Perencanaan Penulangan Pondasi Sumuran	110
4.4.3.1	Memeriksa Kekuatan Peampang Tiang	115
4.4.3.2	Perencanaan Tulangan Spiral	117
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	120
5.2	Saran	120

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

2.1	Batasan Daya Dukung Untuk Pondasi Sumuran Pada Uji SPT	15
2.2	Faktor Keamanan Untuk Pondasi Dalam	18
2.3	Penurunan Ijin (Showers, 1962).....	26
2.4	Perkiraan Angka Poisson (μ),	28
2.5	Perkiraan Angka Modulus Elastis (E)	28
2.6	Nilai Koefisien C_p	29
2.7	Klasifikasi Tanah Berdasarkan Pada Hubs. qc & fr (%)	31
3.1	Distribusi Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa ke tiap Portal	62
4.1	Nilai rata – rata N Pada Tiap Lapisan Tanah.....	71
4.2	Pelat : Stigel/Wipel.....	97

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pondasi Langsung / Dangkal	6
2.2	Pondasi Tidak Langsung	7
2.3	Proses Pondasi Sumuran Tanpa Casing	8
2.4	Proses Pondasi Sumuran dengan Casing Diambil.....	9
2.5	Proses Pondasi Sumuran dengan Casing Ditinggal.....	9
2.6	Potongan melintang caisson terbuka (a). Jenis mengapung (b). Proyek.....	10
2.7	Bentuk – bentuk Tampak Sumuran.....	11
2.8	Skema Jarak Antar Tiang.....	20
2.9	Skema Efisiensi Kelompok Tiang.....	21
2.10	Momen yang terjadi pada tiang.....	24
2.11	Berbagai Jenis Gesekan Distribusi Sepanjang Batang Tiang.....	27
2.12	Penampang ekivalen.....	32
3.1	Tampak Atas Kuda- kuda	36
3.2	Bentuk Kuda - kuda.....	37
3.3	Menerima Beban Sendiri.....	37
3.4	Angin Tekan	39
3.5	Angin Hisap	40
3.6	Beban Kebetulan	40
4.1	Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 1	69
4.2	Pondasi sumuran tipe 1.....	70

4.3	Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 1'1	78
4.4	Pondasi Sumuran Tipe 1'1	79
4.5	Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 2	87
4.6	Pondasi sumuran tipe 2	88
4.7	Susunan Pondasi Sumuran tipe 1	96
4.8	Momen arah x akibat reaksi tiang sumuran	97
4.9	Momen arah z akibat reaksi tiang sumuran	98
4.10	Penulangan Poer Pondasi Sumuran tipe 1	105
4.11	Skema Geser Pons Terhadap Kolom	106
4.12	Penulangan Geser Pons Terhadap Kolom	109
4.13	Ekivalen Penampang Bulat Ke Penampang Segi Empat	113
4.14	Distribusi Tegangan Segi Empat Ekivalen	117
4.15	Penulangan Tiang Sumuran	119



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi merupakan struktur atau lapisan tanah padat (keras) yang mempunyai daya dukung cukup dan berfungsi untuk meneruskan atau menghantarkan beban luar ke dalam tanah tanpa terjadi penurunan yang berlebih (*excessive settlement*) dan untuk memilih pondasi yang memadai harus sesuai dengan kondisi tanahnya, sehingga pondasi tersebut cocok untuk berbagai keadaan di lapangan.

Pada umum ada dua jenis pondasi yaitu pondasi langsung dan pondasi tidak langsung. Pondasi langsung seperti pondasi batu kali, pondasi plat, pondasi menerus, dan pondasi setempat karena lapisan tanah keras yang berada di kedalaman 2-3 m dari permukaan tanah. Sedangkan pondasi tidak langsung seperti pondasi tiang pancang, bor pile, dan pondasi sumuran karena lapisan tanah keras yang letaknya > 3 m. Dalam skripsi ini akan membahas mengenai **“Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang”**, karena mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Data sondir menunjukkan bahwa tanah padat terletak pada kedalaman 5.4m
2. Sebagai alternatif pengganti pondasi dilapangan, yaitu pondasi tiang sumuran

3. Meminimalisir getaran yang mengakibatkan kebisingan dan kerusakan pada bangunan sekitar
4. Lapisan tanah yang mempunyai daya dukung yang cukup kuat dan penurunan yang terjadi sekecil mungkin.

1.2 Identifikasi Masalah

Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang yang terdiri dari 4 lantai, mempunyai luas total $\pm 714 \text{ m}^2$, dan menggunakan pondasi strauss. Konstruksi bangunan yang dipakai adalah konstruksi beton bertulang.

Dalam merencanakan pondasi harus didukung dengan data – data yang dapat dipertanggung jawabkan secara teknis, agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan, sedangkan data tanah yang dipakai dalam perhitungan pondasi didapat dari Hasil Pengujian Tanah Lab. UMM Malang Sendiri, sebagai pihak yang ditunjuk untuk mengevaluasi kekuatan dan kondisi tanah dasar setempat untuk menunjang perencanaan pondasi. Data tersebut berupa data *Dutch Cone Penetration Test (Sondir)*.

Dari hasil penyelidikan tanah menunjukkan bahwa tanah padat di lapangan mempunyai kedalaman rata-rata 5.4 m dari elevasi tanah.

Pada perencanaan pondasi tiang sumuran ini penurunan tidak diperhitungkan, karena pondasi direncanakan berada pada tanah padat, sehingga mempunyai daya dukung yang cukup. Syarat aman perletakan ujung pondasi

adalah lapisan qc = 40 kg/cm² tebal lapisan tanah keras minimum 10D (10 kali diameter) tiang.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian diatas maka dapat dirumuskan masalah yang dapat dibahas yaitu:

1. Bagaimana daya dukung dan penurunannya dari pondasi sumuran itu?
2. Bagaimana tulangan pondasi tiang sumuran?

1.4 Maksud Dan Tujuan

Maksud dari skripsi ini adalah untuk memberikan alternatif perencanaan pondasi sumuran, sedangkan tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur pondasi sumuran yang memenuhi perhitungan persyaratan daya dukung, penurunan, dan penulangan pondasi.

1.5 Lingkup Pembahasan

Dengan memperhatikan maksud dan tujuan maka ruang lingkup pembahasan tugas akhir ini adalah meliputi:

1. Kontrol daya dukung pondasi yang didapat harus kurang dari daya dukung yang diijinkan dan penurunannya harus kurang dari 5 cm.
2. Tulangan yang dihitung harus sesuai dengan teori rumus penulangan pondasi sumuran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pondasi Secara Umum

Pondasi menurut disiplin ilmu Teknik Sipil adalah suatu bagian struktur atau lapisan tanah padat yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke lapisan tanah dibawahnya yang mempunyai daya dukung cukup dan tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan.



2.2 Pertimbangan Dalam Perencanaan Pondasi

Pada perencanaan suatu pondasi, ada beberapa yang harus di pertimbangkan :

a. Keadaan tanah pondasi

Kokohnya suatu bangunan ditentukan antara lain oleh kokohnya tahanan dasar yang mendukung, sehubungan dengan itu untuk merencanakan suatu pondasi bangunan tanah dasarnya dikenal sebaik – baiknya.

Contohnya : untuk tanah yang berada di daerah lereng, maka untuk tanah jenis ini sangat diperhatikan bentuk dan jenis pondasi yang akan digunakan agar mampu untuk menahan longsoran.

b. Kapasitas dukung tanah terhadap pembebanan

Daya dukung ultimate adalah beban maksimum yang sedemikian beratnya yang dapat ditahan oleh tanah sesaat sebelum hancur.

Contohnya : pondasi suatu bangunan gedung di atas 3 lantai harus di analisis kekuatan daya dukung ultimate agar setelah di beri beban maksimal pondasi tersebut tidak hancur duluan, tetapi beban bangunan tersebut oleh pondasi di teruskan ke dalam tanah sesaat sebelum hancur.

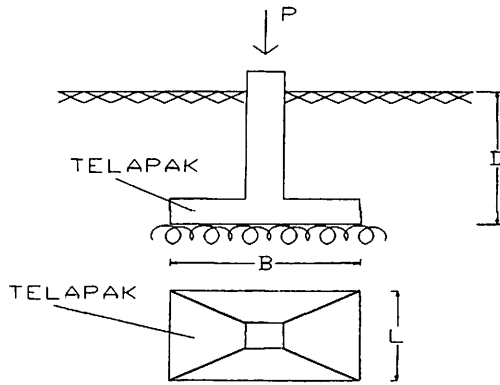
c. Keadaan sekelilingnya

Ditinjau dari segi pelaksanaan ada beberapa keadaan di mana kondisi lingkungan tidak memungkinkan adanya pekerjaan yang baik sesuai dengan kondisi yang di asumsikan sesuai dengan perencanaan.

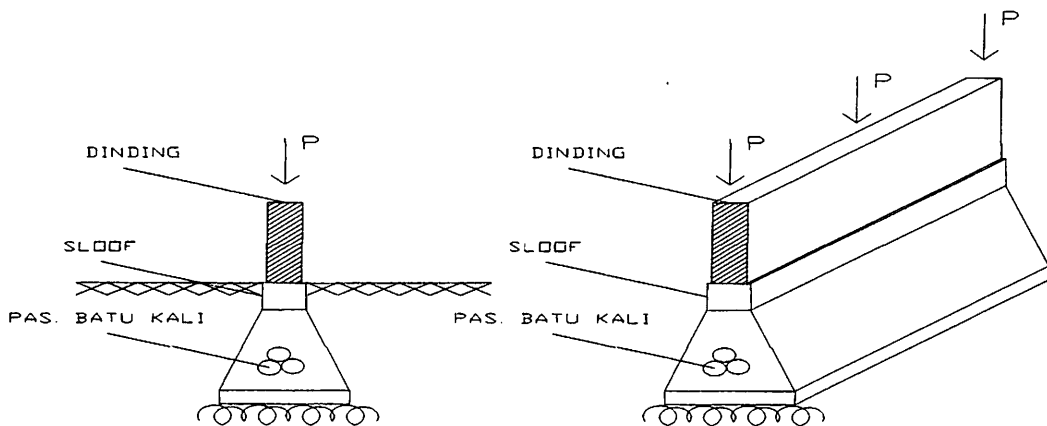
Contohnya : penggunaan pondasi tiang pancang yang tidak mungkin digunakan untuk daerah gedung perkuliahan yang site plan berada di tengah pemukiman warga, karena penggunaan pondasi ini akan membuat suara bising pada saat pelaksanaan yang sangat mengganggu daerah sekitar.

2.2.1 Pondasi Langsung (Shallow Foundation)

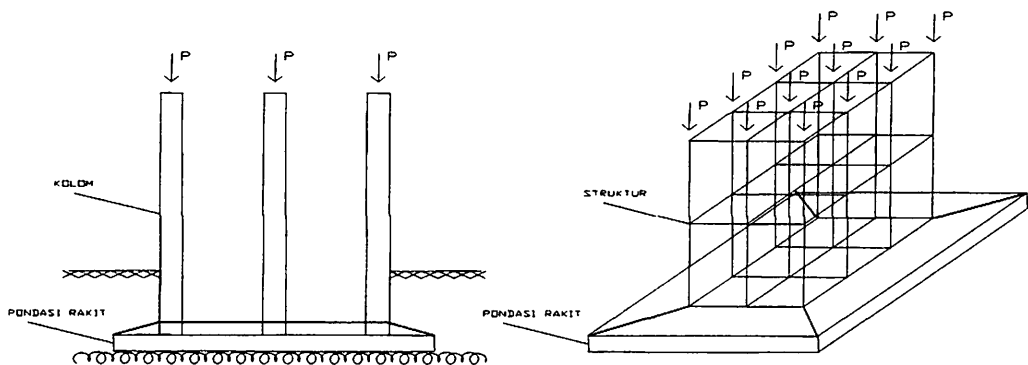
Pondasi langsung atau pondasi dangkal, merupakan pondasi dimana bagian dasar pondasi menumpang langsung pada lapisan tanah yang dianggap kuat menahannya. Menurut Terzaghi, istilah pondasi dangkal digunakan untuk pondasi yang mana perbandingan kedalaman dasar pondasi dari permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B) lebih kecil atau sama, ($D \leq B$). Pondasi lain yang mempunyai lebar kurang dari jarak D , dimasukkan dalam kategori pondasi dalam. Pada umumnya pondasi dangkal mempunyai kedalaman ≤ 3 meter, yang mana termasuk didalamnya : pondasi setempat, pondasi pondasi menerus (lajur) dan pondasi rakit.



a. Pondasi Telapak



b. Pondasi Menerus



c. Pondasi Rakit

Gambar 2.1 : Pondasi Langsung / Dangkal

2.2.2 Pondasi Tidak Langsung (Deep Fondation)

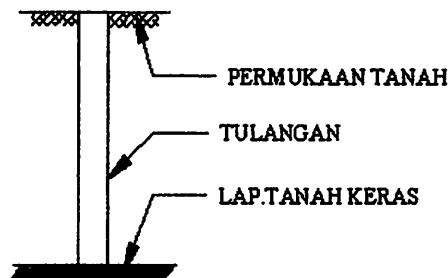
Pondasi tidak langsung atau pondasi dalam, merupakan pondasi dimana letak tanah keras sebagai landasan pondasi cukup dalam, misalnya

sampai di atas 3 meter , sehingga tidak memungkinkan dibuat pondasi langsung. Pondasi dalam pada umumnya mempunyai kedalaman $\frac{D}{B} > 3$ meter, dimana kedalaman dasar pondasi dari permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B), yang mana termasuk didalamnya : pondasi tiang pancang, bor pile, pondasi sumuran dan pondasi strauss.



a. Pondasi Tiang Pancang

b. Pondasi Sumuran



c. Pondasi Strauss

Gambar 2.2 : Pondasi Tidak Langsung / Dalam

2.3 Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran adalah pondasi yang dibuat dengan cara membuat sebuah lubang silindris yang digali hingga pada lapisan tanah keras yang cukup

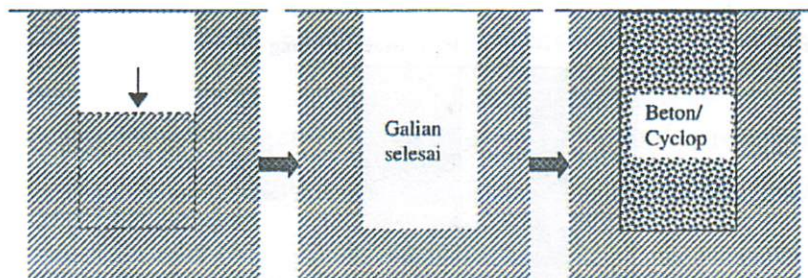
untuk memikul beban-beban dari struktur di atasnya dan sesudah itu diisi dengan adukan beton dan cyclop (batu – batu besar diisi dengan spesi beton). Pondasi tipe ini dipilih apabila lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya terletak agak dalam. Biasanya dalamnya pondasi sumuran ini berkisar antara 2 sampai 8 meter dengan diameter minimum 80 cm.

Untuk cara tersebut diatas dapat di laksanakan dengan dua cara yaitu :

1. Dengan cara menggali hingga kedalaman alas pondasi dan sumuran dibuat di dalam lubang tersebut. Bila tanah dapat dipotong tegak tanpa terganggu stabilitasnya maka kondisi sumuran ini dapat dilaksanakan tanpa casing, sedangkan kondisi sebaliknya berarti perlu casing.

- Tanpa casing

Pelaksanaan dilaksanakan dengan menggali lubang seperti sumuran sampai lapisan yang ditetapkan dengan tenaga manusia. Kemudian lubang tersebut diisi dengan material yang ditetapkan, beton cyclop.

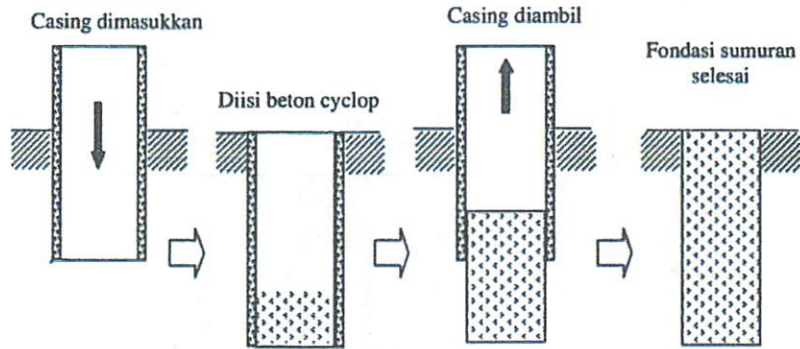


Gambar 2.3 : Proses Pondasi Sumuran tanpa casing

- Dengan casing yang diambil

Yaitu casing diturunkan seperlunya kemudian tanah di dalam casing digali, kemudian casing diturunkan seperlunya kemudian tanah di dalam casing diturunkan lagi dan tanah digali lagi, Sesudah itu

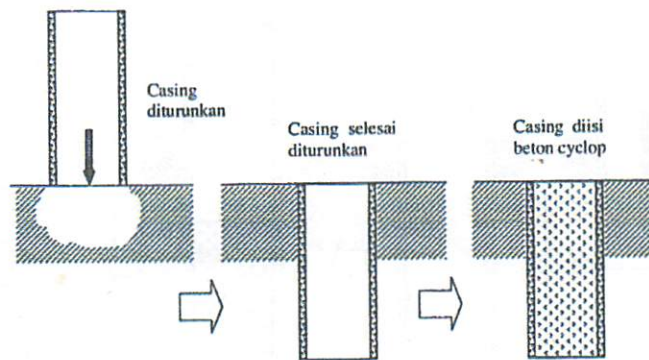
dilakukan pengisian lubang dengan beton atau cyclop sambil menarik ke atas casingnya.



Gambar 2.4 : Proses Pondasi Sumuran dengan Casing Diambil

- Dengan casing yang ditinggal

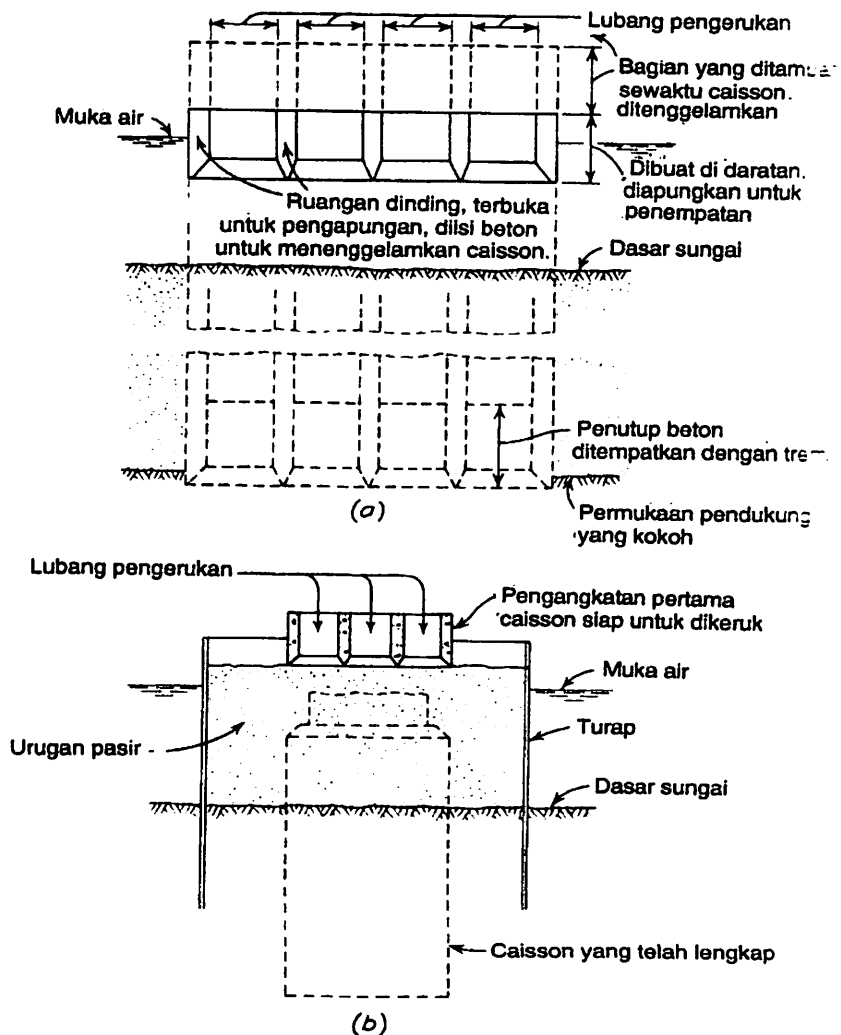
Umumnya casingnya terbuat dari beton buis (beton sumuran), sehingga casing ini berfungsi juga sebagai bagian struktur. Beton buis ini diturunkan dengan cara menggali tanah di bagian dalam buis. Kemudian lubang diisi dengan material yang ditetapkan, misalnya beton cyclop. Proses pelaksanaan jenis pondasi ini terkadang sudah harus menghadapi air tanah.



Gambar 2.5 : Proses Pondasi Sumuran dengan Casing Ditinggal

2. Dengan penggunaan caisson, yakni sebuah corong atau kotak yang dibenamkan hingga posisi yang diinginkan, yang kemudian akan

merupakan bagian luar sumuran. Biasanya untuk pondasi sumuran dalam air. Prosedur ini dikenal sebagai metode udara tertekan yang memungkinkan pembersihan gangguan – gangguan di bawah pinggiran caisson dan memudahkan pembersihan bagian bawah galian. Penggunaan metode ini membawa resiko dan bahaya bagi kesehatan pekerja, karena itu sedapat mungkin ditinggalkan.

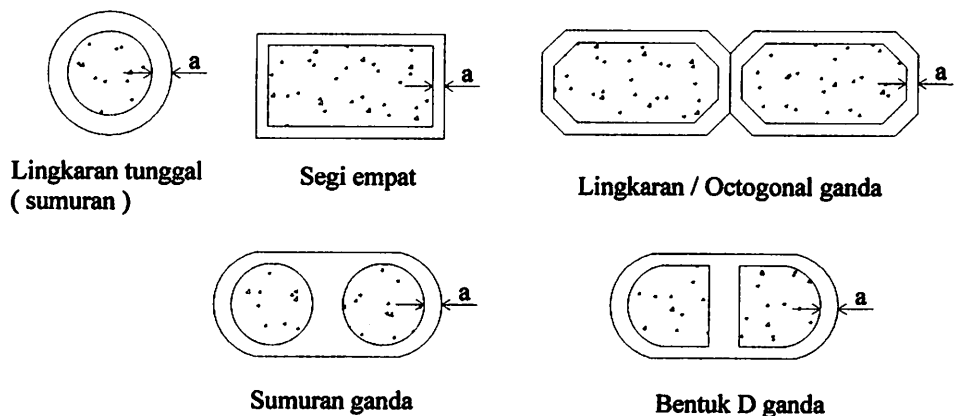


Gambar 2.6 : Potongan melintang caisson terbuka (a). Jenis mengapung (b). Proyek

Pondasi sumuran digunakan bilamana lapisan-lapisan bagian atas dari tanah tidak cukup kuat, sehingga tidak cukup kuat untuk memikul bangunan dengan memakai pondasi langsung.

Bentuk tampang pondasi sumuran dapat bermacam – macam sesuai dengan beban yang akan bekerja dan kuat dukung tanah dasar pondasi, tetapi pada umumnya mempunyai bagian – bagian yang sama.

Bentuk tampang pondasi dapat berupa :



Gambar 2.7 : Bentuk – bentuk Tampang Sumuran

2.4 Dasar Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Menentukan Letak Pondasi

2.4.1 Data Boring (Data Laboratorium)

Laporan hasil pengeboran tanah harus dibuat jelas dan tepat. Dalam hal ini harus selalu dicatat hal – hal kecil yang berkaitan dengan pelaksanaan pekerjaan, seperti pergantian alat dan tipenya, kedalaman lubang pada waktu pergantian alat, metode penahanan lubang bor agar tetap stabil.

Sesudah itu contoh tanah diuji di laboratorium, ditentukan klasifikasinya. Semua hasil – hasil pengeboran dicatat dalam laporan hasil pengeboran (boring log), yang berisi antara lain :

1. Kedalaman lapisan tanah
2. Elevasi permukaan titik bor, lapisan tanah dan muka air tanah.
3. Simbol jenis tanah secara grafis
4. Deskripsi tanah
5. Posisi dan kedalaman pengambilan contoh. Disebutkan kondisi contoh terganggu atau tak terganggu.
6. Nama titik boring, lokasi, tanggal, dan nama penanggung jawab pekerjaan pengeboran.

Dalam penggambaran profil lapisan tanah, lapisan tanah disajikan dalam bentuk simbol – simbol yang digambar secara vertikal.

2.4.2 Uji Lapangan

2.4.2.1 Uji Sondir

Uji sondir ini menunjukkan manfaat untuk pendugaan profil atau pelapisan (stratifikasi) tanah, karena jenis perilaku tanah telah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung (q_c) dan gesekan selimutnya (f_s). Penggunaan uji sondir yang makin luas terutama disebabkan oleh beberapa faktor berikut :

1. Cukup ekonomis dan dapat dilakukan berulang kali dengan hasil yang konsisten
2. Keharusan untuk melakukan pengujian di lapangan di mana sampel tanah tidak dapat diambil (tanah lembek dan pasir)
3. Dapat digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dengan baik.

➤ Syarat meletakkan pondasi (kedalaman), antara lain sebagai berikut :

Dengan melihat dari hasil grafik sondir, peletakan pondasi harus berada di lapisan tanah keras. Anggapan tanah keras yang dimaksudkan di sini sebetulnya agak relatif dan tergantung dari beberapa faktor, antara lain anggapan asalkan pada posisi di mana daya dukung tanahnya sudah mumpuni untuk mengimbangi besarnya beban yang dipikul tiang, maka disitu diasumsikan letak tanah keras berada. Jika sangat dalam sehingga diperlukan tiang yang sangat panjang maka hal tersebut sangat sukar dilaksanakan dan terlalu mahal untuk biaya pemasangan. Sehingga pada kenyataan ini seperti ini praktis daya dukung pun yang didapat adalah dari gesekan antara sisi tiang dengan tanah sekelilingnya, namun bukan berarti perlawanan di ujungnya tidak ada, tapi pada kenyataanya tumpuan di ujung ini juga memiliki andil dalam memberikan sumbangan daya dukung walaupun itu kecil.

Batasan lapisan tanah keras yang baik dapat digunakan batasan sebagai berikut :

- Untuk lapisan non kohesif (pasir, kerikil) mempunyai harga standard penetration test (SPT) $N > 35$ sedangkan dari hasil sondir kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 150 \text{ kg/cm}^2$
- Untuk lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan bebas (Unconfined compression strength) q_u antara 3 sampai dengan 4 kg/cm^2 atau kira-kira $N > 15$ sampai dengan 20 sedangkan dari hasil sondir kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 70 \text{ kg/cm}^2$

- Dari hasil sondir dapat dipakai kira-kira harga perlawanan $q_c \geq 150$ kg/cm² untuk lapisan

2.4.2.2 Uji Penetrasi Standar (SPT)

Uji penetrasi standar atau *Standar Penetration Test* (SPT) telah memperoleh popularitas secara luas sejak tahun 1927, dan telah diterima sebagai uji tanah yang rutin di lapangan.

Alat uji ini berupa sebuah tabung yang dapat dibelah (split tube, split spoom, atau split barrel) yang dilengkapi sebuah driving shoe agar tidak mudah rusak pada saat penetrasi. Pada bagian atas dilengkapi dengan coupling supaya dapat disambung dengan batang bor (drill rod) ke permukaan tanah. Sebuah sisipan pengambilan contoh dapat dipasang dibagian bawah tabung bila tanah yang harus diambil contohnya berupa pasir lepas atau lumpur.

Prosedur pengujian mengikuti urutan sebagai berikut:

1. Mempersiapkan lubang bor hingga kedalaman uji.
2. Memasukkan alat split barrel sampler secara tegak.
3. Menumbuk dengan hammer dan mencatat jumlah tumbukan setiap 15 cm penetrasi. Hammer dijatuhkan secara bebas pada ketinggian 760 mm.
4. Nilai tumbukan dicatat 3 kali (N_0, N_1, N_2) dimana nilai $N_{SPT} = N_1 + N_2$. Sampel yang diperoleh dengan cara ini merupakan sampel yang sangat terganggu.



5. Sampel yang diperoleh dimasukkan ke dalam plastik untuk di uji di laboratorium. Pada plastik tersebut harus diberikan catatan nama, kedalaman, dan nilai N.

Secara konvensional, uji SPT dilakukan dengan interval kedalaman 1,5 m – 30 m dan sampel tanah yang diperoleh dari tabung 2 kali perencanaan di dasar.

Daya dukung untuk pondasi sumuran, besarnya dapat diberikan sebagai berikut:

Sifat batuan	Macam batuan	kg/cm ²
Batuan lunak	Batu gamping, batu lempung, baatu lanau, batu tufa, napal	4 sampai 8
Batuan sedang	Breksi, batu pasir, konglomerat, anglomerat	8 sampai 16
Batuan keras	Basalt, anderat, granit	16 sampai 50

Tabel 2.5 Daya Dukung

Batu lunak : batu yang mudah digali dengan alat tangan, juga bagian pecahan batu ini dapat dipatahkan dengan tangan.

Batu sedang : batu yang sifatnya antara lunak dan keras, penggaliann batu ini dengan alat tangan sudah sukar.

Bagian pecahan ini tidak dapat dipatahkan dengan tangan saja tetapi masih muda dihancurkan kalau dipukul dengan palu.

Batu keras : batu yang hanya dapat digali dengan memakai sistem di bor atau dengan bahan peledak dan tidak mengandung banyak retak.

2.5 Daya Dukung Pondasi Sumuran

Pondasi pondasi sumuran dipasang ke dalam tanah dengan cara menggali terlebih dahulu, oleh karena itu dalam menghitung daya dukung menggunakan daya dukung ujung dan daya dukung gesekan pada selimut tiang. Tiang dengan tertahan ujung (End Bearing Pile) adalah tiang yang meneruskan

beban melalui tahanan ujung ke lapisan tanah keras., sedangkan daya dukung gesekan pada tiang (friction pile) adalah tiang yang mendapat gesekan yang untuk mengikat tiang pondasi sumuran tersebut.

- Penentuan daya dukung pondasi sumuran dengan menggunakan data boring (laboratorium) menurut Terzaghi dan peck (*sumber : Teknik Fondasi Bagian II, hal. 43*) :

$$Q_{ult} = \pi r^2 (1,3 cN_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + 0,6 \gamma \cdot r \cdot N\gamma) + 2\pi r \cdot f \cdot D_f$$

Dimana :

$N_c, N_q, N\gamma$ = koefisien kuat dukung tanah menurut Terzaghi

r = jari – jari lingkaran

γ = berat volume tanah

D_f = kedalaman pondasi

c = lekatan ; f = gesekan ;

- Penentuan daya dukung pondasi sumuran dengan menggunakan data sondir, dalam hal ini bila ditemui keadaan tanah di mana lapisan keras sangat dalam sehingga sangat tidak mungkin digunakan tiang yang sangat panjang untuk keadaan di lapangan. Jadi dalam hal ini tiang ditahan oleh pelekatan antara tiang dengan tanah (nilai geesekan selimut = Q_s) (*sumber : Metode Konstruksi Untuk Pekerjaan Fondasi, hal. 36*) :

$$Q = \frac{P \cdot A}{3} + \frac{f \cdot O}{5}$$

Dimana :

P = penetrasi konus (kg/cm^2)

A = luas penampang tiang (cm^2)

f = jumlah hambatan lekat (kg/cm)

O = keliling tiang (cm)

- Penentuan daya dukung pondasi sumuran dengan desakan tanah yang kecil dengan menggunakan data SPT menurut Meyerhof (*sumber : Manual Pondasi Tiang, Edisi 3, hal. 43*) :

$$Q_{ult} = Q_p + Q_s - W_p$$

Dimana :

Q_{ult} = daya dukung ultimit pondasi tiang sumuran

Q_p = daya dukung ultimit ujung pada tiang

$$Q_p = (40 \cdot N_b) \times A_p$$

N_b = nilai N_{SPT} pada elevasi dasar tiang

A_p = Luas penampang dasar tiang

Q_s = daya dukung ultimit selimut tiang

$$Q_s = 0,1 \cdot N_{rata} \cdot A_s$$

N = nilai N_{rata}^2 pada tiang sumuran

W_p = berat sendiri pondasi tiang sumuran

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

$$Q_a = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Maksud penggunaan faktor-faktor aman adalah untuk menyakinkan keamanan tiang terhadap keruntuhan tiang dengan mempertimbangkan

penurunan tiang pada beban kerja yang diterapkan. Untuk menentukan faktor keamanan dapat digunakan struktur bangunan menurut Pugsley (1966):

Tabel 2.1 : Faktor Keamanan Untuk Pondasi dalam

Klasifikasi Struktur	Faktor Aman			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	3	3,5	4
Permanen	2	2,5 ✓	2,8	3,4
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

(Sumber : Reese & O'Neil, 1989; Pugsley, 1966)

1. Bangunan monumental, umumnya memiliki umur rencana melebihi 100 tahun, seperti Tugu Monas, Monumen Garuda Wisnu Kencana, jembatan-jembatan besar, dan lain-lain.
2. Bangunan permanen, umumnya adalah bangunan gedung, jembatan, jalan raya dan jalan kereta api, dan memiliki umur rencana 50 tahun.
3. Bangunan sementara, umur rencana bangunan kurang dari 25 tahun, bahkan mungkin hanya beberapa saat saja selama masa konstruksi.

Faktor-faktor lain kemudian ditentukan berdasarkan tingkat pengendaliannya pada saat konstruksi.

1. Pengendalian Baik: kondisi tanah cukup homogen dan konstruksi didasarkan pada program penyelidikan geoteknik yang tepat dan profesional, terdapat informasi uji pembebanan di atau dekat proyek dan pengawasan konstruksi dilaksanakan secara ketat.

2. Pengendalian Normal: Situasi yang paling umum, hampir serupa dengan kondisi diatas, tetapi kondisi tanah bervariasi dan tidak tersedia data pengujian tiang.

3. Pengendalian Kurang: Tidak ada uji pembebanan, kondisi tanah sulit dan bervariasi, pengawasan pekerjaan kurang, tetapi pengujian geoteknik dilakukan dengan baik.

2.5.1 Daya Dukung Kelompok Tiang

Penentuan daya dukung vertikal sebagai tiang dalam kelompok perlu dihitung dulu efisiensi dari tiang tersebut didalam kelompok, karena daya dukung vertikal sebuah tiang yang berdiri adalah tidak sama besarnya yang berada dalam suatu kelompok.

Efisiensi η adalah perbandingan hambatan kulit pada garis keliling kelompok terhadap jumlah tahanan kulit masing-masing tiang pondasi. Misalkan banyaknya baris adalah (n) dan banyaknya kolom (m) dan jarak masing-masing tiang (s), maka banyaknya tiang $K=m.n$.

$$\eta = \frac{\text{Daya dukung kelompok tiang}}{\text{Jumlah tiang} \times \text{Daya dukung tiang tunggal}} = \frac{Q_{pg}}{nxQ_s}$$

Penentuan daya dukung vertikal kelompok tiang dihitung berdasarkan faktor efisiensi seperti rumus dibawah ini :

$$Q_{\text{tiang}} = \eta \cdot k \cdot Q_{\text{tiang}}$$

Dimana :

Q_{tiang} = daya dukung yang diijinkan untuk sebuah tiang dalam kelompok

Q_{tiang} = daya dukung yang diijinkan untuk tiang tunggal

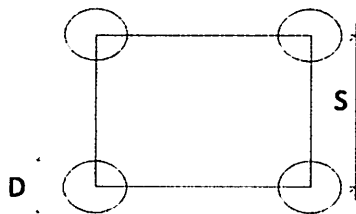
k = jumlah tiang

η = Efisiensi kelompok tiang

Untuk menghitung daya dukung kelompok digunakan perhitungan seperti :

a) Jarak antara tiang dalam kelompok

Syarat jarak tiang kelompok :



Gambar 2.8 Skema Jarak Antar Tiang

- * $S \geq 2,5D$ → Jika terlalu rapat, kemungkinan tiang berdekatan akan terangkat pada saat pemancangan.
- * $S \leq \frac{1,57 \cdot D \cdot m \cdot n - 2D}{(m + n) - 2}$ → akan aman.
- * $S \leq 2,00 \text{ m}$ → Jika terlalu renggang, konstruksi poer akan mahal.
- * $S \leq \frac{1,57 \cdot D \cdot m \cdot n}{(m + n) - 2}$ → Konstruksi akan lebih ekonomis tetapi kurang aman.

Dimana :

S = jarak antar tiang pondasi (m)

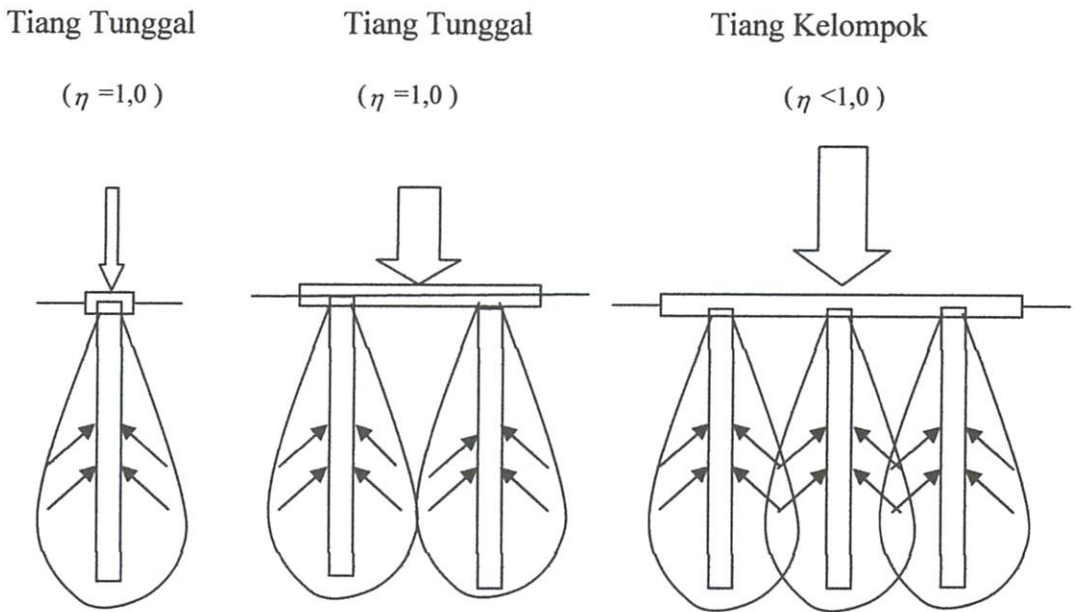
D = diameter tiang pondasi (m)

m = jumlah baris tiang pondasi arah X

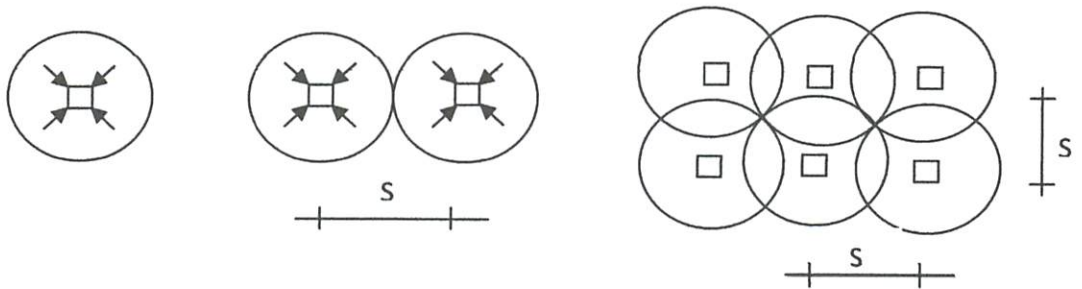
n = jumlah tiang pondasi per-baris arah Y

Kontribusi daya dukung tiang pondasi yang dihasilkan dari lekatan/friksi kulit tiang dengan tanah di sekeliling tiang (lihat sketsa)

(Bowles, JE; 1998:331)



Gambar 2.9 Skema Efisiensi Kelompok Tiang

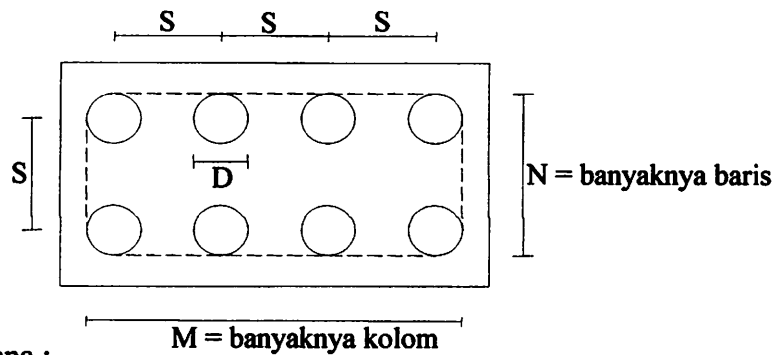


Gambar 2.9 Skema Efisiensi Tiang Kelompok



Efisiensi kelompok tiang dengan rumus sederhana:

$$\eta = \frac{2 \cdot (m + n - 2) \cdot S + 4 \cdot D}{p \cdot m \cdot n}$$



Dimana :

m = jumlah baris tiang; n = jumlah tiang dalam baris

D = diameter tiang (cm)

S = jarak antara as ke as tiang (cm)

p = keliling dari penampang tiang

Rumus efisiensi kelompok banyak sekali ragamnya, di bawah ini disajikan beberapa rumus efisiensi yang lazim digunakan dalam hitungan. Apabila hitungan dilakukan dengan lebih dari satu macam rumus, maka angka efisiensi diambil yang terkecil karena akan diperoleh safety factor yang paling aman.

Adapun rumus-rumus tersebut antara lain :

a. Rumus Converse-labarre

$$\eta = 1 - \frac{\phi}{90} \left[\frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{m \cdot n} \right]$$

Dimana :

$$\phi = \text{arc tg} \frac{D}{S}$$

b. Rumus Los Angeles Group

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi \cdot m \cdot S \cdot n} \left[m \cdot (n - 1) + n \cdot (m - 1) + (m - 1)(n - 1) \cdot \sqrt{2} \right]$$

c. Rumus Seiler Keeny

$$\eta = \left[1 - \frac{(11 \cdot S)(m + n - 2)}{7(S^2 - 1)(m + n - 1)} \right] + \left[\frac{0,3}{(m + n)} \right]$$

Dimana :

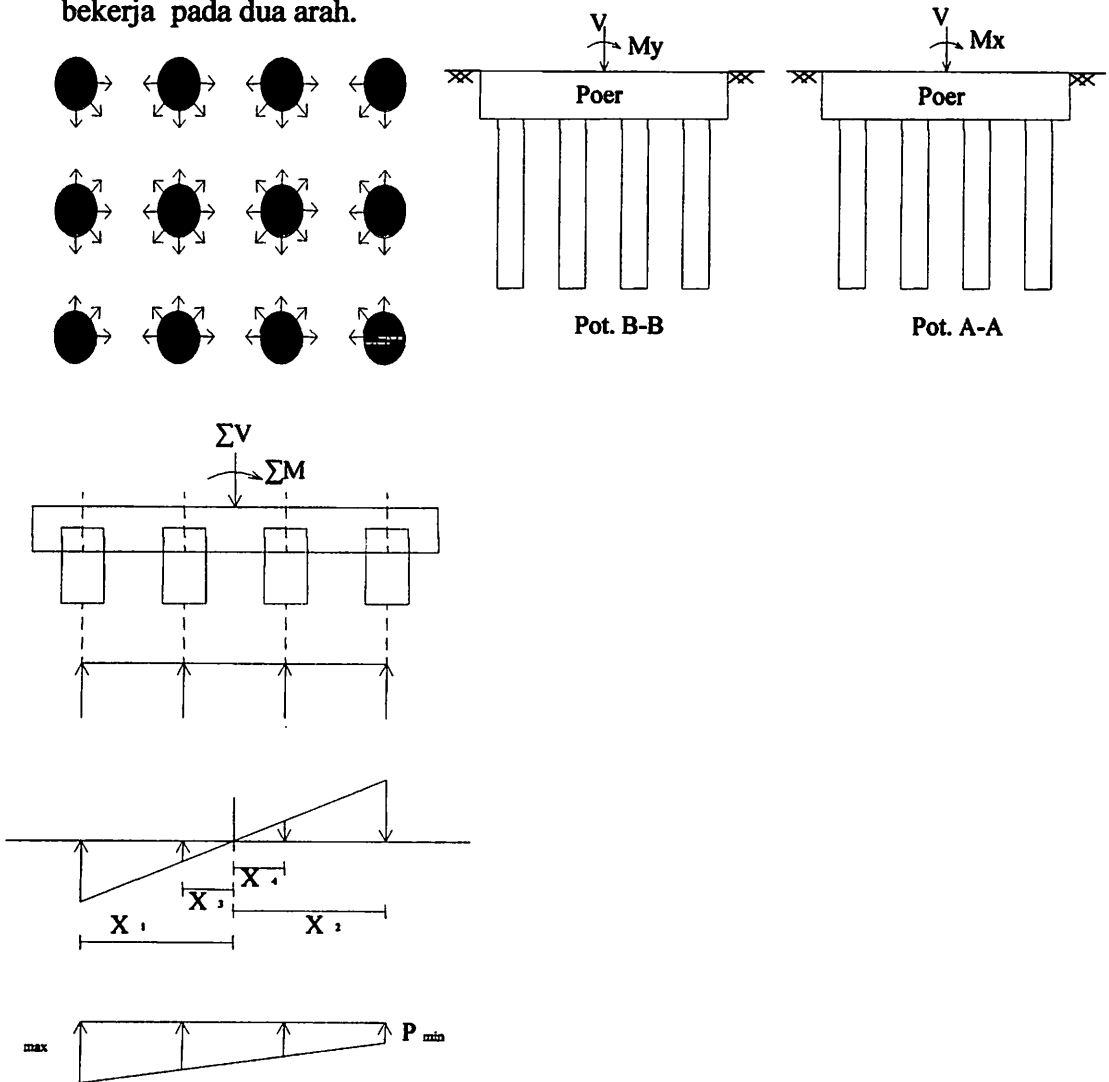
m = jumlah baris tiang

n = jumlah tiang dalam baris

D = diameter tiang (cm)

S = jarak antara as ke as tiang (cm)

Kelompok tiang yang menerima beban normal eksentrisitas dan momen yang bekerja pada dua arah.



Gambar 2.10: Momen yang terjadi pada tiang

Rumus :

$$P_{\max} = \frac{P_{\text{total}}}{n} \pm \frac{My \cdot X_{\max}}{ny \cdot \Sigma x^2} \pm \frac{Mx \cdot Y_{\max}}{nx \cdot \Sigma y^2}$$

Dimana :

P_{\max} = Beban maksimum yang diterima oleh tiang (kg)

P_{total} = Beban vertikal yang diterima oleh kelompok tiang (kg)

n = Banyaknya jumlah tiang (buah)

X_{\max} = Jarak terjauh tiang kepusat berat kelompok tiang searah sumbu X (m)

Y_{\max} = Jarak terjauh tiang kepusat berat kelompok tiang searah sumbu Y (m)

M_x = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x (kgm)

M_y = Momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y (kgm)

n_x = Banyak tiang dalam satu baris searah sumbu x (buah)

n_y = Banyak tiang dalam satu baris searah sumbu y (buah)

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat absis tiang (m^2)

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat ordinat tiang (m^2)

Apabila dalam merencanakan pondasi tiang bor kontrol daya dukung tidak memenuhi, maka dalam perencanaan kita dapat menanbah daya dukung dengan cara menyesuaikan kedalaman dan diameter tiang.

2.6 Penurunan Pondasi Tiang Sumuran

Syarat Penurunan ijin total untuk bangunan dinding bata = 25 – 30 mm. (*Showers, 1962*)

Tabel 2.2 Penurunan Ijin (*Showers, 1962*)

Tipe gerakan	Faktor pembatas	Penurunan maksimum
Penurunan total	Drainase	15 - 30 cm
	Jalan masuk	30 - 60 cm
	Kemungkinan Penurunan tidak seragam :	
	Bangunan dinding bata	2,5 - 5 cm ✓
	Bangunan rangka	5 - 10 cm
	Cerobong asap, silo, pondasi rakit (<i>mat</i>)	8 - 30 cm
Kemiringan	Stabilitas terhadap penggulingan	Bergantung pada tinggi & lebar
	Miringnya cerobong asap, menara	0,004 L
	<i>Rolling of trucks, dll.</i>	0,01 L
	<i>Stacking of goods</i>	0,01 L
	Operasi mesin - perkakas benang tenun	0,003 L
	Operasi mesin - generator turbo	0,0002 L
	Rel derek (<i>crane rail</i>)	0,0003 L
Drainase lantai	0,01 - 0,02 L	
Gerakan tidak seragam	Dinding bata kontinyu tinggi	0,0005 - 0,001 L
	Bangunan penggilingan satu lantai (dari batu bata) dinding retak	0,001 - 0,002 L
	Plesteran retak (gypsum)	0,001 L
	Bangunan rangka beton bertulang	0,0025 - 0,004 L
	Bangunan dinding tirai beton bertulang	0,003 L
	Rangka baja, kontinyu	0,002 L
	Rangka baja sederhana	0,005 L

Penyelesaian untuk perhitungan penurunan karena menerima

beban dari arah vertikal adalah sebagai berikut :

$$S_{total} = s_1 + s_2 + s_3$$

Dimana :

s_1 = penurunan batang tiang

s_2 = penurunan yang disebabkan beban pada titik tiang

s_3 = penurunan yang disebabkan oleh beban yang ditransmisikan sepanjang poros tiang.

Prosedur untuk memperkirakan tiga element penurunan tiang pondasi adalah sebagai berikut:

- Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal (s_1)

Untuk perkiraan besarnya penurunan pada pondasi tiang tunggal, maka deformasi tiang batang dapat dievaluasi menggunakan prinsip – prinsip dasar mekanika bahan.

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \alpha \cdot Q_{ws}) \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

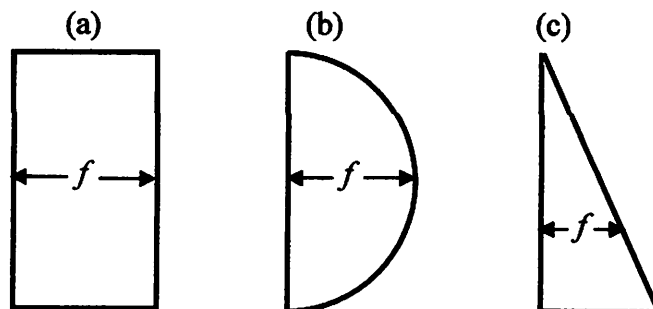
Dimana : Q_{wp} = beban vertikal yang diterima pondasi

Q_{ws} = beban yang dikarenakan gesekan selimut pondasi

A_p = luas penampang tiang ; L = panjang tiang ;

E_p = modulus elastisitas tanah, (beton $(4700\sqrt{f'c})$)

α = koef. yang bergantung pada distriibusi gesekan selimut pada pondasi



Gambar 2.11: berbagai jenis gesekan distribusi sepanjang batang tiang

Besarnya distribusi perlawanan tergantung pada sifat dari unit distribusi gesekan (kulit) resistensi sepanjang batang tiang. Jika distribusi f adalah seragam atau parabola murni, seperti ditunjukkan pada gambar a dan b, nilai α adalah setara dengan 0,5. Namun, untuk distribusi segitiga dari gambar c, nilai α adalah sekitar 0,67 (vesic, 1977).

Tabel 2.3 : Perkiraan angka Poison (μ), (Sumber Hary C.,H. hal 230)

Macam tanah	μ
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir padat	0,2 – 0,4
Pasir kasar (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,15
Pasir halus (angka pori, $e = 0,4 - 0,7$)	0,25
Batu (agak tergantung dari macamnya)	0,1 – 0,4
Loess	0,1 – 0,3

Tabel 2.4 : Perkiraan modulus elastis (E), (Sumber Hary C.,H. hal 230)

Macam tanah	E (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
Loess	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

- Penurunan dari ujung tiang (s_2)

Penyelesaian penurunan yang disebabkan oleh beban dilakukan pada titik tiang dapat dinyatakan dalam bentuk yang sama dengan persamaan untuk pondasi dangkal.

$$s_2 = \frac{q_{wp} + D}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot I_{wp}$$

Dimana : D = kedalaman tiang pondasi

q_{wp} = beban vertikal yang diterima pondasi

E_s = modulus elastisitas tanah, (beton $(4700\sqrt{f'c})$)

μ_s = rasio poisson untuk tanah ; I_{wp} = faktor pengaruh;

Tujuan dari semua, I_{wp} dapat diambil untuk menjadi α , dengan tidak adanya hasil eksperimen, sehingga nilai-nilai perwakilan dari rasio Poisson dapat diketahui.

Vesic (1977) juga telah mengusulkan suatu metode semiempiris untuk memperoleh besarnya penurunan s_2 sebagai berikut:

$$s_2 = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D \cdot q_p}$$

Tabel 2.5 Nilai Koefisien C_p [Eq. (8.60)] (sumber vesic, 1977)

Tipe Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
Pasir (padat berbutir)	0,02-0,04	0,09-0,18
Lempung (kaku lunak)	0,02-0,03	0,03-0,06
Pasir (padat berbutir)	0,03-0,05	0,09-0,12

From "Design of Pile Foundation," by A. S. Vesic, in NCHRP *Synthesis of Highway Practice* 42, Transportation Research Board, 1977. Reprinted by permission.

Dimana : q_p = tahanan ujung tiang

C_p = koefisien empiris

Nilai C_p untuk mewakili berbagai tanah diberikan dalam tabel

- Penurunan akibat pengalihan beban (s_3)

Penyelesaian penurunan yang disebabkan oleh beban yang dibawa oleh batang tiang :

$$s_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \cdot \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

Dimana : p = keliling tiang

L = panjang tiang tertanam

$$I_{wp} = \text{faktor pengaruh} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

Dengan catatan bahwa istilah Q_{ws} / pL dalam persamaan di atas adalah nilai rata-rata dari f sepanjang batang tiang. Faktor pengaruh, I_{ws} , dapat dinyatakan dengan hubungan empiris sederhana seperti persamaan di atas (vesic, 1977).

Vesic (1977) juga mengusulkan hubungan empiris sederhana yang mirip dengan Persamaan di atas untuk memperoleh s_3 sebagai:

$$s_3 = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L \cdot q_p}$$

Dimana : $C_s = \text{konstanta empiris} = (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \cdot C_p$

Untuk nilai C_p yang digunakan dalam Persamaan di atas dapat diperkirakan dari tabel 2.5.

2.7 Konversi Data Sondir Ke Parameter Tanah

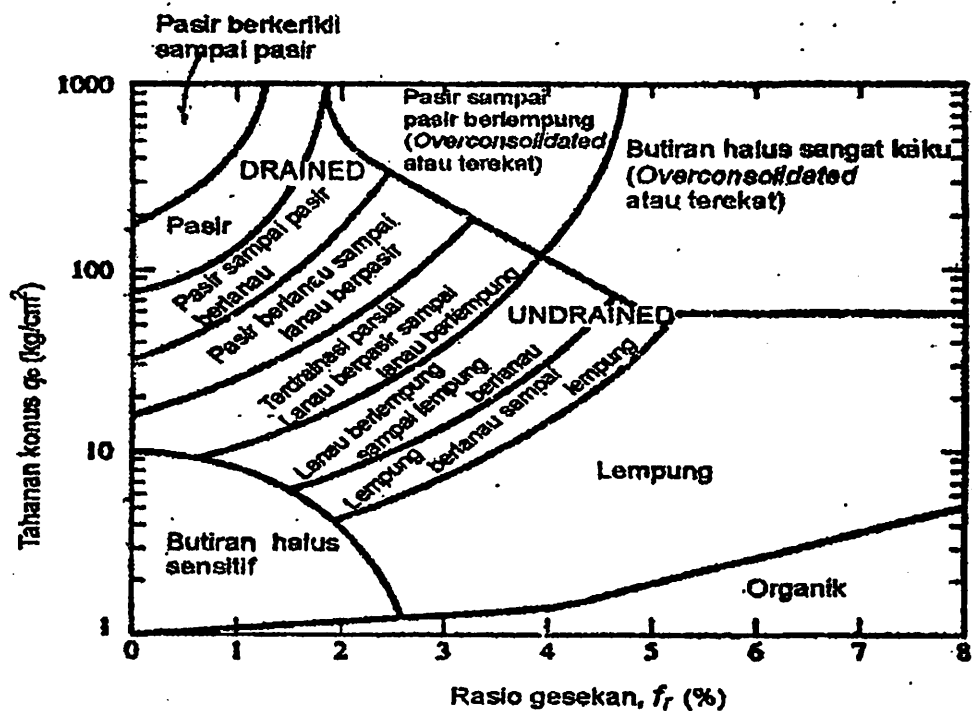
Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam mengkonversi data sondir ke parameter tanah, antara lain :

1. $q_c = 4 N$

dimana, $N = \text{nilai SPT}$

$q_c = \text{tahanan konus (kg/cm}^2\text{)}$

2. Hubungan f_r dan q_c untuk menentukan jenis tanah.



Tabel 2.6 Klasifikasi tanah didasarkan pada hasil uji kerucut statis (sondir)

Sumber : (Hardiyatmo, H.C., Analisis dan Perancangan Fondasi I, 2011., Hal 75)

2.8 Penulangan Pondasi Sumuran

Karena pondasi sumuran yang direncanakan bentuknya lingkaran, maka perhitungan tulangan dihitung seperti kolom bulat, pendekatan dilakukan dengan metode luas penampang persegi ekuivalen. Penampang bulat ditransformasikan menjadi segi empat ekuivalen, ekuivalensi dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tebal penampang ke arah lenturan diambil

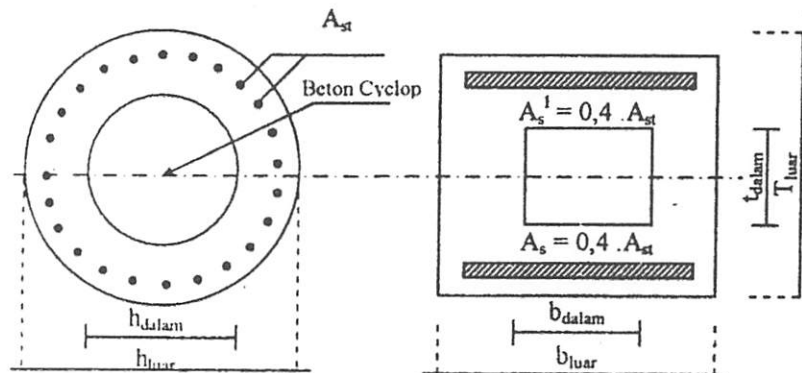
$$t_{\text{luar}} = 0,80 \cdot h_{\text{luar}}$$

$$t_{\text{dalam}} = 0,80 \cdot h_{\text{dalam}}$$

2. Lebar segi empat ekuivalen (b), adalah :

$$b_{\text{luar}} = \frac{A_{g \text{ luar}}}{0,80 \cdot h}$$

$$b_{\text{dalam}} = \frac{A_{g \text{ dalam}}}{0,80 \cdot h}$$



Gambar 2.12: Penampang ekuivalen

Dimana :

A_g : Luas penampang kolom

h : Diameter luar lingkaran

3. Luas tulangan A_{st} ekuivalen ditentukan dengan cara menempatkan seluruh tulangan total pada dua lapis sejajar.

$$A_{st} = \frac{1}{3} \cdot (2 \cdot D_s)$$

D_s adalah diameter luar lingkaran tulangan terluar dari pusat ke pusat.

4. Perencanaan tulangan spiral adalah :

$$D_c = D_{luar} - (2 \cdot \text{selimut beton})$$

$$\rho_s = 0,45 \cdot \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \cdot \left[\frac{f'_c}{f_y} \right]$$

- Jarak antar sengkang spiral (s)

$$S_{maks} = \frac{4 \cdot A_s \cdot (D_c - d_s)}{d^2 \cdot \rho}$$

Dimana :

$$S_{maks} : \text{Jarak maksimum antar sengkang spiral (mm)} = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

A_s : Luas tulangan spiral

d : Diameter tulangan

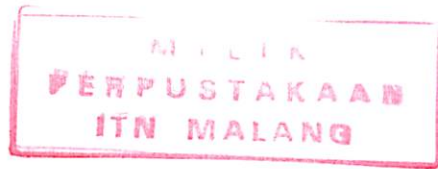
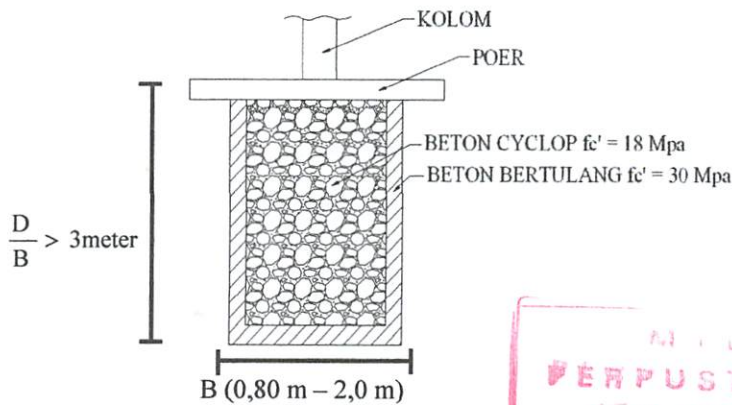
D_c : Diameter inti sumuran

d_s : Diameter tulangan

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Data Perencanaan Pondasi Sumuran



1. Spesifikasi Umum

- | | |
|--|---|
| a. Fungsi Bangunan | : Perkuliahan |
| b. Kuat Tekan Beton ($f'c$) | : 30 Mpa |
| c. Tegangan Leleh Tulangan Pokok | : 320 Mpa |
| d. Struktur Lantai | : Plat Beton Bertulang |
| e. Struktur Bawah | : Pondasi Sumuran |
| f. Jumlah Lantai | : 4 |
| g. Bentang Memanjang | : 42 m |
| h. Bentang Melintang | : 11 m |
| i. Zona Gempa | : 4 (Malang) |
| j. Modulus Elastisitas beton (E_c) | : $4700 \cdot \sqrt{f'c} = 4700 \cdot \sqrt{30}$
$= 25742,9602 \text{ mPa}$
$= 25742,96 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$ |

3.1.1 Bahan Bangunan

1. Peraturan Perencanaan Dasar

- a. SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perhitungan Beton Bertulang)
- b. SNI 03-1726-2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan)
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 (PPIUG)

2. Kuat Tekan Beton ($f'c$) = 30 Mpa

3. Tegangan leleh tulangan (f_y) = 320 MPa

4. Pembebanan

Perencanaan pembebanan dihitung dari berat sendiri struktur, beban hidup akibat fungsi struktur, dan beban lateral akibat gempa.

Kode pembebanan adalah sebagai berikut :

- Beban mati (*DEAD*) : D
- Beban hidup (*LIVE*) : L
- Beban gempa (*EARTHQUAKE*) : E

Berat sendiri dari material konstruksi sesuai dengan PPIUG 1983 diambil sebagai berikut:

- Beton bertulang = 2400 kg/m³
- Berat dinding = 250 kg/m²
- Beton (bukan beton pengisi) = 2200 kg/m³
- Beton cyclop = 1850 kg/m³

Beban hidup yang direncanakan sesuai dengan PPIUG 1983 adalah sebagai berikut :

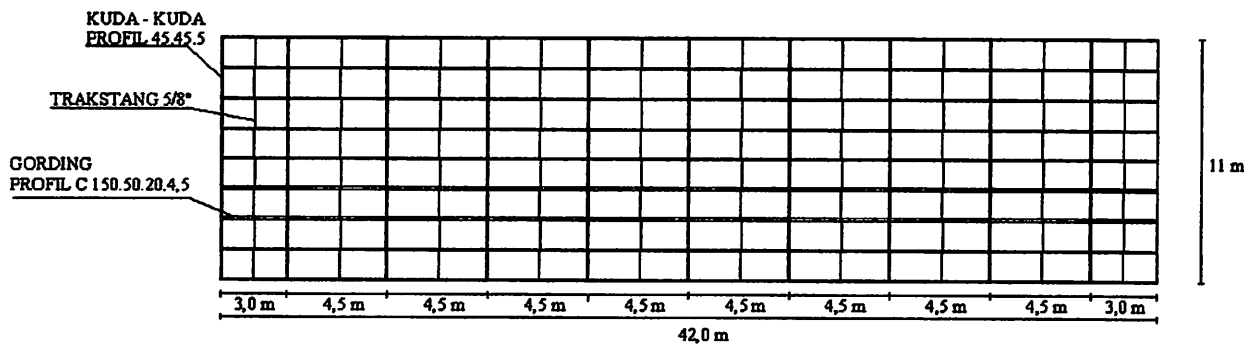
- Beban hidup bangunan gedung kuliah = 250 kg/m^2

5. Dimensi plat, balok, dan kolom

- Tebal plat = 12 cm
- Balok
 - Balok induk tipe 1 (B1) = 35 x 65
 - Balok induk tipe 2 (B2) = 30 x 40
 - Balok anak (BA) = 20 x 40
- Kolom
 - Kolom tipe 1 (K1) = 40 x 60
 - Kolom tipe 2 (K2) = 40 x 40

3.2 Perhitungan Pembebanan

3.2.1 PEMBEBANAN KUDA-KUDA

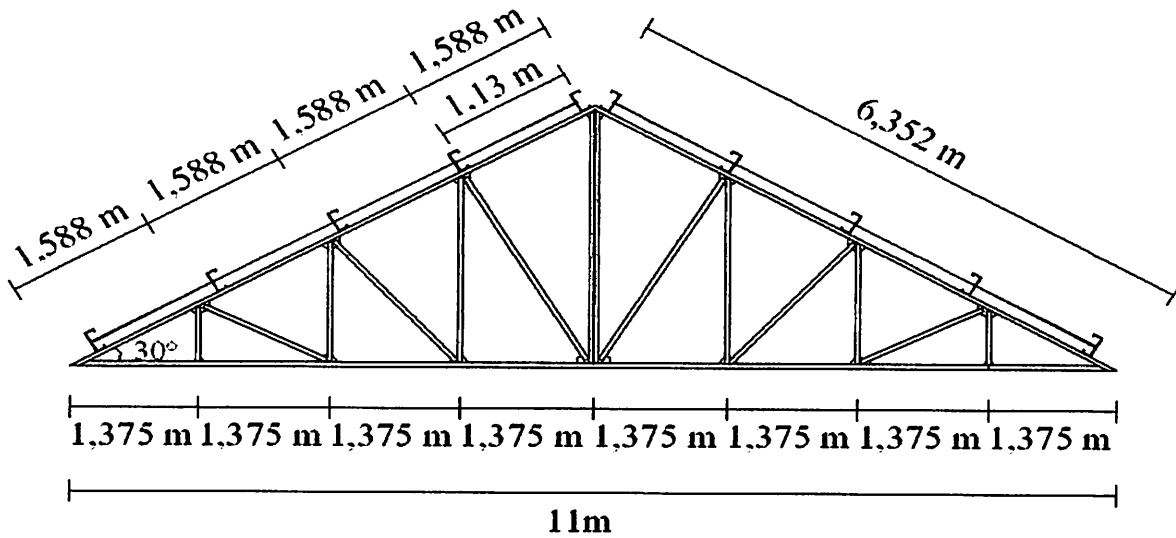


TAMPAK ATAS

Gambar 3.1: Tampak Atas Kuda-kuda

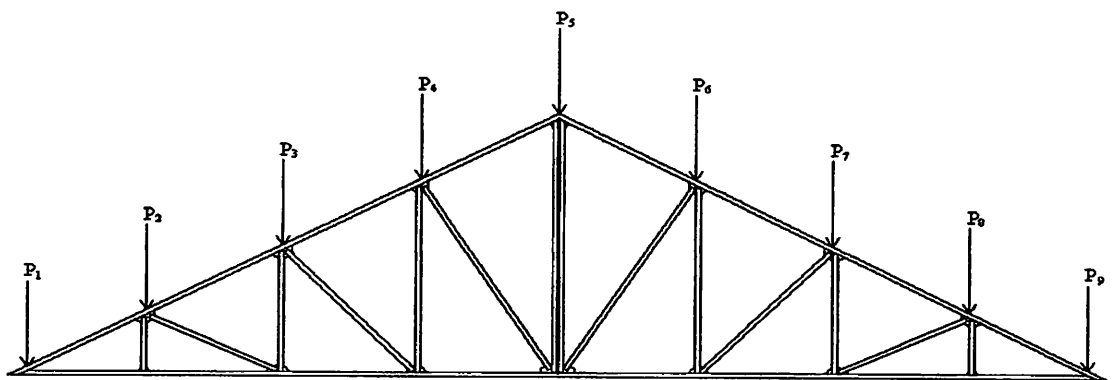
Data perencanaan :

- $L = 11 \text{ m}$
- Jarak gording = 1,588 m ;
- Jarak antar kuda – kuda = 4,5 m ;



Gambar 3.2: Bentuk Kuda - kuda

➤ Perhitungan beban sendiri yang bekerja



Gambar 3.3: Menerima Beban Sendiri

- *Beban kuda-kuda*

Berat sendiri kuda-kuda

$P \text{ total} = (L + 2) \times \text{panjang bentang} \times \text{jarak antar kuda-kuda}$

$$= (11 + 2) \times 11 \times 4,5$$

$$= 643,5 \text{ kg}$$

$$P \text{ simpul} = \frac{P \text{ total}}{n} = \frac{643,5}{9} = 71,5 \text{ kg}$$

$$\text{Simpul tepi} = (P_1 = P_9) = \frac{1}{2} \cdot P = \frac{1}{2} \cdot 71,5 = 35,75 \text{ kg}$$

$$\text{Simpul tengah} = (P_2 - P_4 \ \& \ P_6 - P_8) = 71,5 \text{ kg}$$

$$\text{Simpul puncak} = (P_5) = 71,5 \text{ kg}$$

- *Beban Atap*

$$\text{Berat atap galvalum} = 15 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Jarak antar kuda – kuda} = 4,5 \text{ m}$$

$$P = \text{berat atap} \times \text{jarak antar kuda – kuda} \times \text{jarak antar titik simpul}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul tepi} &= (P_1 = P_4) = 15 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588) \\ &= 53,595 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul tengah} &= (P_2 - P_4 \ \& \ P_6 - P_8) = 15 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + \\ & \quad 0,5 \times 1,588) \\ &= 107,19 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul puncak} &= (P_5) = 15 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + 0,5 \times 1,588) \\ &= 107,19 \text{ kg} \end{aligned}$$

- *Beban gording*

$$\text{Profil gording} = 150 \times 50 \times 20 \times 4,5 \text{ (LIP CHANNEL)}$$

$$\text{Berat profil} = 9,20 \text{ kg/m}$$

$$\text{Jarak antara kuda – kuda} = 4,5 \text{ m}$$

$$P = \text{berat profil gording} \times \text{jarak antar kuda – kuda}$$

$$\text{Simpul tepi} = (P_1 = P_9) = 9,20 \times 4,5 = 41,4 \text{ kg}$$

$$\text{Simpul tengah} = (P_2 - P_4 \ \& \ P_6 - P_8) = 9,20 \times 4,5 = 41,4 \text{ kg}$$

$$\text{Simpul puncak} = (P_5) = 9,20 \times 4,5 = 41,4 \text{ kg}$$

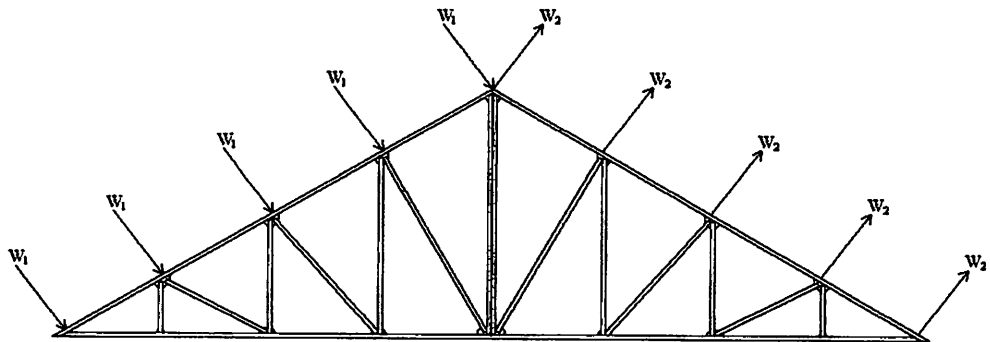
Total akibat beban sendiri

	Simpul Tepi	Simpul Tengah	Simpul Puncak
B.S. Kuda – kuda	35,75	71,5	71,5
B. Atap	53,595	107,19	107,19
B. Gording	41,4	41,4	41,4
B. Total	130,745	220,09	220,09

➤ Perhitungan beban angin yang bekerja

$$W = \text{tekanan angin} = 40 \text{ kg/cm}^2$$

- Beban angin tekan (W_1)



Gambar 3.4: Angin Tekan

- Besar angin tekan = $C_1 = (0,02 \cdot \alpha - 0,4) \times W$
 $= (0,02 \times 30 - 0,4) \times 40 = 8$

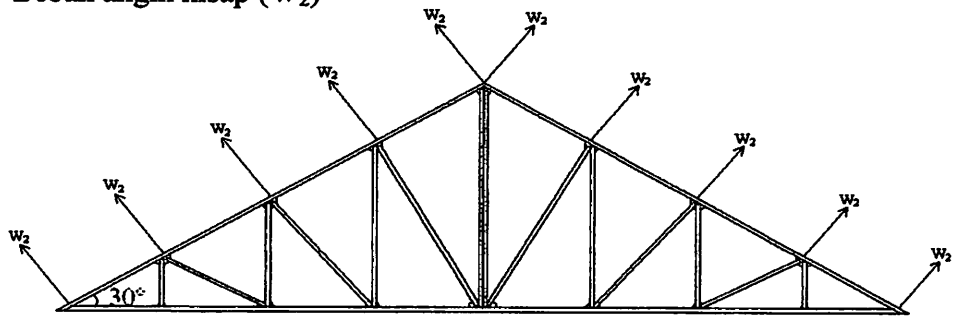
$$W_1 = C_1 \times \text{tek. Angin} \times \text{jarak antar kuda – kuda} \times \text{jarak antar titik simpul}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul tepi} &= 8 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588) \\ &= 28,584 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul tengah} &= 8 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + 0,5 \times 1,588) \\ &= 57,168 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpul puncak} &= 8 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + 0,5 \times 1,588) \\ &= 57,168 \text{ kg} \end{aligned}$$

- **Beban angin hisap (W_2)**



Gambar 3.5: Angin Hisap

- **Besar angin hisap = $C_2 = (-0,4 \times W)$**

$$= -0,4 \times 40 = -16$$

$W_2 = C_2 \times \text{tek. Angin} \times \text{jarak antar kuda-kuda} \times \text{jarak antar titik simpul}$

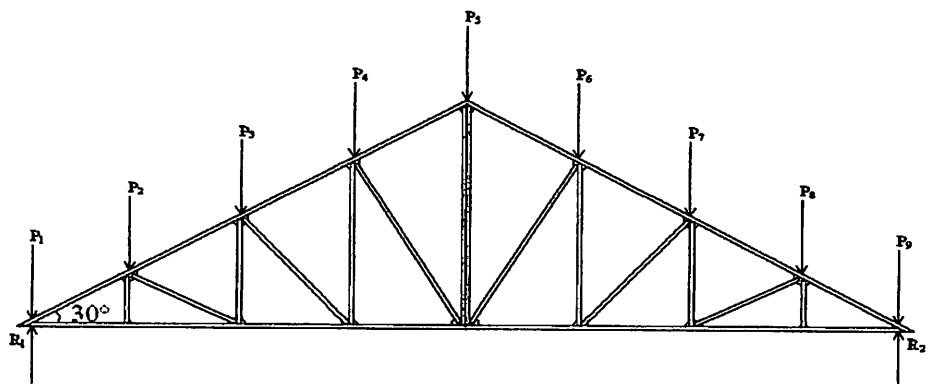
Simpul tepi $= -16 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588)$
 $= -57,168 \text{ kg}$

Simpul tengah $= -16 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + 0,5 \times 1,588)$
 $= -114,336 \text{ kg}$

Simpul puncak $= -16 \times 4,5 \times (0,5 \times 1,588 + 0,5 \times 1,588)$
 $= -114,336 \text{ kg}$

➤ **Perhitungan beban kebetulan yang bekerja**

- **Beban hidup/beban kebetulan**



Gambar 3.6: Beban Kebetulan

Untuk simpul tepi = $P = 200 \text{ kg}$

Untuk simpul tengah dan puncak = $P = 100 \text{ kg}$

$$\begin{aligned} R_1 = R_2 &= \frac{1}{2} \cdot (200 + (7 \times 100) + 200) \\ &= 550 \text{ kg} \end{aligned}$$

❖ Berat atap total = 7823,888 kg

3.2.2 Pembebanan Plat Lantai 2

◆ Beban Mati (q_d)

- Berat sendiri plat lantai = $0,15 \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 360 \text{ kg/m}^2$
 - Berat plafon + penggantung = $(11 + 7) \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$
 - Berat spesi = $0,4 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 8,2 \text{ kg/m}^2$
 - Berat tegel = $0,4 \times 24 \text{ kg/m}^2 = \underline{9,8 \text{ kg/m}^2}$
- $q_d = 396 \text{ kg/m}^2$

◆ Beban Hidup (q_l)

- Gedung perkuliahan = 250 kg/m^2

3.2.3 Pembebanan Plat Lantai 3

◆ Beban Mati (q_d)

- Berat sendiri plat lantai = $0,15 \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 360 \text{ kg/m}^2$
 - Berat plafon + penggantung = $(11 + 7) \text{ kg/m}^2 = 18 \text{ kg/m}^2$
 - Berat spesi = $0,4 \times 21 \text{ kg/m}^2 = 8,2 \text{ kg/m}^2$
 - Berat tegel = $0,4 \times 24 \text{ kg/m}^2 = \underline{9,8 \text{ kg/m}^2}$
- $q_d = 396 \text{ kg/m}^2$

◆ Beban Hidup (ql)

- Gedung perkuliahan = 250 kg/m²

3.2.4 Pembebanan Plat Lantai 4

◆ Beban Mati (qd)

- Berat sendiri plat lantai = 0,15 x 2400 kg/m² = 360 kg/m²
- Berat plafon + penggantung = (11 + 7) kg/m² = 18 kg/m²
- Berat spesi = 0,4 x 21 kg/m² = 8,2 kg/m²
- Berat tegel = 0,4 x 24 kg/m² = 9,8 kg/m²

$$qd = 396 \text{ kg/m}^2$$

◆ Beban Hidup (ql)

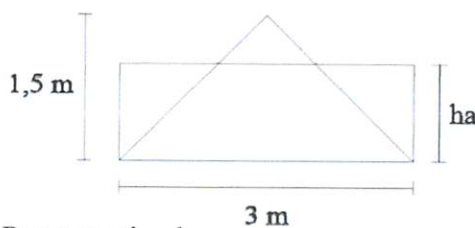
- Gedung perkuliahan = 250 kg/m²

3.2.5 Pembebanan pada portal memanjang

3.2.5.1 Perataan Beban Plat pada Balok Memanjang

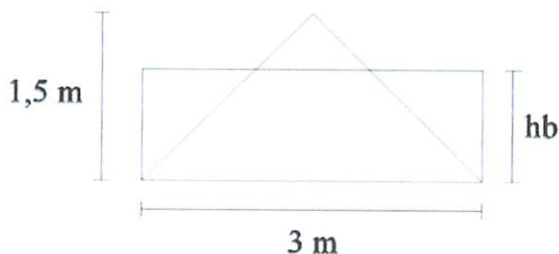
✚ Perataan beban plat lantai

a) Perataan tipe a



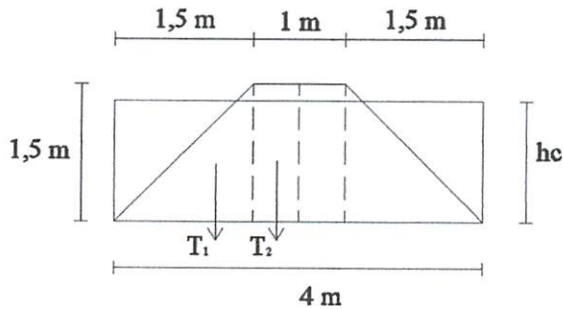
$$ha = \frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1 \text{ m}$$

b) Perataan tipe b



$$hb = \frac{2}{3} \cdot 1,5 = 1 \text{ m}$$

c) Perataan tipe c



$$R_A = L \cdot \text{trapesium} \cdot 0,5$$

$$= \left(\frac{1+4}{2} \times 1,5 \right) \times 0,5 = 1,875 \text{ m}^2$$

$$T_1 = 0,5 \times 1,5 \times 1,5 = 1,125 \text{ m}^2$$

$$T_2 = 0,5 \times 1,5 = 0,75 \text{ m}^2$$

$$M_{\max} = R_A \times \frac{1}{2} \times L - T_1 \cdot \left(\frac{1}{3} \times 1,5 + 0,5 \right) - T_2 \times \frac{1}{2} \times 0,25$$

$$= 1,875 \times \frac{1}{2} \times 4 - 1,125 \times (1) - 0,75 \times 0,25$$

$$= 2,4375 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times hc \times L^2$$

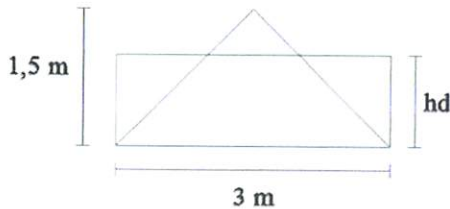
$$2,4375 = \frac{1}{8} \times hc \times 4^2$$

$$2,4375 = 2 \times hc$$

$$hc = \frac{2,4375}{2} = 1,21875 \text{ m}$$

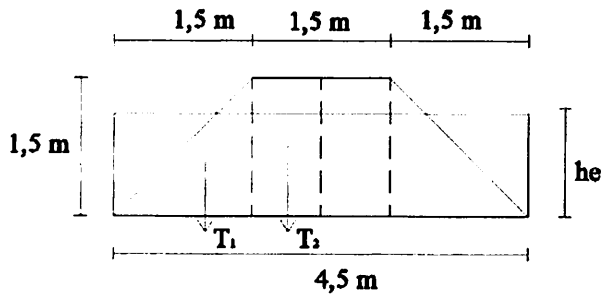


d) Perataan tipe d



$$hd = \frac{2}{3} \times 1,5 = 1 \text{ m}$$

e) Perataan tipe e



$$R_A = L \cdot \text{trapesium} \times 0,5$$

$$= \left(\frac{1,5 + 4,5}{2} \times 1,5 \right) \times 0,5 = 2,25 \text{ m}^2$$

$$T_1 = 0,5 \times 1,5 \times 1,5 = 1,125 \text{ m}^2$$

$$T_2 = 1,5 \times 1,5 = 2,25 \text{ m}^2$$

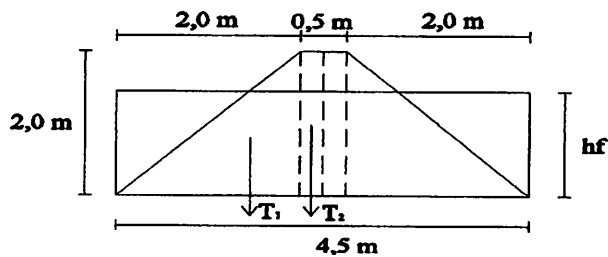
$$\begin{aligned} M_{\max} &= 2,25 \times 0,5 \times 4,5 - 1,125 \times \left(\frac{1}{3} \cdot 1,5 + 0,75 \right) - 2,25 \times 0,375 \\ &= 2,8125 \text{ m} \end{aligned}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times h d \times L^2$$

$$2,8125 = \frac{1}{8} \times h d \times 4,5^2$$

$$H_e = 1,111 \text{ m}$$

f) Perataan tipe f



$$R_A = L \cdot \text{trapesium} \times 0,5$$

$$= \left(\frac{0,5 + 4,5}{2} \times 2,0 \right) \times 0,5 = 2,5 \text{ m}^2$$

$$T_1 = 0,5 \times 2 \times 2 = 2 \text{ m}^2$$

$$T_2 = 0,5 \times 2 = 1 \text{ m}^2$$

$$M_{\max} = 2,5 \times 0,5 \times 4,5 - 2 \times \left(\frac{1}{3} \cdot 2 + 0,25\right) - 1 \times 0,125$$

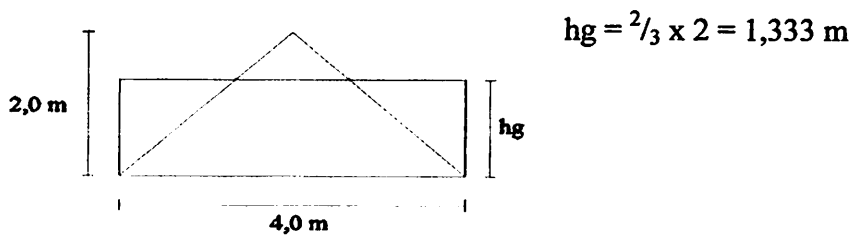
$$= 3,667 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times hf \times L^2$$

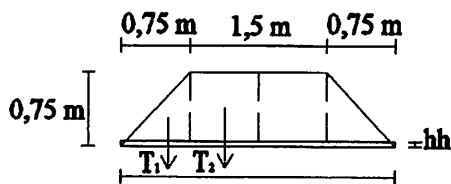
$$3,667 = \frac{1}{8} \times hg \times 4,5^2$$

$$hf = 1,5 \text{ m}$$

g) Perataan tipe g



h) Perataan tipe h



$$R_A = L \cdot \text{trapesium} \times 0,5^3 \text{ m}$$

$$= \left(\frac{3,5+8}{2} \times 2,25\right) \times 0,5 = 6,469 \text{ m}$$

$$T_1 = 0,5 \times 0,75 \times 0,75 = 0,281 \text{ m}^2$$

$$T_2 = 0,75 \times 0,75 = 0,5625 \text{ m}^2$$

$$M_{\max} = 0,844 \times 0,5 \times 3 - 0,281 \times \left(\frac{1}{3} \cdot 0,75 + 0,75\right) - 0,5625 \times$$

$$0,375$$

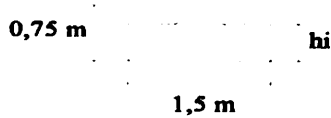
$$= 0,744 \text{ m}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times hh \times L^2$$

$$0,744 = \frac{1}{8} \times hh \times 3^2$$

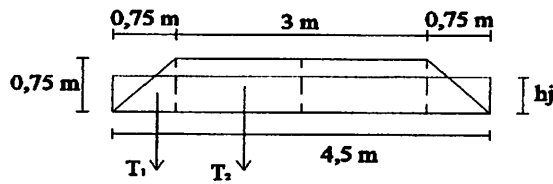
$$hh = 0,661 \text{ m}$$

i) Perataan tipe i



$$hi = \frac{2}{3} \times 0,75 = 0,5 \text{ m}$$

j) Perataan tipe j



$$R_A = L \cdot \text{trapesium} \times 0,5$$

$$= \left(\frac{3+4,5}{2} \times 0,75 \right) \times 0,5 = 1,406 \text{ m}^2$$

$$T_1 = 0,5 \times 0,75 \times 0,75 = 0,281 \text{ m}^2$$

$$T_2 = 1,5 \times 0,75 = 1,125 \text{ m}^2$$

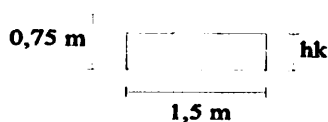
$$\begin{aligned} M_{\max} &= 1,406 \times 0,5 \times 4,5 - 0,281 \times \left(\frac{1}{3} \cdot 0,75 + 1,5 \right) - 1,125 \times 0,75 \\ &= 1,828 \text{ m} \end{aligned}$$

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \times hj \times L^2$$

$$1,828 = \frac{1}{8} \times hj \times 4,5^2$$

$$hj = 0,722 \text{ m}$$

k) Perataan beban tipe k



$$hi = \frac{2}{3} \times 0,75 = 0,5 \text{ m}$$

3.2.5.2 Pembebanan Balok Lantai

A. Beban Merata Balok Memanjang

- Berat sendiri balok = $b \times (h-h_f) \times BJ$ beton
- Berat dinding = berat dinding x tinggi dinding
- Berat plat = perataan beban x berat sendiri plat

➤ Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line 1

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 1 titik A-B dan titik J-K

- Berat balok $^{30}/_{40}$ = $0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times 1 = 396 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900 \text{ kg/m}}$
- $q_d = 1476 \text{ kg/m}$

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4,5 m

Line 1 titik B – C dan titik I – J

- Berat balok $^{30}/_{40}$ = $0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times 1,5 = 594 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900 \text{ kg/m}}$
- $q_d = 1674 \text{ kg/m}$

➤ Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line 1'1

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 1,1 titik A-B dan titik J-K

- Berat balok $^{20}/_{40}$ = $0,20 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 120 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (1 + 1) = 792 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900 \text{ kg/m}}$
- qd = 1812 kg/m

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4,5 m

Line 1'1 titik B-C dan titik I – J

- Berat balok $^{20}/_{40}$ = $0,20 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 120 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (1,5 + 1,5) = 1188 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900 \text{ kg/m}}$
- qd = 2200 kg/m

➤ Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line 2

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 2 titik A-B dan titik J-K

- Berat balok $^{30}/_{40}$ = $0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (1 + 1) = 792 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900 \text{ kg/m}}$
- qd = 1872 kg/m

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4,5 m

Line 2 titik B – C dan titik I – J



$$\begin{aligned}
- \text{ Berat balok }^{30/40} &= 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m} \\
- \text{ Beban plat} &= 396 \times (1,111 + 1,5) = 1033,956 \text{ kg/m} \\
- \text{ Berat dinding} &= 250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900} \text{ kg/m} \\
\text{qd} &= 2113,956 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line 3**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 3 titik A-B dan titik J-K

$$\begin{aligned}
- \text{ Berat balok }^{30/40} &= 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m} \\
- \text{ Beban plat} &= 396 \times (0,661 + 1) = 657,756 \text{ kg/m} \\
- \text{ Berat dinding} &= 250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900} \text{ kg/m} \\
\text{qd} &= 1737,756 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4,5 m

Line 3 titik B – C dan titik I – J

$$\begin{aligned}
- \text{ Berat balok }^{30/40} &= 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m} \\
- \text{ Beban plat} &= 396 \times (1,111 + 0,722) = 725,868 \text{ kg/m} \\
- \text{ Berat dinding} &= 250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900} \text{ kg/m} \\
\text{qd} &= 1805,868 \text{ kg/m}
\end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line 4**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 3 titik A-B dan titik J-K

- Berat balok $^{30/40} = 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (0,661) = 261,756 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900} \text{ kg/m}$
- $q_d = 1341,756 \text{ kg/m}$

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4,5 m

Line 3 titik B – C dan titik I – J

- Berat balok $^{30/40} = 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (0,722) = 285,912 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,40) = \underline{900} \text{ kg/m}$
- $q_d = 1365,912 \text{ kg/m}$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (q_l) Pada Line 1**

Beban hidup (q_l) = perataan beban x beban hidup bangunan

Beban hidup bangunan gedung = 250 kg/m^2

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 1 titik A – B dan titik J – K

- $q_l = 250 \times (h_b)$
- $= 250 \times (1)$
- $= 250 \text{ kg/m}$

Bentang 4,5 m

Line 1 titik B – C dan titik I – J

- $q_l = 250 \times (h_f)$

$$= 250 \times (1,5)$$

$$= 375 \text{ kg/m}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line 1'1**

◆ **Lantai 2 – 4**

Bentang 3 m

Line 1 titik A – B dan titik J – K

$$- \text{ Ql} = 250 \times (2 \times h_b)$$

$$= 250 \times (2 \times 1)$$

$$= 500 \text{ kg/m}$$

Bentang 4,5 m

Line 1'1 titik B – C dan titik I – J

$$- \text{ Ql} = 250 \times (2 \times h_f)$$

$$= 250 \times (2 \times 1,5)$$

$$= 750 \text{ kg/m}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line 2**

◆ **Lantai 2 – 4**

Bentang 3 m

Line 1 titik A – B dan titik J – K

$$- \text{ Ql} = 250 \times (h_b + h_a)$$

$$= 250 \times (1 + 1)$$

$$= 500 \text{ kg/m}$$

Bentang 4,5 m

Line 2 titik B – C dan titik I – J

$$\begin{aligned}
 - \quad Ql &= 250 \times (h_f + h_e) \\
 &= 250 \times (1,5 + 1,111) \\
 &= 652,75 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line 3**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 3 titik A – B dan titik J – K

$$\begin{aligned}
 - \quad Ql &= 250 \times (h_a + h_h) \\
 &= 250 \times (1 + 0,661) \\
 &= 415,25 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Bentang 4,5 m

Line 3 titik B – C dan titik I – J

$$\begin{aligned}
 - \quad Ql &= 250 \times (h_e + h_j) \\
 &= 250 \times (1,111 + 0,722) \\
 &= 458,2 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line 4**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 3 m

Line 1 titik A – B dan titik J – K

$$\begin{aligned}
 - \quad Ql &= 250 \times (h_h) \\
 &= 250 \times (0,661) \\
 &= 165,25 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Bentang 4,5 m

Line 2 titik B – C dan titik I – J

$$\begin{aligned} - Ql &= 250 \times (h_j) \\ &= 250 \times (0,722) \\ &= 180,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

B. Beban Merata Balok Portal

➤ **Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line A**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4.5 m

Line A titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 - 2

$$\begin{aligned} - \text{Berat balok }^{30/65} &= 0,35 \times (0,65 - 0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m} \\ - \text{Beban plat} &= 396 \times 1,21875 = 482,625 \text{ kg/m} \\ - \text{Berat dinding} &= 250 \times (4,0 - 0,65) = \underline{837,5} \text{ kg/m} \\ & \text{qd} = 1740,125 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 3 m

Line A titik 2-3

$$\begin{aligned} - \text{Berat balok }^{35/65} &= 0,35 \times (0,65 - 0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m} \\ - \text{Beban plat} &= 396 \times 1 = 396 \text{ kg/m} \\ - \text{Berat dinding} &= 250 \times (4,0 - 0,65) = \underline{837,5} \text{ kg/m} \\ & \text{qd} = 1653,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 1.5 m

Line A titik 3-4

$$- \text{Berat balok }^{30/40} = 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$$

- Beban plat = $396 \times 0,5 = 198 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0-0,4) = 900 \text{ kg/m}$
- $q_d = 1278 \text{ kg/m}$

➤ **Pembebanan Beban Mati Merata (q_d) Pada Line B**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4.5 m

Line B titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 - 2

- Berat balok $^{35}/_{65} = 0,35 \times (0,65-0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (1,21875+1,333) = 1010,493 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0-0,65) = 837,5 \text{ kg/m}$
- $q_d = 2267,998 \text{ kg/m}$

Bentang 3 m

Line B titik 2 – 3

- Berat balok $^{35}/_{65} = 0,35 \times (0,65-0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (1+1) = 792 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0-0,65) = 837,5 \text{ kg/m}$
- $q_d = 2049,5 \text{ kg/m}$

Bentang 1.5 m

Line B titik 3 – 4

- Berat balok $^{30}/_{40} = 0,30 \times (0,40-0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (0,5+0,5) = 396 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0-0,4) = 900 \text{ kg/m}$
- $q_d = 1476 \text{ kg/m}$

➤ **Pembebanan Beban Mati Merata (qd) Pada Line C**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4.5 m

Line C titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 - 2

- Berat balok $^{35}/_{65} = 0,35 \times (0,65 - 0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (2 \times 1,333) = 1055,736 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,65) = \underline{837} \text{ kg/m}$
- qd = $2312,736 \text{ kg/m}$

Bentang 3 m

Line C titik 2 – 3

- Berat balok $^{35}/_{65} = 0,35 \times (0,65 - 0,15) \times 2400 = 420 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (2 \times 1) = 792 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,65) = \underline{837} \text{ kg/m}$
- qd = 2049 kg/m

Bentang 1.5 m

Line C titik 3 – 4

- Berat balok $^{30}/_{40} = 0,30 \times (0,40 - 0,15) \times 2400 = 180 \text{ kg/m}$
 - Beban plat = $396 \times (2 \times 0,5) = 396 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \times (4,0 - 0,4) = \underline{900} \text{ kg/m}$
- qd = 1476 kg/m

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line A**

Beban hidup (ql) = perataan beban x beban hidup bangunan

Beban hidup bangunan gedung = 250 kg/m^2

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4 m

Line A titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 – 2

$$\begin{aligned} - q_l &= 250 \times (h_c) \\ &= 250 \times (1,333) \\ &= 333,25 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 3 m

Line A titik 2 – 3

$$\begin{aligned} - q_l &= 250 \times (h_a) \\ &= 250 \times (1) \\ &= 250 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 1,5 m

Line A titik 3 – 4

$$\begin{aligned} - q_l &= 250 \times (h_i) \\ &= 250 \times (0,5) \\ &= 125 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line B**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4 m

Line B titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 – 2

$$\begin{aligned} - q_l &= 250 \times (h_c + h_g) \\ &= 250 \times (1,21875 + 1,333) \\ &= 637,937 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 3 m

Line B titik 2 – 3

$$\begin{aligned} - \text{ql} &= 250 \times (h_a + h_d) \\ &= 250 \times (1 + 1) \\ &= 500 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 1,5 m

Line B titik 3 – 4

$$\begin{aligned} - \text{ql} &= 250 \times (h_i + h_k) \\ &= 250 \times (0,5 + 0,5) \\ &= 250 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ **Pembebanan Beban Hidup Merata (ql) Pada Line C**

◆ Lantai 2 – 4

Bentang 4 m

Line C titik 1 – 1'1 dan titik 1'1 – 2

$$\begin{aligned} - \text{ql} &= 250 \times (2 \times h_g) \\ &= 250 \times (2 \times 1,333) \\ &= 666,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 3 m

Line C titik 2 – 3

$$\begin{aligned} - \text{ql} &= 250 \times (2 \times h_d) \\ &= 250 \times (2 \times 1) \\ &= 500 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Bentang 1,5 m

Line C titik 3 – 4

$$\begin{aligned} - q_l &= 250 \times (2 \times h_k) \\ &= 250 \times (2 \times 0,5) \\ &= 250 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

3.2.5.3 Beban mati terpusat (Pd)

- Akibat beban kolom

$$\begin{aligned} \sim Pd_1 &= \text{berat kolom lantai 1} \\ &= 0,4\text{m} \times 0,6\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3,2\text{m} = 1843,2 \text{ kg} \\ \sim Pd_2 &= \text{berat kolom lantai 2 \& 3} \\ &= 0,4\text{m} \times 0,6\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 4\text{m} = 2304 \text{ kg} \end{aligned}$$

3.3 Perhitungan Pembebanan Gempa

3.3.1 Perhitungan Berat Total Bangunan

Lantai 2 – 4

$$\begin{aligned} \text{Luas} &= (42 \times 15) + [2 \times (3 \times 1,5)] + [2 \times (4,5 \times 1,5)] \times 1\text{m}^2 \\ &= 652,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

a) Beban Mati (qd)

- Beban plat lantai

Luas x beban sendiri plat (qd)

$$652,5 \text{ m}^2 \times 360 \text{ kg/m}^2 = 225180 \text{ kg}$$

- Beban balok

Beban balok memanjang



Dimensi balok x panjang bentang x berat jenis beton balok x jumlah balok

$$\begin{aligned} 0,3 (0,4-0,15) \times 4,5 \times 2400 \times 24 &= 19440 \text{ kg} \\ 0,3 (0,4-0,15) \times 3 \times 2400 \times 6 &= 3240 \text{ kg} \\ 0,2 (0,4-0,15) \times 4,5 \times 2400 \times 8 &= 4320 \text{ kg} \\ 0,2 (0,4-0,15) \times 3 \times 2400 \times 2 &= \underline{720 \text{ kg} +} \\ \Sigma &= 27720 \text{ kg} \end{aligned}$$

Beban balok melintang

Dimensi balok x panjang bentang x berat jenis beton balok x jumlah balok

$$\begin{aligned} 0,35 (0,65-0,15) \times 8 \text{ m} \times 2400 \times 11 &= 36960 \text{ kg} \\ 0,3 (0,4-0,15) \times 3 \text{ m} \times 2400 \times 11 &= 6930 \text{ kg} \\ 0,3 (0,4-0,15) \times 1,5 \text{ m} \times 2400 \times 10 &= \underline{2700 \text{ kg} +} \\ \Sigma &= 46590 \text{ kg} \end{aligned}$$

• **Beban kolom**

Dimensi kolom x tinggi bentang x berat jenis beton kolom x jumlah kolom

$$\begin{aligned} (0,4 \times 0,6) \times 4 \times 2400 \times 22 &= 50688 \text{ kg} \\ (0,4 \times 0,4) \times 4 \times 2400 \times 11 &= \underline{16896 \text{ kg} +} \\ \Sigma &= 67574 \text{ kg} \end{aligned}$$

• **Beban dinding**

Beban dinding = Panjang dinding x tinggi dinding x tebal dinding x berat jenis dinding x jumlah dinding

$$\begin{array}{rcl}
8 \times 4 \times 0,15 \times 1700 \times 7 & = & 57120 \text{ kg} \\
3 \times 4 \times 0,15 \times 1700 \times 4 & = & 12240 \text{ kg} \\
1,5 \times 4 \times 0,15 \times 1700 \times 2 & = & 3060 \text{ kg} \\
9 \times 4 \times 0,15 \times 1700 \times 8 & = & 73440 \text{ kg} \\
14,25 \times 1,2 \times 0,15 \times 1700 \times 2 & = & 8721 \text{ kg} \\
13,50 \times 1,2 \times 0,15 \times 1700 \times 1 & = & 4131 \text{ kg} \\
1,5 \times 1,2 \times 0,15 \times 1700 \times 2 & = & \underline{918 \text{ kg} +} \\
\Sigma & = & 159630 \text{ kg}
\end{array}$$

Total beban mati lantai 2 = 3 = 4

= beban plat lantai + beban balok + beban kolom + beban dinding

= 225180 kg + (27720 + 46590) + 67574 + 159630

= 526694 kg

b) Beban Hidup (q_l)

Beban guna gedung kuliah (q_l) = 250 kg/m² } (PPIUG 1983 ; 17 dan 21)
Koefisien reduksi tinjauan gempa = 0,5 }

Beban hidup = Luas x q_l x koef. Reduksi

$$= 652,5 \text{ m}^2 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 0,5 = 78187,5 \text{ kg}$$

► Total beban lantai = total beban mati + total beban hidup

$$= 526694 \text{ kg} + 78187,5 \text{ kg}$$

$$= 604881,5 \text{ kg}$$

► Berat total bangunan (W_T) = $W_2 + W_3 + W_4 + b.$ atap

$$= (604881,5 \text{ kg} \times 3) + 7823,888 \text{ kg}$$

$$= 1822466,888 \text{ kg}$$

3.3.2 Perhitungan Waktu Getar Bangunan (T)

$$\begin{aligned} H &= 3,2 \text{ m} + 4 \text{ m} + 4 \text{ m} + 4 \text{ m} \\ &= 15,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 0.063 H^{3/4} && \text{(SNI 03-176-2002 psl 5.6)} \\ &= 0.063 \times 15,2^{3/4} \\ &= 0,4849 \end{aligned}$$

3.3.3 Perhitungan Gaya Geser Horizontal

V dihitung dengan rumus (26) SNI 03-1726-2002

$$R = 8.5 \text{ (Tabel 3, SNI 176)}$$

Berdasarkan wilayah gempa 4, jenis tanah keras dan nilai $T = 0,4849$, dengan menggunakan gambar 2 SNI 1726, diperoleh $C_1 = 0.6$

I sesuai SNI 1726, Tabel 1 di dapat $I = 1,5$

Maka diperoleh :

$$\begin{aligned} V &= \frac{C_1 \times I}{R} \times W_t \\ &= \frac{0,6 \times 1,5}{8.5} \times 1822466,888 \text{ kg} \\ &= 192967,0823 \text{ kg} \end{aligned}$$

Distribusi gaya geser horizontal total gempa sepanjang tinggi bangunan:

$$F_i = \frac{w_i \times h_i}{\sum w_i \times h_i} \times V$$

Tabel 3.1 Distribusi Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa ke tiap Portal

Lantai	hi (m)	wi (kg)	wi x hi	V	Fi	100% Fi (Portal melintang)	30% Fi (Portal memanjang)
4	11,2	604881,5	6774672,8	192967,0823	67493,3826	67493,3826	20248,0148
3	7,2	604881,5	4355146,6	192967,0823	43388,6011	43388,6011	13016,5803
2	3,2	604881,5	1935620,8	192967,0823	19283,8156	19283,8156	5785,14468
Σ		1814644,5	19369140,99				

3.4 Menghitung Lebar Efektif Balok (bef)

3.4.1 Lebar Efektif (bef) Balok Memanjang

A. Menentukan lebar efektif balok T yang mempunyai flens 2 sisi :

1) Untuk L = 4,5 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 4,5m = 1,125 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0,3 + (8 \times 0,12) + (8 \times 0,12) = 2.22 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (4-0,3)m + 1/2 (4-0,3)m = 0,3 + 3,7 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1,125 m

2) Untuk L = 3 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 3m = 0,75 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0,3 + (8 \times 0,12) + (8 \times 0,12) = 2,22 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (4-0,3)m + 1/2 (4-0,3)m = 0,3 + 3,7 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,75 m

B. Menentukan lebar efektif balok T yang mempunyai flens 1 sisi :

1) Untuk L = 4,5 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 4,5m = 0,375 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0,3 + (6 \times 0,12) + (6 \times 0,12) = 1,74 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (4-0,3)\text{m} = 0,3 + 1/2 (3,7\text{m}) = 2,15 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,375 m

2) Untuk L = 3 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 3 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0,3 + (6 \times 0,12) + (6 \times 0,12) = 1,74 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (4-0,3)\text{m} = 0,3 + 1/2 (3,7\text{m}) = 2,15 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,25 m

3.4.2 Lebar Efektif (bef) Balok Melintang

A. Menentukan lebar efektif balok T yang mempunyai flens 2 sisi :

1) Untuk L = 8 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 8\text{m} = 2 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0,35 + (8 \times 0,12) + (8 \times 0,12) = 2,27 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,35 + 1/2 (8-0,4)\text{m} + 1/2 (8-0,4)\text{m} = 0,35 + 7,6 \text{ m} = 7,95 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 2 m

2) Untuk L = 3 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 3\text{m} = 0,75 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0,3 + (8 \times 0,12) + (8 \times 0,12) = 2,22 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (8-0,4)\text{m} + 1/2 (7,37-0,4)\text{m} = 0,3 + 7,285 \text{ m} = 7,585 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,75 m

3) Untuk L = 1,5 m (line 5;BC)

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 1,5\text{m} = 0,375 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0,3 + (8 \times 0,12) + (8 \times 0,12) = 2,22 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (8-0,3)\text{m} + 1/2 (6,93-0,3)\text{m} = 0,3 + 7,065 = 7,365 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,375 m

B. Menentukan lebar efektif balok T yang mempunyai flens 1 sisi :

1) Untuk L = 8 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 8\text{m} = 0,67 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0,35 + (6 \times 0,12) + (6 \times 0,12) = 1,79 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,35 + 1/2 (8-0,35)\text{m} = 0,35 + 1/2 (7,65\text{m}) = 4,175 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,67 m

2) Untuk L = 3 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 3\text{m} = 0,25 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0,3 + (6 \times 0,12) + (6 \times 0,12) = 1,74 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan}$$

$$= 0,3 + 1/2 (8-0,3)\text{m} = 0,3 + 1/2 (0,7\text{m}) = 0,65 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0,21 m

3) Untuk L = 1,5 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 1,5\text{m} = 0,125 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0,3 + (6 \times 0,12) + (6 \times 0,12) = 1,74 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}}$$

$$= 0,3 + 1/2 (7,37-0,3)\text{m} = 0,3 + 1/2 (7,07\text{m}) = 3.835 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 0,125 \text{ m}$

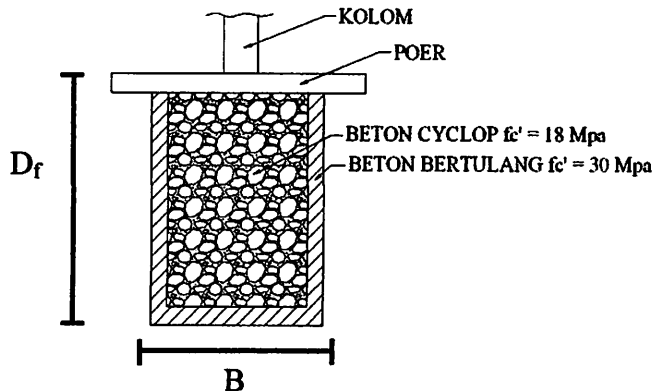
- Modulus Elastisitas beton (E_c) = $4700\sqrt{f'c'} = 4700 \sqrt{30}$
= 25742,9602 MPa
= $25742,9602 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$

BAB IV

PERENCANAAN PONDASI

4.1 Data Perencanaan

4.1.1. Spesifikasi Umum dan Parameter Perencanaan

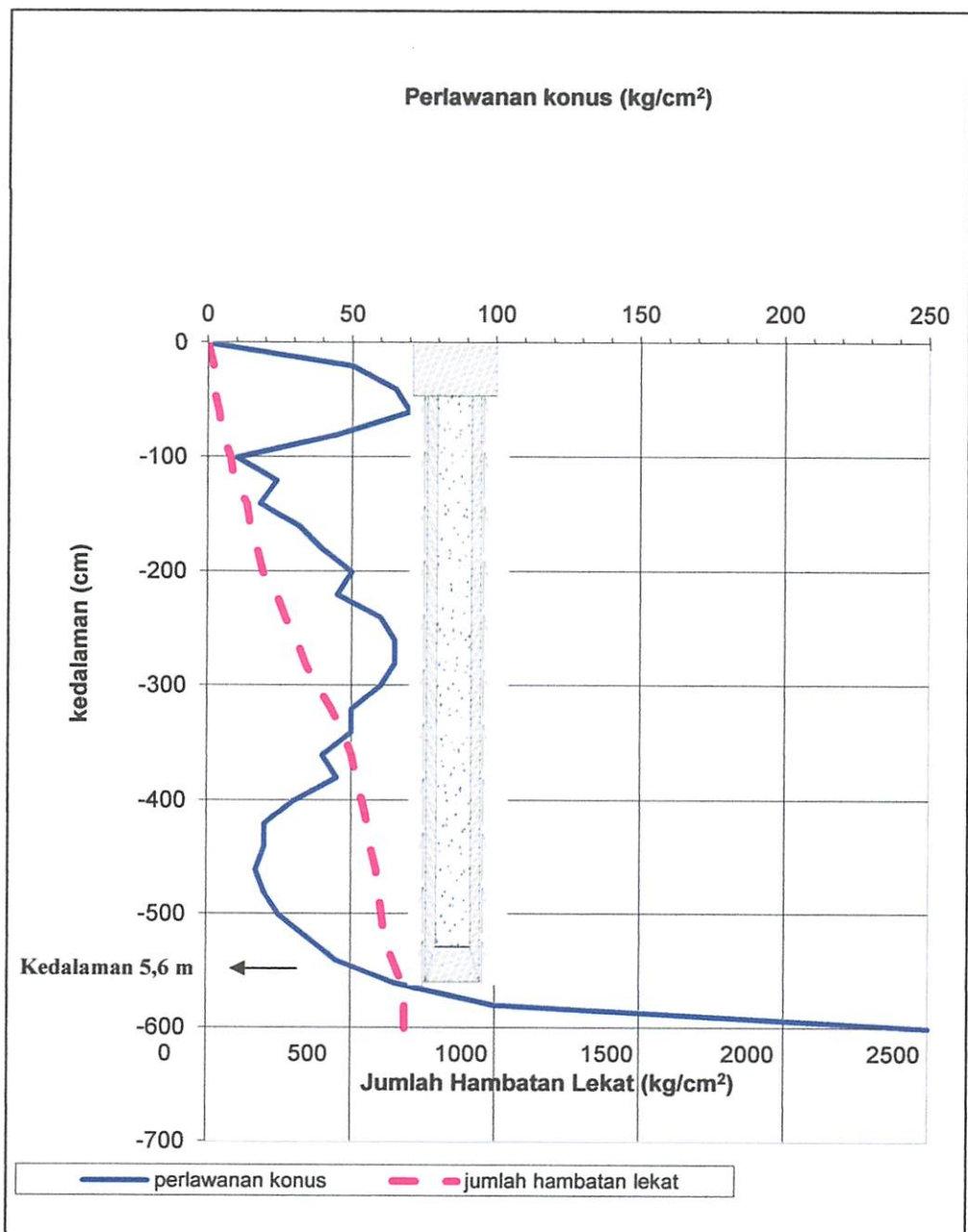


- Spesifikasi Umum:
 - a. Fungsi Bangunan : Gedung Perkuliahan
 - b. Struktur Atas : Atap baja
 - c. Struktur Bawah : Pondasi sumuran
- Parameter perencanaan :
 - a. SNI 03-2847-2002 (Tata Cara Perhitungan Beton Bertulang)
 - b. SNI 03-1726-2002 (Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan)
 - c. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG)
- Mutu bahan, berdasarkan pemakaian di lapangan :
 - Kuat Tekan Beton (f'_c) : 25 Mpa & 18 MPa
 - Tegangan Leleh Tulangan (f_y) : 320 Mpa

4.2 Parameter tanah

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam merencanakan pondasi sumuran dengan uji sondir antara lain :

- Untuk lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan bebas (Unconfined compression strength) q_u antara 3 sampai dengan 4 kg/cm^2 atau kira-kira $N > 15$ sampai dengan 20 sedangkan dari hasil sondir kira-kira harga perlawanan konis $q_c \geq 70 \text{ kg/cm}^2$



1. Konversi nilai seondir ke data SPT dengan rumus: $q_c = 4 N$

dimana, $N =$ nilai SPT

$q_c =$ tahanan konus (kg/cm^2), seperti tabel di atas.

2. Daya dukung yang diperbolehkan (Q_{izin}) dihitung dengan rumus:

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{2,5}$$

Nilai 2,5 adalah faktor keamanan baik untuk gesekan selimut maupun untuk daya dukung ujung tiang sumuran.

Dimana :

$Q_u =$ akibat daya dukung ultimate tiang

3. Jika daya dukung tidak memenuhi untk menerima beban dari atas maka dapat menambahkan konfigurasi tiang atau menambah kedalaman tiang yang direncanakan.

4.3 Perencanaan Pondasi Sumuran

Berdasarkan output analisa pembebanan dengan program Staad Pro diambil dua contoh tipe sebagai perencanaan pondasi dengan gaya – gaya yang bekerja pada masing – masing tipe dapat dilihat pada table dibawah ini :

Tipe pondasi	NODE	fy (kg)	fz (kg)	fx (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
Berat	11, KOM 5	242000	-9210	-688,163	-141,119	-0,008	14,412
Sedang	5, KOM 5	238000	-9050	-691,649	-138,562	-0,004	14,462
Ringan	3, KOM 18	226000	-8530	-1080	-132,180	-0,025	19,091

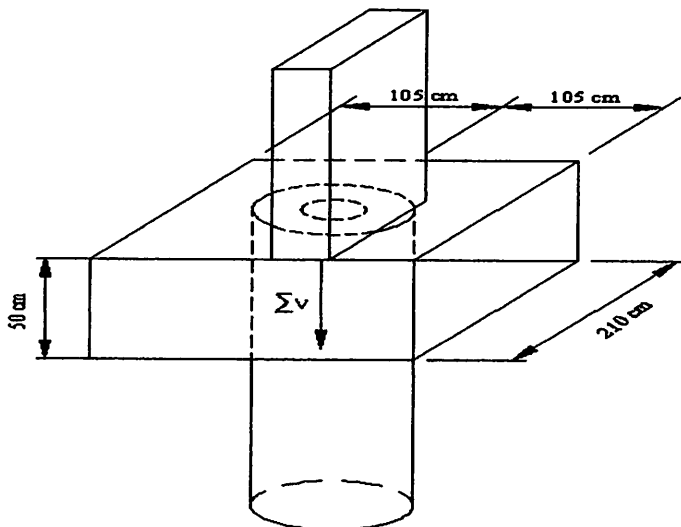
Direncanakan tipe pondasi sumuran berdasarkan beban maksimum pada line portal sebagai berikut :

4.3.1. Bentuk Penampang Pondasi Dengan Beban Berat (Tipe 1)

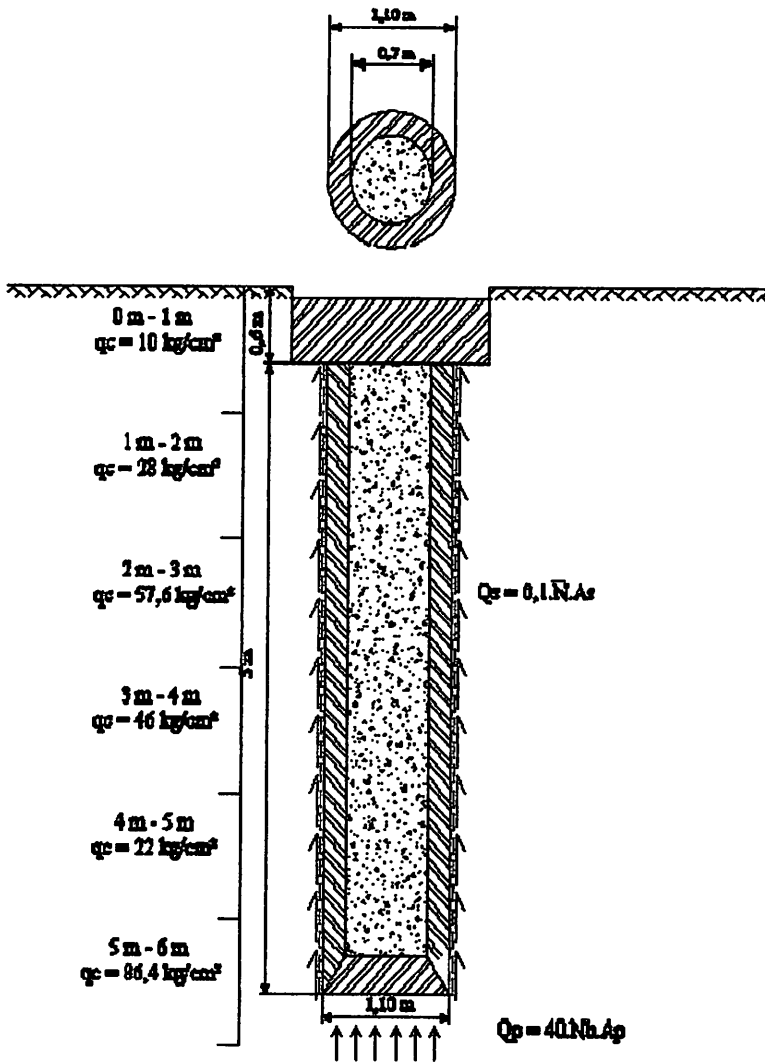
Bentuk Penampang Pondasi Dengan Beban Berat (Tipe 1) dengan beban maksimum 242 ton dari hasil input STAAD Pro 3D berada pada :

Direncanakan Pondasi Sumuran sebagai berikut :

1. Kedalaman Sumuran (D_f) = 500 cm = 5,0 m
2. Diameter Luar (B_{Luar}) = 110 cm = 1,10 m
3. Diameter dalam (B_{dalam}) = 70 cm = 0,7 m
4. Tebal selimut poer direncanakan = 50 cm = 0,5 m
5. Luas penampang (A) tiang = $(1/4 \cdot \pi \cdot 1,1^2)$
= $9490 \text{ cm}^2 = 0,9490 \text{ m}^2$
6. Luas selimut tiang (A_s) = $(2 \cdot \pi \cdot 55 \cdot 500)$
= $1727 \text{ cm}^2 = 17,27 \text{ m}^2$
7. Berat Pile Cap = $p \times l \times t \times b_{jb.bertulang}$
= $2,1 \times 2,1 \times 0,5 \times 2,4 = 5,292 \text{ ton}$



Gambar 4.1 Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 1



Gambar 4.2 Pondasi sumuran tipe 1

4.3.1.1 Daya Dukung Pondasi Sumuran (Metode Terzaghi)

1. Ditinjau dari daya dukung bahan

$$Q_d = \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}}$$

Dimana : σ_{bahan} = Tegangan ijin bahan

A_{tiang} = Luas penampang tiang pondasi sumuran

a. Untuk dinding sumuran (f_c : 25 MPa)

$$Q_{d1} = (0,85 \times f_c) \times ((1/4 \times \pi \times D^2) - (1/4 \times \pi \times D_{\text{Dalam}}^2))$$

$$= (0,85 \times 250) \times ((1/4 \times \pi \times 110^2) - (1/4 \times \pi \times 70^2))$$

$$= 1201050 \text{ kg}$$

$$= 1201,05 \text{ ton}$$

b. Untuk beton cyclop ($f'c = 180 \text{ MPa}$)

$$Qd2 = (0,85 \times f'c) \times (1/4 \times \pi \times D_{\text{dalam}}^2)$$

$$= (0,85 \times 180) \times (1/4 \times \pi \times 70^2)$$

$$= 588515 \text{ kg}$$

$$= 585,515 \text{ ton}$$

Jadi daya dukung berdasarkan kekuatan bahan adalah :

$$Qd_{\text{bahan}} = Qd1 + Qd2$$

$$= 1201,05 + 585,515$$

$$= 1789,565 \text{ ton}$$

2. Terhadap kekuatan tanah

Tabel 4.1 Nilai rata-rata N dari konversi $q_c = 4 \text{ N}$ pada tiap lapisan tanah

Kedalaman (m)	Harga N	Nilai q_c (kg/cm^2)	Jenis Tanah
0—1	10	40	Lanau berpasir
1—2	7,25	25	Lanau berpasir
2—3	14,4	57,6	Lanau berpasir
3—4	11,5	46	Lempung
4—5	5,5	22	Lempung
5—6	21,7	86,8	Lempung

Daya dukung ultimit (combined pile)

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

$$Q_u = (40 \times N_b \times A_p) + (0,1 \times N \times A_s) - W_p$$

Dimana:

Q_u = Kapasitas ultimate tiang (ton)

N_b = Nilai N_{SPT} dari pada elevasi dasar tiang, (konversi uji sondir

$$q_c = 4.N)$$

A_p = Luas penampang dasar tiang (m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

N = Nilai N_{SPT} rata – rata sepanjang tiang

W_p = Berat Pondasi Tiang (ton)

Daya dukung ijing tiang

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

Dimana :

SF = Safety factor (faktor keamanan) untuk bangunan permanen pengendalian normal, yaitu situasi yang paling umum ,kondisi tanah bervariasi dan tidak tersedia data pengujian tiang = 2,5 (lihat tabel 2.2). (sumber : *Manual Pondasi Tiang 3, 2005, hal. 10*))

a. Daya dukung ujung tiang (End Bearing Pile)

$$\begin{aligned} Q_p &= (40 \cdot N_b) \times A_p \\ &= 40 \times 21,7 \times 0,9499 \\ &= 824,4698 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Daya dukung selimut tiang (friction pile)

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,1 \times N \times A_s \\ &= 0,1 \times 10 \times 17,27 \end{aligned}$$

$$= 17,27 \text{ ton}$$

c. Berat sendiri tiang pondasi sumuran

$$\begin{aligned} W_p &= (1/4 \cdot \pi \cdot (D^2 - D_{\text{dalam}}^2) \cdot D_{\text{fbj}} \cdot b_{\text{brtng}}) + (1/4 \cdot \pi \cdot D_{\text{dalam}}^2 \cdot D_{\text{fbj}} \cdot b_{\text{cyclop}}) \\ &= (1/4 \times 3,14 \times (1,1^2 - 0,7^2) \times 5,0 \times 2,4) + (1/4 \times 3,14 \times 0,7^2 \times 5,0 \times 2,2) \\ &= 11,014 \text{ ton} \end{aligned}$$

d. Berat Pile Cap = 5,292 ton

► Daya dukung ultimate tiang (combined pile)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s - (W_p + \text{Berat pile cap}) \\ &= 824,4698 + 17,27 - (11,014 + 5,292) \\ &= 825,434 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{2,5} \\ &= \frac{825,434}{2,5} \\ &= 330,174 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.1.2 Daya Dukung Pondasi Sumuran Dalam Kelompok Tipe 1

Dari hasil analisis struktur dengan program STAAD Pro 3D, diperoleh :

$$\begin{aligned} \Sigma V_u &= \text{Beban bangunan atas (beban vertikal)} + W_p + \text{Berat pile cap} \\ &= 242 + 11,014 + 5,292 \\ &= 258,306 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$n = \frac{\Sigma V_u}{Q_a}$$

$$= \frac{258,306}{323,266}$$

$$= 0,78 \approx 1 \text{ buah}$$

$$P_u = \sum V + \text{berat sendiri tiang} + \text{Berat pile cap}$$

1. Untuk dinding sumuran ($f'_c : 25 \text{ MPa}$)

$$\begin{aligned} P_1 &= ((1/4 \times \pi \times B^2) - (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2)) \times Df \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \times \text{jumlah} \\ &\quad \text{tiang} \\ &= ((1/4 \times \pi \times 1,1^2) - (1/4 \times \pi \times 0,7^2)) \times 5,0 \times 2,4 \times 1 \\ &= 6,782 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Untuk beton cyclop ($f'_c : 18 \text{ MPa}$)

$$\begin{aligned} P_2 &= (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2) \times Df \times \gamma_{\text{beton cyclop}} \times \text{jumlah tiang} \\ &= (1/4 \times \pi \times 0,7^2) \times 5,0 \times 2,2 \times 1 \\ &= 4,231 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Total berat sendiri sumuran adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{tiang}} &= P_1 + P_2 \\ &= 6,782 + 4,231 \\ &= 11,014 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u &= \sum V + (\text{berat sendiri tiang}) + \text{berat pile cap} \\ &= 242 + 11,014 + 5,292 \\ &= 258,306 \text{ ton} < Q_a = 330,174 \text{ ton} \end{aligned}$$

(Syarat aman)

▪ **Jarak Antar As Tiang ke Tepi**

$$\text{Syarat : } 2d = 105 \text{ cm}$$

4.3.1.3 Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 1

Untuk perkiraan besarnya penurunan pada pondasi tiang tunggal maka deformasi tiang batang dapat dievaluasi menggunakan prinsip – prinsip dasar mekanika bahan.

1. Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal (s_1)

Dimana :

α = distribusi f adalah seragam atau parabola murni = 0,5

$E_p = 19000 \text{ KN/m}^2 \rightarrow$ Perkiraan modulus elastic, tabel 2.4

L = kedalaman tiang pondasi sumuran

Tabel 2.4 perkiraan modulus elastis(E)(Bowles,1977)

Macam tanah	E_p (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
Loess	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \alpha \cdot Q_{ws}) \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$s_1 = \frac{(11,014 + 0,5 \times 17,27) \cdot 5,0}{0,9499 \cdot 10000}$$

$$= 1,03 \times 10^{-2}$$

2. Penurunan dari ujung tiang (s_2)

Dimana : $q_p = \frac{Q_p}{A_p}$

$$q_p = \frac{11,014}{0,9499} = 11,60$$

Untuk nilai C_p diambil = 0,3 \longrightarrow Lihat tabel 2.5 :

Tabel 25 Nilai koef. C_p [(Eq. (8.60)] (sumber vesic, 1977)

Tipe Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor / Sumuran
Pasir (padat berbutir)	0,02 - 0,04	0,09 - 0,18
Lempung (kaku lunak)	0,02 - 0,03	0,03 - 0,06
Pasir (padat berbutir)	0,03 - 0,05	0,09 - 0,12

- $s_2 = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D \cdot q_p}$

$$s_2 = \frac{11,014 \times 0,3}{1,1 \times 11,60}$$

$$= 0,056991$$

3. Penurunan akibat pengalihan akibat beban (s_3)

Dimana :

$$C_s = 0,3863 \longrightarrow C_s = \text{konst. empiris} = (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \cdot C_p$$

- $s_3 = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L \cdot q_p}$

$$s_3 = \frac{17,27 \times 0,3863}{5,0 \times 17,17}$$

$$= 0,1151$$

- $S_{total} = s_1 + s_2 + s_3$

$$= 1,03 \times 10^{-2} + 0,056991 + 0,1151$$

$$= 1,824 \times 10^{-1} \text{ m} = 0,00018 \text{ mm} \quad (\text{syarat aman})$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.2) adalah:

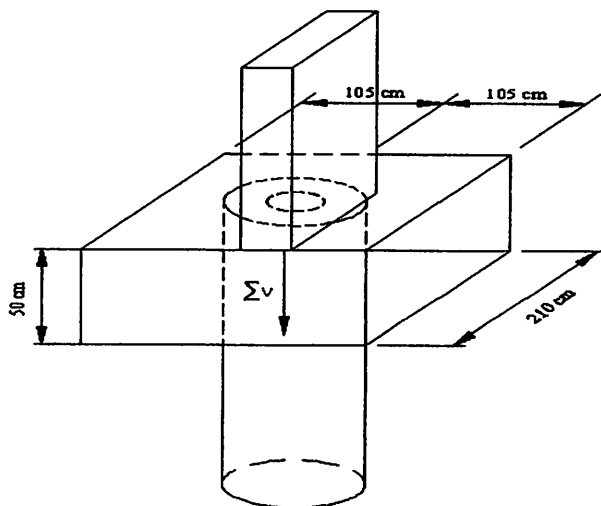
Syarat penurunan total untuk bangunan dinding bata = 25 – 30 mm.

4.3.2. Bentuk Penampang Pondasi Untuk Beban Sedang (Tipe 1'1)

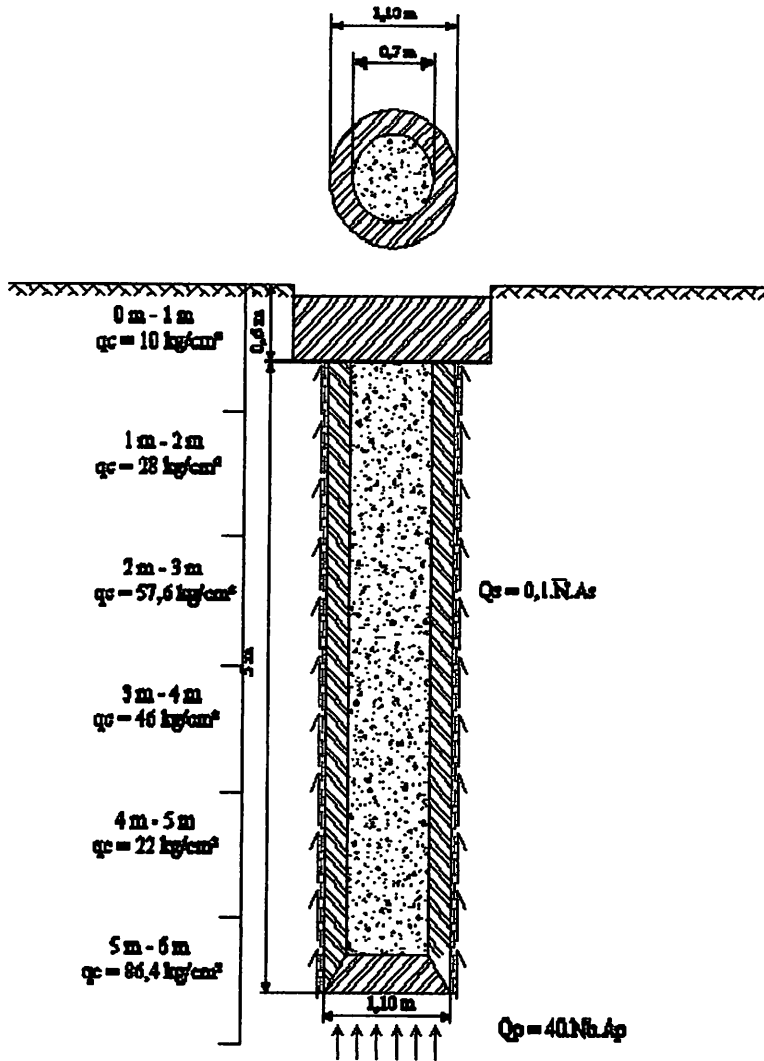
Bentuk Penampang Pondasi Untuk Beban Sedang (Tipe 1) dengan beban 238 ton dari hasil input STAAD Pro 3D berada pada :

Direncanakan Pondasi Sumuran sebagai berikut :

1. Kedalaman Sumuran (D_f) = 500 cm = 5,0 m
2. Diameter Luar (B_{Luar}) = 110 cm = 1,1 m
3. Diameter dalam (B_{dalam}) = 70 cm = 0,7 m
4. Tebal selimut poer direncanakan = 50 cm = 0,5 m
5. Luas penampang (A) tiang = $(1/4 \cdot \pi \cdot B_{Luar}^2)$
 $= (1/4 \cdot \pi \cdot 1,1^2)$
 $= 9499 \text{ cm}^2 = 0,9499 \text{ m}^2$
6. Luas selimut tiang (A_s) = $(2 \cdot \pi \cdot 55 \cdot 500)$
 $= 1727 \text{ cm}^2 = 17,27 \text{ m}^2$
7. Berat Pile Cap = $p \times l \times t \times b_{\text{beton bertulang}}$
 $= 2,1 \times 2,1 \times 0,5 \times 2,4 = 5,292 \text{ ton}$



Gambar 4.3 Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 1'1



Gambar 4.4 Pondasi sumuran tipe 1'1

4.3.2.1 Daya Dukung Pondasi Sumuran (Metode Terzaghi)

1. Ditinjau dari daya dukung bahan

$$Q_d = \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}}$$

Dimana : σ_{bahan} = Tegangan ijin bahan

A_{tiang} = Luas penampang tiang pondasi sumuran

a. Untuk dinding sumuran ($f'c$: 25 MPa)

$$Q_{d1} = (0,85 \times f'c) \times ((1/4 \times \pi \times D^2) - (1/4 \times \pi \times D_{\text{Dalam}}^2))$$

$$= (0,85 \times 250) \times ((1/4 \times \pi \times 110^2) - (1/4 \times \pi \times 70^2))$$

$$= 1201050 \text{ kg}$$

$$= 1201,05 \text{ ton}$$

b. Untuk beton cyclop ($f^c = 18 \text{ MPa}$)

$$Qd2 = (0,85 \times f^c) \times (1/4 \times \pi \times D_{\text{dalam}}^2)$$

$$= (0,85 \times 180) \times (1/4 \times \pi \times 70^2)$$

$$= 588515 \text{ kg}$$

$$= 585,515 \text{ ton}$$

Jadi daya dukung berdasarkan kekuatan bahan adalah :

$$Qd_{\text{bahan}} = Qd1 + Qd2$$

$$= 1201,05 + 585,515$$

$$= 1789,565 \text{ ton}$$



2. Terhadap kekuatan tanah

Tabel 4.1 Nilai rata – rata N pada tiap lapisan tanah

Kedalaman (m)	Harga N	Nilai qc (kg/cm ²)	Jenis Tanah
0—1	10	40	Lanau berpasir
1—2	7,25	25	Lanau berpasir
2—3	14,4	57,6	Lanau berpasir
3—4	11,5	46	Lempung
4—5	5,5	22	Lempung
5—6	21,7	86,8	Lempung

Daya dukung ultimit (combined pile)

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

$$Q_u = (40 \times N_b \times A_p) + (0,1 \times N \times A_s) - W_p$$

Dimana:

Q_u = Kapasitas ultimate tiang (ton)

N_b = Nilai N_{SPT} dari pada elevasi dasar tiang, (konversi uji sondir

$$q_c = 4.N)$$

A_p = Luas penampang dasar tiang (m^2)

A_s = Luas selimut tiang (m^2)

N = Nilai N_{SPT} rata – rata sepanjang tiang

W_p = Berat Pondasi Tiang (ton)

Daya dukung ijing tiang

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

Dimana :

SF = Safety factor (faktor keamanan) untuk bangunan permanen pengendalian normal, yaitu situasi yang paling umum ,kondisi tanah bervariasi dan tidak tersedia data pengujian tiang = 2,5 (lihat tabel 2.2). (sumber : *Manual Pondasi Tiang 3, 2005, hal. 10*))

a. Daya dukung ujung tiang (End Bearing Pile)

$$\begin{aligned} Q_p &= (40 \cdot N_b) \times A_p \\ &= 40 \times 21,7 \times 0,9499 \\ &= 824,4698 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Daya dukung selimut tiang (friction pile)

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,1 \times N \times A_s \\ &= 0,1 \times 10 \times 17,27 \\ &= 17,27 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Berat sendiri tiang pondasi sumuran + Berat Pile Cap

$$\begin{aligned}W_p &= (1/4 \cdot \pi \cdot (D^2 - D_{\text{dalam}}^2) \cdot D \cdot f_{\text{bj}} \cdot b_{\text{brting}}) + (1/4 \cdot \pi \cdot D_{\text{dalam}}^2 \cdot D \cdot f_{\text{bj}} \cdot b_{\text{cyclop}}) \\&= (1/4 \times 3,14 \times (1,1^2 - 0,7^2) \times 5,0 \times 2,4) + (1/4 \times 3,14 \times 0,7^2 \times 5 \times 2,2) \\&= 11,014 \text{ ton}\end{aligned}$$

➤ Daya dukung ultimate tiang (combined pile)

$$\begin{aligned}Q_u &= Q_p + Q_s - (W_p + \text{Berat pile cap}) \\&= 824,4698 + 17,27 - (11,014 + 5,292) \\&= 825,434 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}Q_a &= \frac{Q_u}{2,5} \\&= \frac{825,434}{2,5} \\&= 330,174 \text{ ton}\end{aligned}$$

4.3.2.2 Daya Dukung Pondasi Sumuran Tunggal Tipe 1'1

Dari hasil analisis struktur dengan program STAAD Pro 3D, diperoleh :

$$\begin{aligned}\sum V_u &= \text{Beban bangunan atas (beban vertikal)} + W_p + \text{Berat pile cap} \\&= 254,306\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{\sum V_u}{Q_a} \\&= \frac{254,306}{330,174} \\&= 0,77 \approx 1 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$P_u = \sum V + \text{berat sendiri tiang} + \text{berat pile cap}$$

1. Untuk dinding sumuran ($f'c : 25 \text{ MPa}$)

$$\begin{aligned} P1 &= ((1/4 \times \pi \times B^2) - (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2)) \times Df \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \times \text{jumlah} \\ &\quad \text{tiang} \\ &= ((1/4 \times \pi \times 1,1^2) - (1/4 \times \pi \times 0,7^2)) \times 5,0 \times 2,4 \times 1 \\ &= 6,782 \text{ ton} \end{aligned}$$

2. Untuk beton cyclop ($f'c : 18 \text{ MPa}$)

$$\begin{aligned} P2 &= (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2) \times Df \times \gamma_{\text{beton cyclop}} \times \text{jumlah tiang} \\ &= (1/4 \times \pi \times 0,7^2) \times 5,0 \times 2,2 \times 1 \\ &= 4,231 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Total berat sendiri sumuran adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{tiang}} &= P1 + P2 \\ &= 6,782 + 4,231 \\ &= 11,014 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_u &= \sum V + \text{berat sendiri tiang} + \text{Berat pile cap} \\ &= 263 + 11,014 + 5,292 \\ &= 254,306 \text{ ton} < Q_a = 330,174 \text{ ton} \quad (\text{Syarat aman}) \end{aligned}$$

▪ **Jarak Antar As Tiang ke Tepi**

$$\text{Syarat : } 2d = 105 \text{ cm}$$

4.3.2.3 Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 1'1

Untuk perkiraan besarnya penurunan pada pondasi tiang tunggal maka deformasi tiang batang dapat dievaluasi menggunakan prinsip – prinsip dasar mekanika bahan.

1. Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal (s_1)

Dimana :

α = distribusi f adalah seragam atau parabola murni = 0,5

$E_p = 10000 \text{ KN/m}^2$ → Perkiraan modulus elastic, tabel 2.4

L = kedalaman tiang pondasi sumuran

Tabel 2.4 perkiraan modulus elastis (E) (Bowles, 1977)

Macam tanah	E_p (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
Loess	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

$$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \alpha \cdot Q_{ws}) \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

$$s_1 = \frac{(9,294 + 0,5 \times 17,27) \cdot 5,0}{0,785 \cdot 10000}$$

$$= 1,03 \times 10^{-2}$$

2. Penurunan dari ujung tiang (s_1)

Dimana : $q_p = \frac{Q_p}{A_p}$

$$q_p = \frac{11,014}{0,9499}$$

Untuk nilai C_p diambil = 0,3 \longrightarrow Lihat tabel 2.5 :

Tabel 2.5 Nilai koef. C_p [(Eq. (8.60)] (sumber vesic, 1977)

Tipe Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor / Sumuran
Pasir (padat berbutir)	0,02 - 0,04	0,09 - 0,18
Lempung (kaku lunak)	0,02 - 0,03	0,03 - 0,06
Pasir (padat berbutir)	0,03 - 0,05	0,09 - 0,12

- $s_2 = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D \cdot q_p}$

$$s_2 = \frac{11,014 \times 0,3}{1,1 \times 11,60}$$

$$= 0,056991$$

3. Penurunan akibat pengalihan akibat beban (s_3)

Dimana :

$$C_s = 0,38633 \longrightarrow C_s = \text{konst. empiris} = (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \cdot C_p$$

- $s_3 = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L \cdot q_p}$

$$s_3 = \frac{17,27 \times 0,38633}{5 \times 11,60}$$

$$= 0,1151$$

- $s_{\text{total}} = s_1 + s_2 + s_3$

$$= 1,03 \times 10^{-2} \times 0,056991 + 0,1151$$

$$= 1,824 \times 10^{-1} \text{ m} \approx 0,00018 \text{ mm} \quad (\text{syarat aman})$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.2) adalah:

Syarat penurunan total untuk bangunan dinding bata = 25 – 30 mm.

Kesimpulan : Untuk bentuk penampang pondasi untuk beban berat – sedang adalah sama yaitu digunakan tipe 1 (sesuai gambar 4.2) dengan data sebagai berikut :

Diameter luar = 110 cm

Diameter dalam = 70 cm

s (jarak as tiang ke tepi) = 105 cm

h (tinggi pile cap) = 50 cm

Lebar Pile Cap = 210 cm

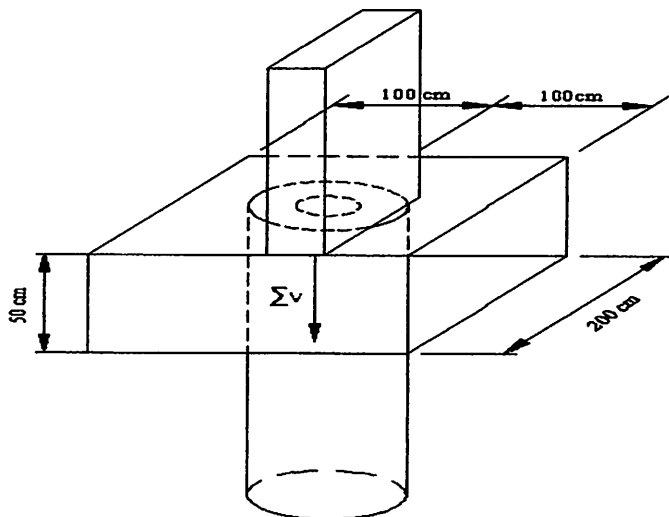
Panjang Pile Cap = 210 cm

4.3.3 Bentuk Penampang Pondasi Untuk Beban Ringan (Tipe 2)

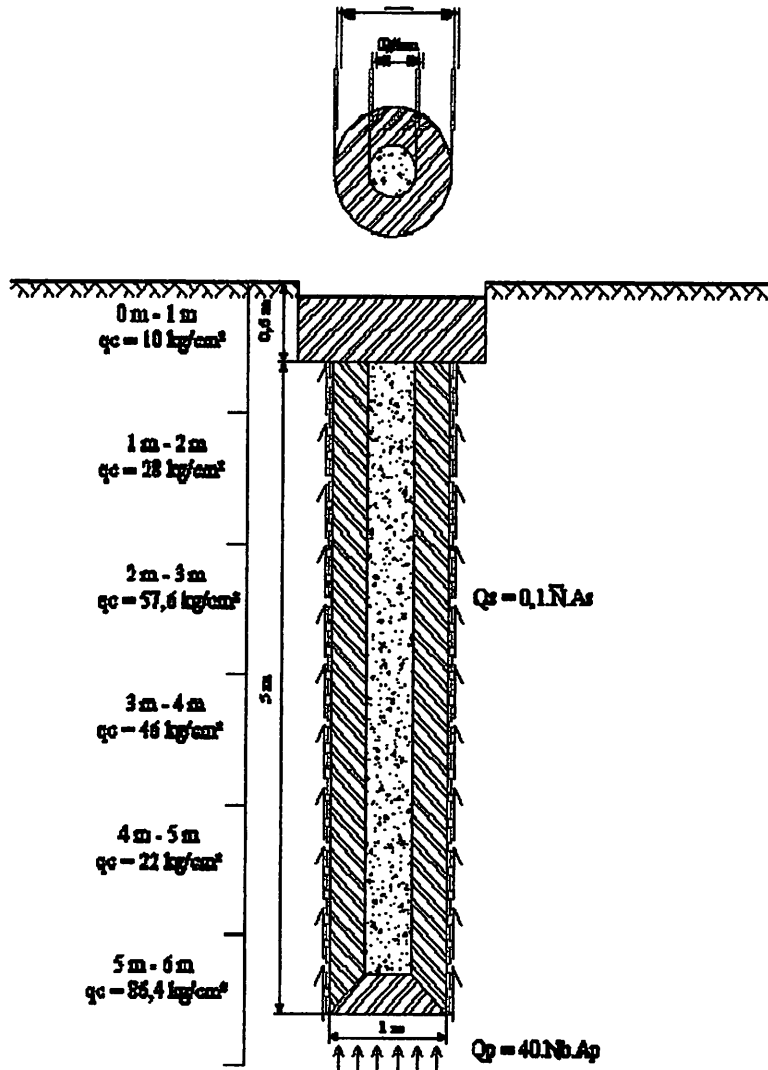
Bentuk Penampang Pondasi Untuk beban ringan (tipe 3) dengan beban 226 ton dari hasil input STAAD Pro 3D berada pada :

Direncanakan Pondasi Sumuran sebagai berikut :

1. Kedalaman Sumuran (D_f) = 500 cm = 5,0 m
2. Diameter Luar (B_{Luar}) = 100 cm = 1,0 m
3. Diameter dalam (B_{dalam}) = 40 cm = 0,4 m
4. Tebal selimut poer direncanakan = 50 cm = 0,5 m
5. Luas penampang (A) tiang = $(1/4 \cdot \pi \cdot B_{Luar}^2)$
= $7850 \text{ cm}^2 = 0,785 \text{ m}^2$
8. Luas selimut tiang (A_s) = $(2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 500)$
= $314 \text{ cm}^2 = 3,14 \text{ m}^2$
6. Berat Pile Cap = $p \times l \times t \times b_{\text{beton bertulang}}$
= $2 \times 2 \times 0,5 \times 2,4 = 4,8 \text{ ton}$



Gambar 4.5 Tampak 3 Dimensi Pondasi sumuran tipe 2



Gambar 4.6 Pondasi sumuran tipe 2

4.3.3.1 Daya Dukung Pondasi Sumuran (Metode Terzaghi)

1. Ditinjau dari daya dukung bahan

$$Q_d = \sigma_{\text{bahan}} \times A_{\text{tiang}}$$

Dimana : σ_{bahan} = Tegangan ijin bahan

A_{tiang} = Luas penampang tiang pondasi sumuran

a. Untuk dinding sumuran ($f'c$: 250 kg/cm²)

$$Q_{d1} = (0,85 \times f'c) \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D_{\text{Dalam}}^2 \right)$$

$$= (0,85 \times 250) \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 100^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 40^2 \right)$$

$$= 1401225 \text{ kg}$$

$$= 1401,225 \text{ ton}$$

b. Untuk beton cyclop ($f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$)

$$Qd2 = (0,85 \times f'c) \times (1/4 \times \pi \times D_{\text{dalam}}^2)$$

$$= (0,85 \times 180) \times (1/4 \times \pi \times 40^2)$$

$$= 192168 \text{ kg}$$

$$= 192,168 \text{ ton}$$

Jadi daya dukung berdasarkan kekuatan bahan adalah :

$$Qd_{\text{bahan}} = Qd1 + Qd2$$

$$= 1401,225 + 192,168$$

$$= 1593,39 \text{ ton}$$

2. Terhadap kekuatan tanah

Daya dukung ultimit (combined pile)

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

$$Q_u = (40 \times N_b \times A_p) + (0,1 \times N \times A_s) - W_p$$

Dimana:

$$Q_u = \text{Kapasitas ultimate tiang (ton)}$$

N_b = Nilai N_{SPT} dari pada elevasi dasar tiang, (konversi uji sondir

$$q_c = 4 \cdot N)$$

$$A_p = \text{Luas penampang dasar tiang (m}^2\text{)}$$

$$A_s = \text{Luas selimut tiang (m}^2\text{)}$$

N = Nilai N_{SPT} rata – rata sepanjang tiang

$$W_p = \text{Berat Pondasi Tiang (ton)}$$

a. Daya dukung ujung tiang (End Bearing Pile)

$$\begin{aligned} Q_p &= (40 \cdot N_b) \times A_p \\ &= 40 \times 21,7 \times 0,785 \\ &= 681,38 \text{ ton} \end{aligned}$$

b. Daya dukung selimut tiang (friction pile)

$$\begin{aligned} Q_s &= 0,1 \times N \times A_s \\ &= 0,1 \times 10 \times 17,27 \\ &= 17,27 \text{ ton} \end{aligned}$$

c. Berat sendiri tiang pondasi sumuran

$$\begin{aligned} W_p &= (1/4 \cdot \pi \cdot (D^2 - D_{\text{dalam}}^2) \times D_{\text{fbj}} \cdot \gamma_{\text{brtng}}) + (1/4 \cdot \pi \cdot D_{\text{dalam}}^2 \times D_{\text{fbj}} \cdot \gamma_{\text{cyclop}}) \\ &= (1/4 \times 3,14 \times (1,0^2 - 0,4^2) \times 5,0 \times 2,4) + (1/4 \times 3,14 \times 0,4^2 \times 5 \times 2,2) \\ &= 9,294 \text{ ton} \end{aligned}$$

➤ Daya dukung ultimate tiang (combined pile)

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_p + Q_s - (W_p + \text{Berat pile cap}) \\ &= 681,38 + 17,27 - (9,294 + 4,8) \\ &= 667,286 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{2,5} \\ &= \frac{667,286}{2,5} \\ &= 266,914 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.3.3.2 Daya Dukung Pondasi Sumuran Tunggal Tipe 2

Dari hasil analisis struktur dengan program STAAD Pro 3D, diperoleh :

$$\begin{aligned}\Sigma Vu &= \text{Beban bangunan atas} + W_p + \text{Berat pile cap} \\ &= 226 + 9,294 + 4,8 = 240 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}n &= \frac{\Sigma Vu}{Q_a} \\ &= \frac{240}{266,914} \\ &= 0,90 \approx 1 \text{ buah}\end{aligned}$$

$$P_u = \Sigma V + (\text{berat sendiri tiang})$$

1. Untuk dinding sumuran ($f'c : 250 \text{ kg/cm}^2$)

$$\begin{aligned}P_1 &= ((1/4 \times \pi \times B^2) - (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2)) \times D_f \times \gamma_{\text{beton bertulang}} \times \text{jumlah} \\ &\quad \text{tiang} \\ &= ((1/4 \times \pi \times 1,0^2) - (1/4 \times \pi \times 0,4^2)) \times 5,0 \times 2,4 \times 1 \\ &= 7,913 \text{ ton}\end{aligned}$$

2. Untuk beton cyclop ($f'c : 180 \text{ kg/cm}^2$)

$$\begin{aligned}P_2 &= (1/4 \times \pi \times B_{\text{dalam}}^2) \times D_f \times \gamma_{\text{beton cyclop}} \times \text{jumlah tiang} \\ &= (1/4 \times \pi \times 0,4^2) \times 5,0 \times 2,2 \times 1 \\ &= 1,382 \text{ ton}\end{aligned}$$

➤ Total berat sendiri sumuran adalah :

$$\begin{aligned}P_{\text{tiang}} &= P_1 + P_2 \\ &= 7,913 + 1,382 \\ &= 9,294 \text{ ton}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_u &= \Sigma V + \text{Berat sendiri tiang} + \text{Berat pile cap} \\ &= 226 + 9,294 + 4,8\end{aligned}$$

$$= 240 \text{ ton} < Q_a = 266,914 \text{ ton} \quad (\text{Syarat aman})$$

- **Jarak Antar As Tiang ke Tepi**

Syarat : $2d = 105 \text{ cm}$

4.3.3.3 Perhitungan Penurunan Untuk Pondasi Sumuran Tipe 2

Untuk perkiraan besarnya penurunan pada pondasi tiang tunggal maka deformasi tiang batang dapat dievaluasi menggunakan prinsip – prinsip dasar mekanika bahan.

1. Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal (s_1)

Dimana : L = kedalaman tiang pondasi sumuran

α = distribusi f adalah seragam atau parabola murni = 0,5

$E_p = 19000 \text{ KN/m}^2$ → Perkiraan modulus elastic, tabel 2.4

Tabel 2.4 perkiraan modulus elastis (E) (Bowles, 1977)

Macam tanah	E_p (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 – 3000
Lunak	2000 – 4000
Sedang	4500 – 9000
Keras	7000 – 20000
Berpasir	30000 – 42500
Pasir	
Berlanau	5000 – 20000
Tidak padat	10000 – 25000
Padat	50000 – 100000
Pasir dan kerikil	
Padat	80000 – 200000
Tidak padat	50000 – 140000
Lanau	2000 – 20000
Loess	15000 – 60000
Serpih	140000 – 1400000

$$s_1 = \frac{(9,294 + 0,5 \times 3,14) \cdot 5,0}{0,785 \cdot 10000}$$

$$= 6,92 \times 10^{-3}$$

2. Penurunan dari ujung tiang (s_2)

Dimana :

Untuk nilai C_p diambil = 0,3 \longrightarrow Lihat tabel 2.5 :

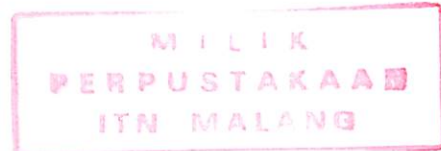
Tabel 2.5 Nilai koef. C_p [(Eq. (8.60))] (sumber vesic, 1977)

Tipe Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor / Sumuran
Pasir (padat berbutir)	0,02 - 0,04	0,09 - 0,18
Lempung (kaku lunak)	0,02 - 0,03	0,03 - 0,06
Pasir (padat berbutir)	0,03 - 0,05	0,09 - 0,12

- $s_2 = \frac{Q_{wp} \cdot C_p}{D \cdot q_p}$

$$s_2 = \frac{9,294 \times 0,3}{1,0 \times 11,84}$$

$$= 0,0471$$



3. Penurunan akibat pengalihan akibat beban (s_3)

Dimana :

$$C_s = 0,386 \longrightarrow C_s = \text{konst. empiris} = (0,93 + 0,16 \sqrt{L/D}) \cdot C_p$$

- $s_3 = \frac{Q_{ws} \cdot C_s}{L \cdot q_p}$

$$s_3 = \frac{3,14 \times 0,386}{5 \times 11,84}$$

$$= 0,0205$$

- $s_{\text{total}} = s_1 + s_2 + s_3$

$$= 6,92 \times 10^{-3} + 0,0471 + 0,0205$$

$$= 7,451 \times 10^{-2} \text{ m} = 0,00007 \text{ mm} \quad (\text{syarat aman})$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.2) adalah:

Syarat penurunan total untuk bangunan dinding bata = 25 – 30 mm.

Dikarenakan selisih untuk bentuk penampang pondasi untuk beban berat

– ringan hanya 10 cm, maka tipe pondasi diseragamkan dengan digunakan tipe 1

(sesuai gambar 4.2) dengan data sebagai berikut :

- Diameter luar = 110 cm
- Diameter dalam = 70 cm
- s (jarak as tiang ke tepi) = 105 cm
- h (tinggi pile cap) = 50 cm
- Lebar Pile Cap = 210 cm
- Panjang Pile Cap = 210 cm

4.4 Pondasi Sumuran Yang Menerima Gaya Eksentrisitas

Karena perbedaan diameter sumuran 10 cm, maka tidak ada pengaruh yang besar untuk perhitungan penulangan poer maupun penulangan tiang pondasi sumuran, sehingga hanya dihitung untuk tipe pondasi 1 dengan beban berat dan untuk perencanaan digunakan perhitungan penulangan tipe 1 dengan beban berat.

4.4.1 Tipe Pondasi 1 Dengan Beban Berat

$$P_{\max,\min} = P_{\text{vertikal}} \pm P_{\text{akibat momen}}$$
$$P_{\max,\min} = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{M_y \cdot X}{n_y \cdot \sum X^2} \pm \frac{M_x \cdot Y}{n_x \cdot \sum Y^2}$$

Dimana :

P_{\max} = Beban maksimum yang diterima oleh tiang sumuran

P_{\min} = Beban minimum yang diterima oleh tiang sumuran

$\sum V$ = Jumlah total beban vertikal

M_x = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu X

M_y = Momen yang bekerja pada bidang tegak lurus sumbu Y

n = Jumlah tiang sumuran dalam kelompok tiang sumuran

X_{\max} = Absis terjauh tiang sumuran terhadap titik berat kelompok tiang

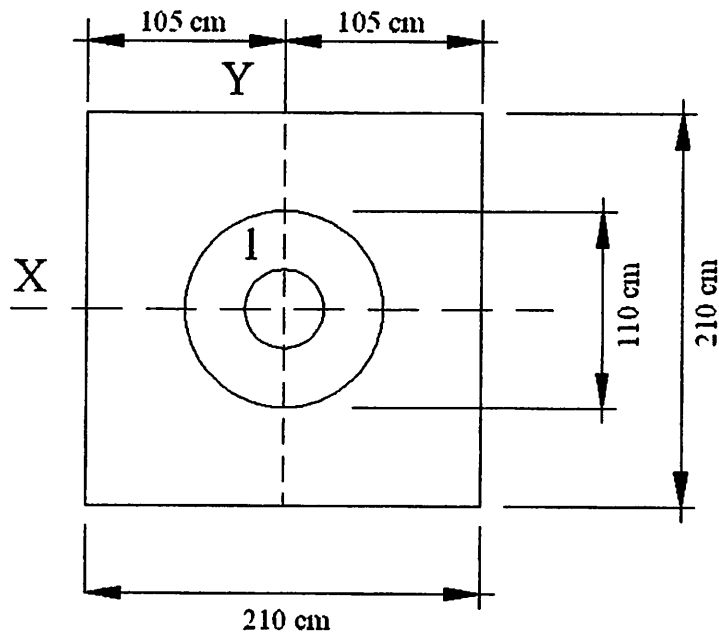
Y_{\max} = Ordinat terjauh tiang sumuran terhadap titik berat kelompok tiang

n_y = Jumlah tiang sumuran dalam satu baris dalam arah sumbu Y

n_x = Jumlah tiang sumuran dalam satu baris dalam arah sumbu X

$\sum X^2$ = Jumlah kuadrat absis – absis tiang sumuran

$\sum Y^2$ = Jumlah kuadrat ordinat – ordinat tiang sumuran



Gambar 4.7 : Susunan Pondasi Sumuran tipe 1

Data :

Beban Total (Pu)	= 242 ton
Mz	= 1,43 tm
Mx	= 14,061 tm
Xmax	= 0 m
Xmin	= 0 m
Ymax	= 0 m
Ymin	= 0 m
n	= 1 buah
nx	= 1 buah

$$n_y = 1 \text{ buah}$$

Jumlah kuadrat absis – absis tiang

$$\sum X^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

$$\sum y^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

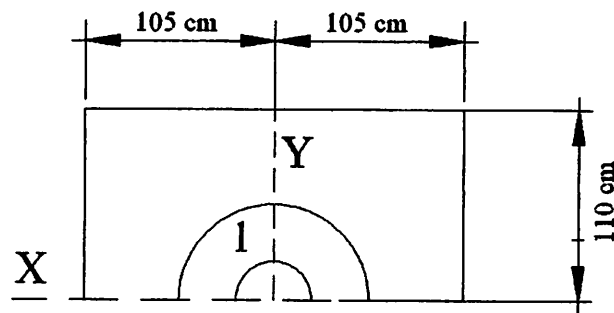
Perhitungan Momen

Pada bagian bawah poer diasumsikan sebagai plat jalur yang jepit pada bagian sisinya, Dari tabel 4.5 (pelat : stigel/wipel : 209) didapat nilai M_{yx} (dengan cara interpolasi)

Tabel 4.2 Pelat : Stigel/Wipel

z/L	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
M_{yx}	0,32	0,31	0,30	0,28	0,25	0,21	0,18	0,14	0,09	0,05	0

Momen arah x yang terjadi akibat reaksi dari tiang sumuran :



Gambar 4.8 : Momen arah x akibat reaksi tiang sumuran

Mencari beban pada tiang :

$$\sum X^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

$$\sum Z^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

Sehingga :

$$P = 242 \text{ ton}$$

$$(Y/L)_1 = 0/(0+0) = 0$$

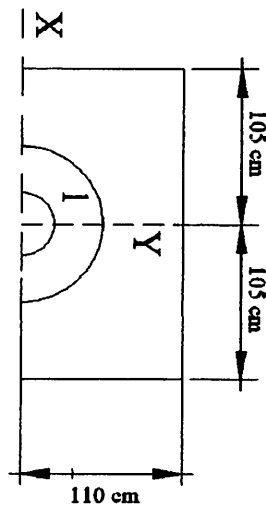
$$M_{xe} = 0,32$$

$$M_{xel} = (P \times M_{xe})$$

$$= (266 \times 0,32)$$

$$= 85,12 \text{ tm}$$

Momen arah y terjadi akibat reaksi tiang sumuran



Gambar 4.9 : Momen arah z akibat reaksi tiang sumuran

Mencari beban pada tiang :

$$\sum X^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

$$\sum Z^2 = (0)^2 + (-0)^2 = 0 \text{ m}^2$$

Sehingga :

$$P_u = 242 \text{ ton}$$

$$(Y/L)_1 = 0/(0+0) = 0$$

$$Mze = 0,32$$

$$\begin{aligned} Mzel &= (P \times Mze) \\ &= (242 \times 0,32) \\ &= 85,14 \text{ tm} \end{aligned}$$

4.4.2 Penulangan Poer Pondasi Sumuran

➤ Penulangan Poer Arah Z

$$Mu = 85,14 \text{ tm} = 85140 \text{ kgm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{8514 \times 10^4}{0,8} = 106400000 \text{ Nmm}$$

$$b = 2100 \text{ mm}$$

$$fy = 320 \text{ Mpa}$$

$$f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal poer (h)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan Pokok} = \text{D16 \& D22}$$

$$\text{Tulangan Bagi} = \text{Ø16}$$

Direncanakan menggunakan tulangan pokok D22

$$d = h - \text{Selimut Beton} - \frac{1}{2} \times \text{D22}$$

$$= 500 - 75 - (\frac{1}{2} \times 22)$$

$$= 414 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{106400000}{2100 \times 414^2} = 0,30 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,549$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= 0,85 \times \left[\frac{0,85 \times f_c}{f_y} \right] \times \left[\frac{600}{600 + f_y} \right] \\ &= 0,85 \times \left[\frac{0,85 \times 30}{320} \right] \times \left[\frac{600}{600 + 320} \right] = 0,044 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,044 = 0,033 \end{aligned}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{ada}} &= \frac{1}{m} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right] \\ &= \frac{1}{12,549} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,549 \times 0,30}{320}} \right] \\ &= 0,004 \end{aligned}$$

(SK-SNI T-15-1991) Rasio baja tulangan harus memenuhi $\rho_{\min} \leq \rho_{\text{ada}} \leq \rho_{\max}$

1. Jika $\rho_{\text{ada}} > \rho_{\min}$,maka digunakan $\rho_{\text{ada}} \sim \rho_{\min}$ dan $A_s = \rho_{\text{ada}} \times b \times d$
2. Jika $\rho_{\text{ada}} > \rho_{\max}$,maka tinggi poer harus diperbesar

Sehingga memenuhi syarat no. 1, digunakan $\rho_{\min} \sim \rho_{\text{ada}} = 0,004$ dan dimensi poer memenuhi untuk digunakan.

$$\begin{aligned} A_{s\text{perlu}} &= \rho_{\min} \times b \times d \\ &= 0,004 \times 2100 \times 414 \end{aligned}$$

$$= 3477,6 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{S_{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{3477,6}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 9,15 \sim 10 \text{ tulangan}$$

$$A_{S_{ada}} = n \times (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2)$$

$$= 10 \times (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2)$$

$$= 3799,4 \text{ mm}^2 > A_{S_{perlu}} = 3477,6 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

$$S = \frac{b}{n} = \frac{2100}{10} = 210 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan pokok (tarik/bawah) = D22 – 200 mm

Direncanakan tulangan tekan menggunakan D16

$$A_{S_{tekan}} = 20\% \times A_{S_{perlu}}$$

$$= 20\% \times 3477,6$$

$$= 695,52 \text{ mm}^2$$



$$n = \frac{A_{S_{tekan}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{695,52}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} = 3,46 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$A_{S_{ada}} = n \times (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2)$$

$$= 4 \times (\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2)$$

$$= 803 \text{ mm}^2 > A_{S_{tekan}} = 695,52 \text{ mm}^2 \quad (\text{OK})$$

$$S = \frac{b}{n} = \frac{2100}{5} = 525 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan tekan (atas) = D16 – 500 mm

➤ **Penulangan Poer Arah X**

$$Mu = 85,14 \text{ tm} = 85140 \text{ kgm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\phi} = \frac{8514 \times 10^4}{0,8} = 106400000 \text{ Nmm}$$

$$b = 2100 \text{ mm}$$

$$fy = 320 \text{ Mpa}$$

$$f'c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal selimut beton} = 75 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal poer (h)} = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan Pokok} = \text{D16 \& D22}$$

$$\text{Tulangan Bagi} = \text{Ø16}$$

Direncanakan menggunakan tulangan pokok D22

$$d = h - \text{Selimut Beton} - \frac{1}{2} \times \text{D22}$$

$$= 500 - 75 - (\frac{1}{2} \times 22)$$

$$= 414 \text{ mm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{106400000}{2100 \times 414^2} = 0,30 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \times f'c} = \frac{320}{0,85 \times 30} = 12,549$$

$$\rho_b = 0,85 \times \left[\frac{0,85 \times f'c}{fy} \right] \times \left[\frac{600}{600 + fy} \right]$$

$$= 0,85 \times \left[\frac{0,85 \times 30}{320} \right] \times \left[\frac{600}{600 + 320} \right] = 0,044$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,044 = 0,033$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{320} = 0,004$$

$$\rho_{\text{ada}} = \frac{1}{m} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{12,549} \cdot \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12,549 \times 0,30}{320}} \right]$$

$$= 0,004$$

digunakan $\rho_{\min} \sim \rho_{\text{ada}} = 0,004$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho_{\min} \times b \times d$$

$$= 0,004 \times 2100 \times 414$$

$$= 3477,6 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_{S_{\text{perlu}}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2}$$

$$= \frac{3477,6}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 22^2} = 9,15 \sim 10 \text{ tulangan}$$

$$A_{S_{\text{ada}}} = n \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \right)$$

$$= 10 \times \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 22^2 \right)$$

$$= 3799,4 \text{ mm}^2 > A_{S_{\text{perlu}}} = 3477,6 \text{ mm}^2 \quad \text{(OK)}$$

$$S = \frac{b}{n} = \frac{2100}{10} = 210 \text{ mm} \sim 200 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan pokok (tarik/bawah) = D22 – 200 mm

Direncanakan tulangan tekan menggunakan D16

$$\begin{aligned}
 A_{Stekan} &= 20\% \times A_{Sperlu} \\
 &= 20\% \times 3477,6 \\
 &= 695,52 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

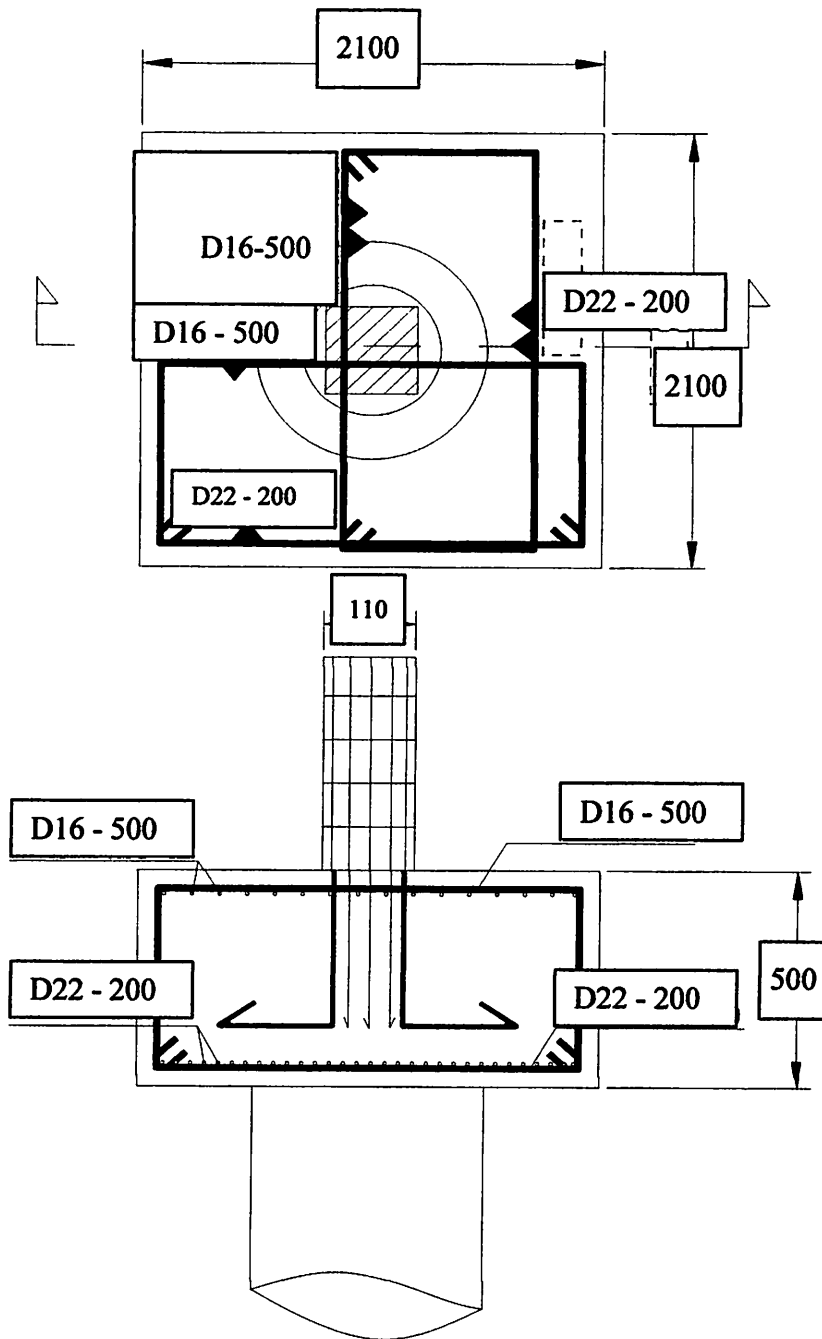
$$n = \frac{A_{Stekan}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{695,52}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 16^2} 3,46 \sim 4 \text{ tulangan}$$

$$\begin{aligned}
 A_{Sada} &= n \times (1/4 \cdot \pi \cdot D^2) \\
 &= 4 \times (1/4 \cdot \pi \cdot 16^2) \\
 &= 803 \text{ mm}^2 > A_{Stekan} = 695,52 \text{ mm}^2 \quad \text{(OK)}
 \end{aligned}$$

$$S = \frac{b}{n} = \frac{2100}{5} = 525 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm}$$

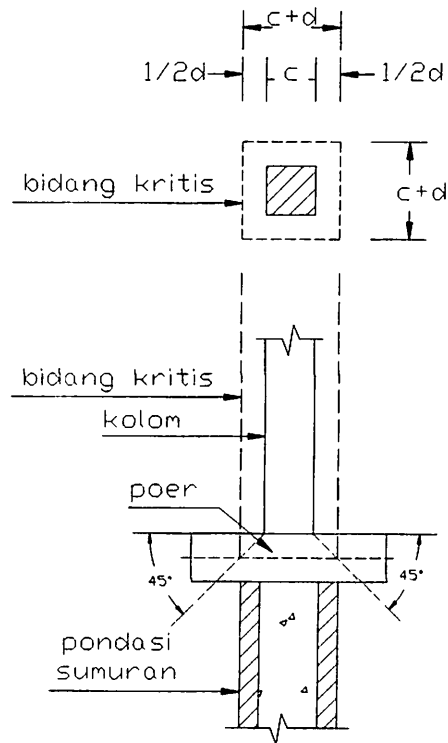
Digunakan tulangan tekan (atas) = D16 – 500 mm

- Untuk perhitungan poer tipe pondasi 1'1 & 2 digunakan perhitungan tulangan tipe pondasi 1, karena hanya beda diameter penampang sumuran 10 cm, maka untuk perhitungan tulangan poer tipe 1'1 & 2 sama dengan perhitungan penulangan poer tipe 1.



Gambar 4.10 : Penulangan Poer Pondasi Sumuran tipe 1

4.4.2.1 Kontrol Tulangan Geser Pons Terhadap Kolom



Gambar 4.11 : Skema Geser Pons Terhadap Kolom

Diketahui :

$$V_{u \max}(\text{dari stad pro}) = 2420000 \text{ N}$$

$$\text{Dimensi kolom (c)} = 40/60$$

Keliling Bidang Kritis Geser Pons (b_o)

$$\begin{aligned} b_o &= 2 \cdot (c + d) + 2 \cdot (c + d) \\ &= 2 \cdot (400 + 414) + 2 \cdot (600 + 414) \\ &= 3656 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kuat geser beton maksimum

$$\begin{aligned}V_c &= \left(\frac{\sqrt{f_c}}{3} \right) \times b_o \times d \\ &= \left(\frac{\sqrt{30}}{3} \right) \times 3656 \times 414 \\ &= 2763413,66 \text{ N} \\ \phi V_c &= 0,6 \times 2763413,66 \\ &= 1476642,49 \text{ N}\end{aligned}$$

Maka V_u (dari stad pro) = 2420000 N > $\phi V_c = 1492824,4 \text{ N}$ (NOT OK)

Karena $V_u > \phi V_c$, maka diperlukan tulangan geser terhadap kolom.

- **Perhitungan penulangan geser pons terhadap kolom**

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 320 \text{ Mpa (tulangan polos)}$$

$$\begin{aligned}V_n &= 0,6 \times V_u \\ &= 0,6 \times 2420000 \\ &= 1452000 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_s &= V_c - V_n \\ &= 1492824,40 - 1452000 \\ &= 40824,403 \text{ N}\end{aligned}$$

D tulangan rencana = 16 mm

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2$$

$$= 401,92 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{perlu}} = \frac{Av \times fy \times d}{Vs}$$

$$= \frac{401,92 \times 320 \times 414}{40824,403}$$

$$= 2160,754 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{3} \sqrt{f'c} \times bo \times d = \frac{1}{3} \sqrt{30} \times 3268 \times 414$$

$$= 2461070,81 \text{ N}$$

Jadi diperoleh :

$$Vs = 40824,403 \text{ N} < \frac{1}{3} \sqrt{f'c} \times bo \times d = 2461070,81 \text{ N}$$

Maka jarak maksimum :

$$S \leq \frac{1}{2} \times d = \frac{1}{2} \times 414 = 207 \text{ mm}$$

$$Vs \text{ pakai} = \frac{Av \times fy \times d}{S}$$

$$= \frac{401,92 \times 320 \times 414}{207}$$

$$= 257228,8 \text{ N}$$

$$Vs \text{ pakai} + Vc = 257228,8 + 1492824,4$$

$$= 2718229,61 \text{ N}$$

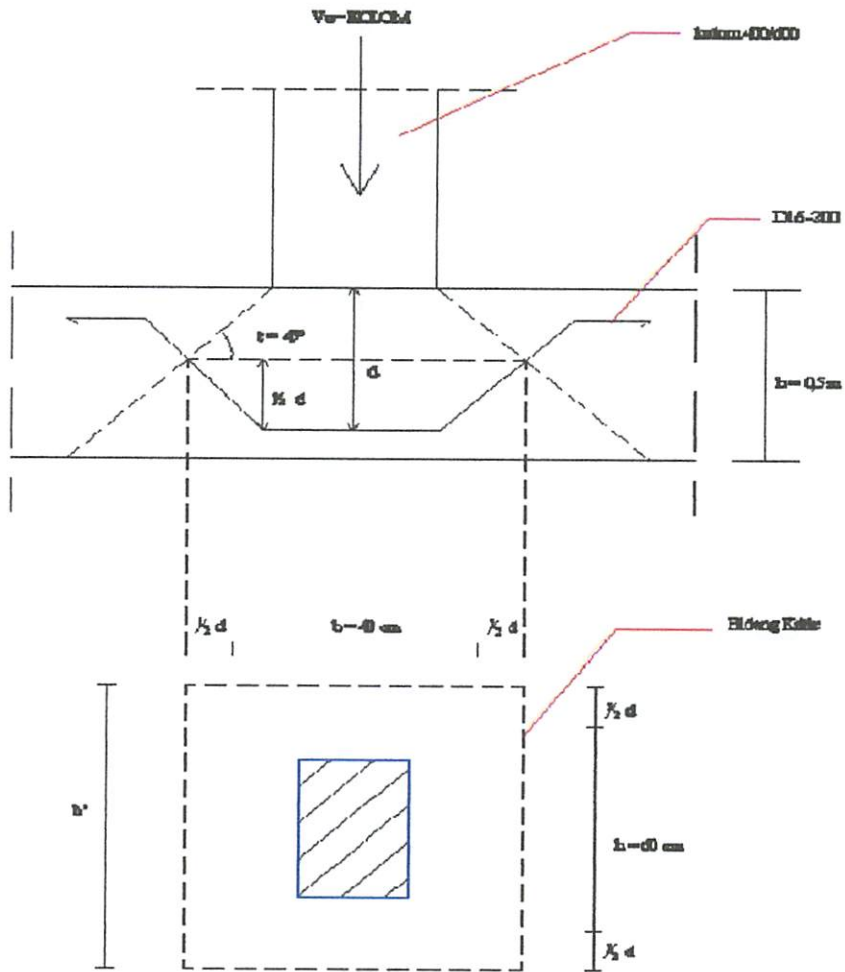
Syarat tulangan geser pons dan poer mampu menahan beban dari kolom

dan :

$$V_n < V_s \text{ pakai} + V_c$$

$$1452000 \text{ N} < 2718229,61 \text{ N} \dots\dots\dots (\text{Aman})$$

Jadi dipasang tulangan geser pons D 16 – 200



Gambar 4.12 : Tulangan Geser Pons Terhadap Kolom

4.4.3 Perencanaan Penulangan Pondasi Sumuran

Perhitungan pondasi tiang bor diasumsikan seperti perhitungan kolom bulat.

a. Data perencanaan :

- Pmax = 242000 kg = 242 ton
- Pu = $\sum V$ = 246800 kg = 246,8 ton
- Mutu beton (fc) = 30 MPa
- Mutu baja tulangan = 320 MPa
- D tulangan pokok = 25 mm
- Ø sengkang = 16 mm
- D tiang = 110 cm = 1100 mm
- Tebal selimut = 75 mm

b. Tebal efektif selimut beton terpusat tulangan terluar

$$\begin{aligned}d' &= \text{tebal selimut beton} + \text{Øsengkang} + 1/2D \text{ tul.pokok} \\ &= 75 + 16 + (1/2 \cdot 25) \\ &= 103,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d_{\text{efektif}} &= D_{\text{tiang}} - (2 \times d') \\ &= 1100 - (2 \times 103,5) = 893 \text{ mm}\end{aligned}$$

c. Luas penampang tiang bor

$$\begin{aligned}A_g &= (1/4 \times \pi \times D_{\text{luar}}^2) - (1/4 \times \pi \times D_{\text{dalam}}^2) \\ &= (1/4 \times \pi \times 1100^2) - (1/4 \times \pi \times 700^2) \\ &= 565200 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

d. Luas tulangan penampang baja (A_{st})

Rencana penulangan dengan perkiraan luas tulangan pokok adalah 3% dari luas tiang.

$$\begin{aligned} - A_{st} &= 3\% \times A_g \\ &= 3\% \times 565200 \\ &= 16956 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jumlah tulangan (n)

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{st}}{1/4 \times \pi \times D^2} \\ &= \frac{16956}{1/4 \times \pi \times 25^2} \\ &= 34,56 \sim 35 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - A_{s_{ada}} &= n \times 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 35 \times 1/4 \times \pi \times 25^2 \\ &= 17171,875 \text{ mm}^2 > A_{st} = 16956 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - A_s &= A_{s'} = 0,5 \times A_{s_{ada}} \\ &= 0,5 \times 17171,875 \\ &= 8478 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Jarak tulangan pokok (s)

$$s = \frac{\pi \times d}{n}$$

$$= \frac{\pi \times 893}{35}$$

$$= 80,115 \text{ mm} \sim 80 \text{ mm}$$

e. Pemeriksaan beban ultimate beton (P_{ub}) dan momen ultimate beton (M_{ub}).

- Tebal penampang segi empat ekuivalen

$$t_{ek1} = 0,8 \times D_{luar}$$

$$= 0,8 \times 1100 = 880 \text{ mm}$$

$$t_{ek2} = 0,8 \times D_{dalam}$$

$$= 0,8 \times 700 = 560 \text{ mm}$$

- Lebar penampang segi empat ekuivalen

$$l_{ek1} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D_{luar}^2}{tek1}$$

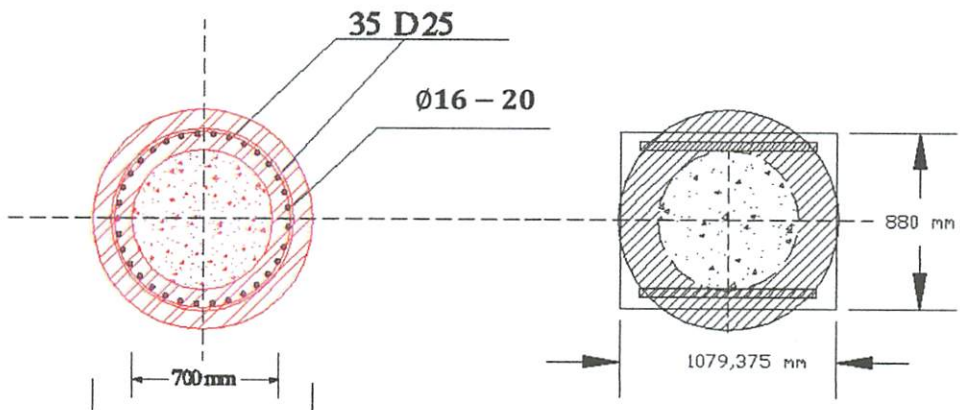
$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 1100^2}{880}$$

$$= 1079,375 \text{ mm}$$

$$l_{ek2} = \frac{1/4 \cdot \pi \cdot D_{dalam}^2}{tek2}$$

$$= \frac{1/4 \cdot \pi \cdot 700^2}{560}$$

$$= 687,223 \text{ mm}$$



Gambar 4.13 : Ekvivalen Penampang Bulat Ke Penampang

- Pemeriksaan P terhadap beban seimbang

Jarak tulangan tarik terhadap tepi terluar beton

$$\begin{aligned}
 d_b &= t_{ek} - \text{tebal selimut efektif} \\
 &= 880 - 103,5 - 560 = 216,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jarak serat tekan terluar ke garis netral (c_b)

$$\begin{aligned}
 c_{balance} &= \frac{600 \times d_b}{600 + f_y} \\
 &= \frac{600 \times 216,5}{600 + 320} \\
 &= 141,195 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Lebar daerah tekan (a_b)

$$\begin{aligned}
 a_b &= \beta \times c_b \\
 &= 0,85 \times 141,195 \\
 &= 430,451 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Tegangan tekan tulangan baja (f_s')

$$\begin{aligned}
 f_s' &= \frac{0,003 \times 200000 \times (cb - d)}{cb} \\
 &= \frac{0,003 \times 200000 \times (141,95 - 103,5)}{141,95} \\
 &= 162,522 \text{ MPa} < f_y = 320 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

- Beban ultimate beton (P_{ub})

$$\begin{aligned}
 P_{ub} &= \{(0,85 \times f_c \times a_b \times l_{ek1}) + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y)\} \times 10^{-3} \\
 &= \{(0,85 \times 30 \times 430,451 \times 1079,375) + (8478 \times 254,5988) - \\
 &\quad (8478 \times 320)\} \times 10^{-3} \\
 &= 11293,29 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Moment ultimate beton (M_{ub})

$$\begin{aligned}
 M_{ub} &= \{(0,85 \times f_c' \times l_{ek1} \times a_b \times [t_{ek1}/2 - (1/2 \times a_b)]) + (A_s' \times f_s' \times (1/2 \\
 &\quad \times (d - d'))) - (A_s \times f_c' \times (1/2 \times (d - d')))\} \times 10^{-6} \\
 &= \{(0,85 \times 30 \times 1079,375 \times 430,451 \times [880/2 - (1/2 \times \\
 &\quad 430,451)]) + (8478 \times 254,598 \times (1/2 \times 595,333) - (8478 \times 30 \\
 &\quad \times (1/2 \times 595,333))\} \times 10^{-6} \\
 &= 2798,648 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Eksentrisitas beton (e_b)

$$e_b = \frac{M_{ub}}{P_{ub}}$$

$$= \frac{17171,875}{565200}$$

$$= 0,0304$$

- Lebar kolom efektif (Ds)

$$\begin{aligned} D_s &= D_{\text{tiang}} - (2 \times d') \\ &= 1100 - (2 \times 103,5) \\ &= 893 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \times f_c} \\ &= \frac{320}{0,85 \times 30} \end{aligned}$$

$$= 12,549$$

- Beban aksial nominal yang diperlukan ($P_{n\text{perlu}}$)

$$\begin{aligned} P_{n\text{perlu}} &= \frac{P_u}{0,7} \\ &= \frac{246,8}{0,7} \\ &= 352571,429 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Persamaan untuk penampang kolom bulat dengan hancur tekan (P_n)

$$\begin{aligned} P_n &= 0,85 \times f_c' \times h^2 \times \left[\sqrt{\left(\frac{0,85 \times e}{h} - 0,38 \right)^2 + \frac{\rho_s \times m \times d_s}{2,50 \times h}} - \frac{0,85 \times e}{h} - 0,38 \right] \\ &= 0,85 \times 30 \times 400^2 \times \end{aligned}$$

$$\left[\sqrt{\left(\frac{0,85 \times 0,00028}{400} - 0,38 \right)^2 + \frac{0,031 \times 13,725 \times 205}{2,50 \times 400}} - \frac{0,85 \times 0,00028}{400} - 0,38 \right]$$

$$= 678882,6084 \text{ kg} > Pn_{\text{perlu}} = 352571,429 \text{ kg}$$

- Kuat kolom ($\phi \times Pn$)

$$\begin{aligned} \phi \times Pn &= 0,7 \times 678882,6084 \\ &= 475217,826 \text{ kg} > P_{\text{maks}} = 242000 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dengan demikian perencanaan penampang kolom memenuhi persyaratan sehingga ukuran tiang sumuran dan tulangan dapat digunakan.

4.4.3.2 Perencanaan Tulangan Spiral

Direncanakan menggunakan tulangan spiral \emptyset 16 mm

a). Luas penampang tiang sumuran (A_g)

$$A_g = 565200 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ spiral} = \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}^2$$

b). Diameter inti tiang sumuran (D_c)

$$\begin{aligned} D_c &= D_{\text{tiang}} - (2 \times \text{selimut beton}) \\ &= 1100 - (2 \times 75) = 950 \text{ mm} \end{aligned}$$

c). Luas penampang inti sumuran (A_c)

$$\begin{aligned} A_c &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D_c^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D_{\text{dalam}}^2 \right) \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 950^2 \right) - \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 700^2 \right) = 323976,7424 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,45 \times \left[\frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \times \left[\frac{f_c'}{f_y} \right]$$

$$= 0,45 \times \left[\frac{565200}{323976,7424} - 1 \right] \times \left[\frac{30}{240} \right]$$

$$= 0,042$$

d). Jarak antar sengkang spiral (s)

$$S_{maks} = \frac{4 \times A_s \text{ spiral} \times (Dc - d)}{Dc^2 \times \rho \text{ perlu}}$$

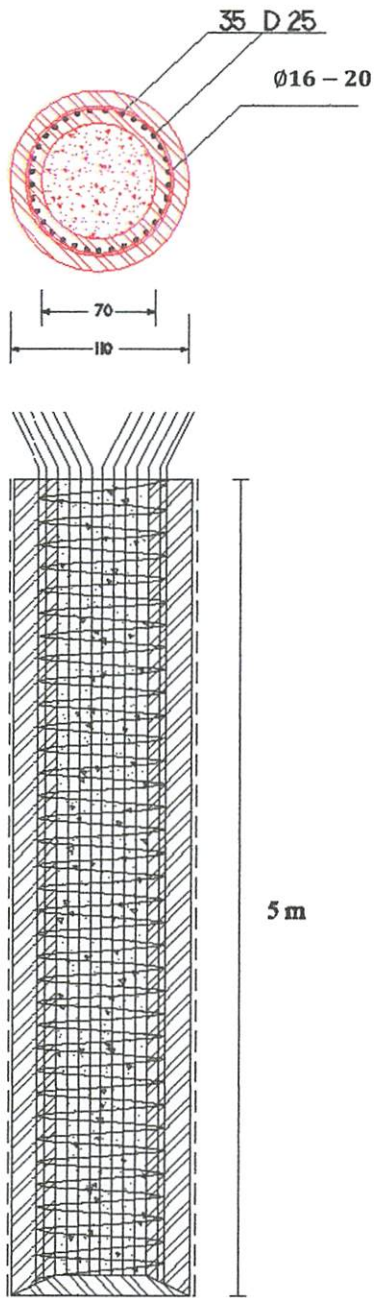
$$= \frac{4 \times 200,96 \times (950 - 16)}{950^2 \times 0,042}$$

$$= 19,807 \text{ mm} \sim 20 \text{ mm}$$

Dari perhitungan penulangan pondasi tiang sumuran, maka digunakan tulangan pokok D 25 – 80 dan tulangan spiral Ø 16 – 220.

Dari perhitungan penulangan pondasi tiang sumuran, maka digunakan :

- tulangan pokok **35 D 25**
- tulangan spiral **Ø 16 – 20**



Gambar 4.15 Penulangan Tiang Sumuran

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

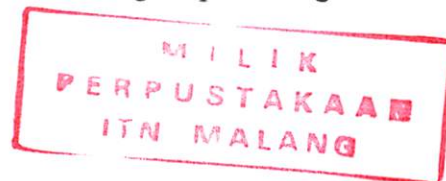
Dari rumusan masalah yang ada dapat disimpulkan bahwa analisa perhitungan perencanaan pondasi tiang sumuran pada Gedung Perkuliahan Fakultas Kedokteran Kampus 2 Universitas Muhammadiyah Malang, didapat daya dukung tiang sumuran $Q_{a\text{tiang}} = 266,914$ ton dan diameter tiang yang aman dan efisien digunakan 1 tipe saja, yaitu $D_{\text{tiang}} = 1,1$ meter dengan kedalaman tiang sumuran 5 meter. Jarak tiang sumuran ke tepi poer adalah 1 m.

Tulangan tarik poer arah X = D 22 – 200, tulangan tekan poer arah X = D16 – 500, tulangan tarik poer arah Z = D 22 – 200, dan tulangan tekan poer arah Z = D16 – 500. Tulangan geser pons terhadap kolom D16 – 200. Tulangan pokok tiang sumuran 35 D 25 – 80, sedangkan untuk tulangan spiral tiang $\emptyset 16 - 20$

5.2 Saran

Adapun saran – saran yang dapat diuraikan sebagai dasar pertimbangan dalam merencanakan suatu struktur rekayasa pondasi antara lain :

- Data tanah yang akan diselidiki sebaiknya menggunakan data hasil pengujian laboratorium supaya diperoleh data – data parameter tanah yang lebih akurat yang selanjutnya digunakan untuk mendapatkan analisa yang lebih tepat.
- Untuk merencanakan pondasi tiang, diameter tiang sangat mempengaruhi daya dukung tiang, oleh karena itu sebagai perencanaan harus pandai-pandai



memodifikasi diameter tiang, agar didapat daya dukung yang aman dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1989. Peraturan pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG).

Anonim. SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Dinas Pekerjaan Umum: Jakarta.

Leonards, Dr. 1962. Foundation Engineering. McGraw-Hill Book Company: USA.

Bowles, JE. 1992. Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1. PT Erlangga: Jakarta.

Wesley, LD, Dr. Ir. 1977. Mekanika Tanah. Badan Penerbit Pekerjaan Umum: Jakarta.

Geotechnical Engineering Center Universitas Katolik Parahyangan. Manual Pondasi Tiang Edisi 3. Bandung: Indonesia.

Hardiyatmo,H.C. 2002. Teknik Pondasi 1. Beta Offset: Yogyakarta.

Hardiyatmo,H.C. 2002. Teknik Pondasi 2. Beta Offset: Yogyakarta.

Stiglat,K., Dr.Ing dan Wippel, H.,Dr.Ing. 1989. Pelat Edisi 3. Erlangga: Jakarta.

Sardjono. H.S. 1984, Pondasi Tiang Pancang Jilid 1. Sinar Wijaya: Surabaya.

Sardjono. H.S. 1984, Pondasi Tiang Pancang Jilid 2. Sinar Wijaya: Surabaya.

Sosrodarsono,S dan Nakazawa,K, Penerjemah, Taulu,L dkk. 1994. Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi. PT Pradnya Paramita: Jakarta.

Asiyanto. 2007, Metode Konstruksi Untuk Pekerjaan Pondasi. Universitas Indonesia: Surabaya.

Browsing Internet.

L
A
M
P
I
R
A
N



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG GEOTEKNIK.

Nama : RUDY SETYO PURNOMO
 NIM : 0721037
 Hari / tanggal : Kamis, 19 Juli 2012

Perbaiki materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- Perhitungan cleef untuk bangunan perantara diperlebar
- " daya dukung bahan dgn
 adanya teleran sumuran.
- Tambahkan teori jembel pondasi sumura ke tepi
 pile cap.

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, 26 - 7 - 2012
 Dosen Pembahas

Malang, 19 - 7 - 2012
 Dosen Pembahas

(A. Agus Santosa)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Bendungan Sigura-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km 2
 Malang

SEMINAR HASIL SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG

Nama Rudy SP
 NIM 0721037
 Hari / tanggal : _____

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi :

- > Entri data di Stoadpro
- > Rangka baja tdk masah dan analisa struktur ✓
- > Apa dimensi pile cap memenuhi
- > Syarat meletakkan pondasi (kedalaman) ✓
(sumber dari mana)
- > penempatan tulangan pondasi

Perbaikan Seminar Hasil Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Seminar. Bila melebihi 14 hari, maka tidak dapat diikuti Ujian Skripsi.

Pengumpulan berkas untuk Ujian Skripsi dengan menyertakan lembar pengesahan dari Dosen Pembahas dan Kaprodi

Skripsi telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 20
 Dosen Pembahas

Malang, 19-7 - 2012
 Dosen Pembahas

Sauyang Widyaningrum



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 Jl. Pembangunan Sigitu-gura 2
 Jl. Raya Karanglo Km. 2
 Malang

UJIAN SKRIPSI PRODI TEKNIK SIPIL S-1

FORM REVISI / PERBAIKAN BIDANG _____

Nama : Rudy
 NIM : _____
 Hari / tanggal : _____ / _____

Perbaikan materi Skripsi meliputi :

> Abstraksi - salah format

> Ape 2 Bagai mana efisiensi

[Handwritten signature]

Perbaikan Skripsi harus diselesaikan selambatnya 14 hari terhitung sejak pelaksanaan Ujian dilaksanakan. Bila melebihi masa 14 hari, maka tidak dapat diikuti Yudisium.

Tugas Akhir telah diperbaiki dan disetujui :

Malang, _____ 2010

Dosen Penguji

[Handwritten signature]

Malang, _____ 201

Dosen Penguji

[Handwritten signature]

L
A
M
P
I
R
A
N

Rudy Thank's to . . .

PUJI SYUKUR SAYA PANJATKAN KEHADIRAT ALLAH SWT. BERKAT RAHMAT DAN RIDHO-NYA SEHINGGA PENULISAN LAPORAN SKRIPSI TERSELESAIKAN DENGAN BAIK SERTA MELALUI PERJUANGAN YANG PENUH UJIAN UNTUK MERAH GELAR S-1. INI MERUPAKAN SUATU AWAL UNTUK MELANJUTKAN CITA-CITA YANG SELAMA INI AKU NANTIKAN DAN TERUTAMA ADALAH HARAPAN DARI ORANGTUA SERTA KAKAKKU YANG SANGAT AK SA'YANGAI DAN KUHORMATI YANG SELALU MENDUKUNG BAIK MORIL MAUPUN MATERIIL.

Serta my friends terutama untuk "mabes geoteknik ITN-Malang" yang selalu meluangkan waktu untuk selalu berdiskusi tentang skripsi ini.

Special Rutam Nuwus Sanget kulo Aturkan Dhumateng . . .

@. Sam q "Hari Setyawan" sing sltu m'beri motivasi & menckupi kebtuhan di rumah dan untuk kuliah ku selama 5 tahun ini. smpyan pko'e pling sebppp sam.. untuk mbak q "Indah Kurniawati" sing sltu m'beri motivasi jg dan sltu memirkkan jg untk kbtuhan rumah smpyan mbk ku pling joss dh . .

@ "ICho" Pelajaran bersyukur dan selalu semangat atas pemberian ujian dan rezeki yang diberikan oleh Allah SWT. Untuk bisa berdiri saat ini menghirup dan menikmati hidup ini.

@. Nawak" nang nerut Permai Regency. dek onyis. dek boim. dek bogel. dek mamad. dek karwo. dek bandhot. hebak kncku pling ajorrr...hahaha

@. Swat jg "Pakdhe Suh. Pak Zaenal. Om ku (mbink gdang)" yg prnah berjsa untuk penyelmtkn & m'mtivasi jg untuk survive di ITN_Malang ini ..

@. Nawak" SMP. arek psikologi ik rizki. arek karang gatak kasiyanto. nuwus plajran soziale.

@. Nawak" civil Engineering 07'... terutama nawak ngalam. masio ayo d lgal kuliah dwe Alhamdulillah pelajaran socialisme "politik" diam mencari svatu tjuan bwa t'cpai kawan. widayat. song. awan. ndang luluz nawak.. irin karo jennggote. hahaha ... kading. ryan. edo. fian. k'cong, dj.ruli & ratih. cici'. nata.

kading. febri. karo sing drung luluz ndang cpet luluz kawan. biar gag kena penalty..hwewee

@. Teman" perjuangan bwat shroon. ojan. anto. wawang. novan. udin. hafgan. deki. bangkit. sely. rohman. fuad. david. rama yang lain yg udah lulus..ayo qt banggkan Alumnai ITN dengan prestasi.

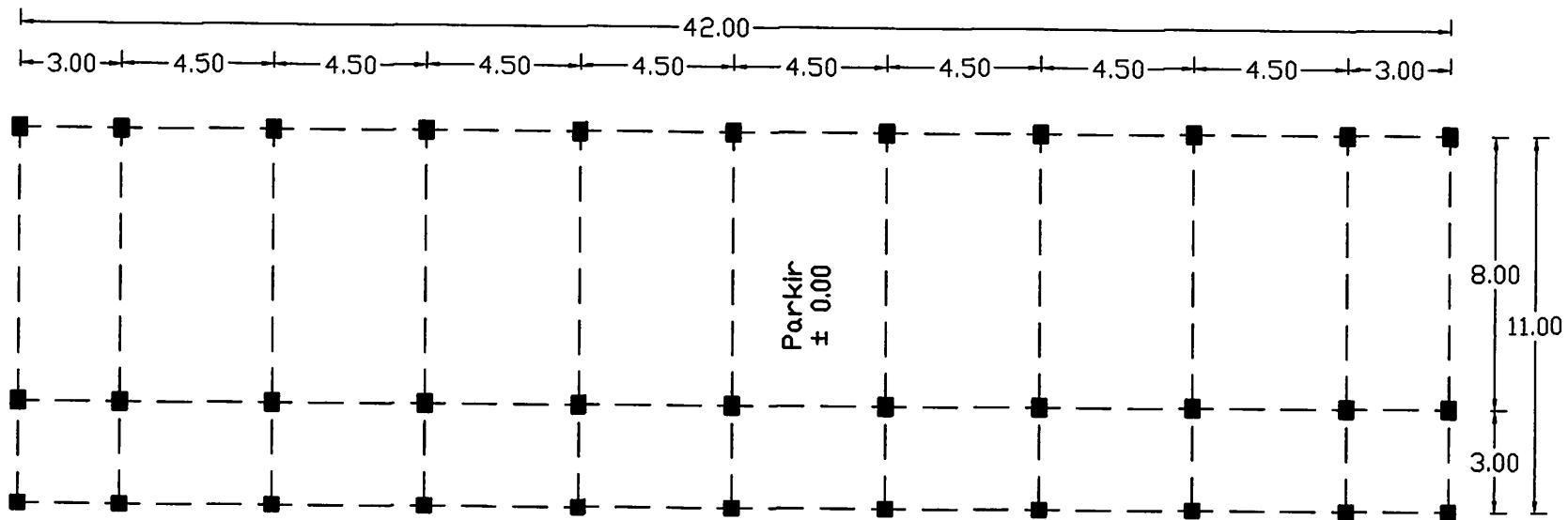
@. Kawan" dari alumni "Peraes Privat". biar mahal tpi ilmu jauh lebih mahal.. kesimpulannya qt dpai ilmu lbih banyak dari sana. sam doyok. sam kadir. sam yoyak. sam orong".sam robi..nuwus sam.



@. Swat Nikita Khairy "Titik" ... mangatnya sltu q tguin. mklih diakuu ... <3

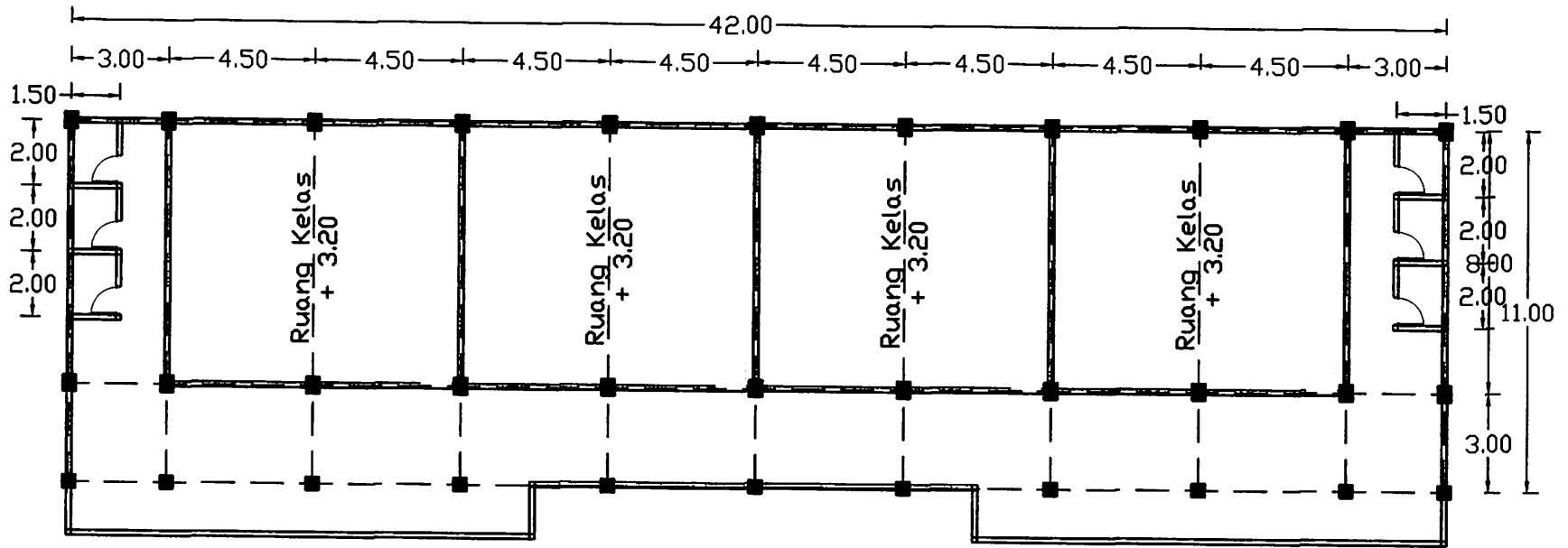
@. Niroo.. mklih doanya.can jg mkvaih y..@. Serta tmen" geje..Dono (Dani). thobil. takhul.kaco nang gang sma2. ibu'gang jg tempat mengopi dan mencurahkan keluh kesah di skripsi ini.hehe



@. Semua teman" q yg blum q sbutin ojo mrah yow. thank's U All of U..See You ..

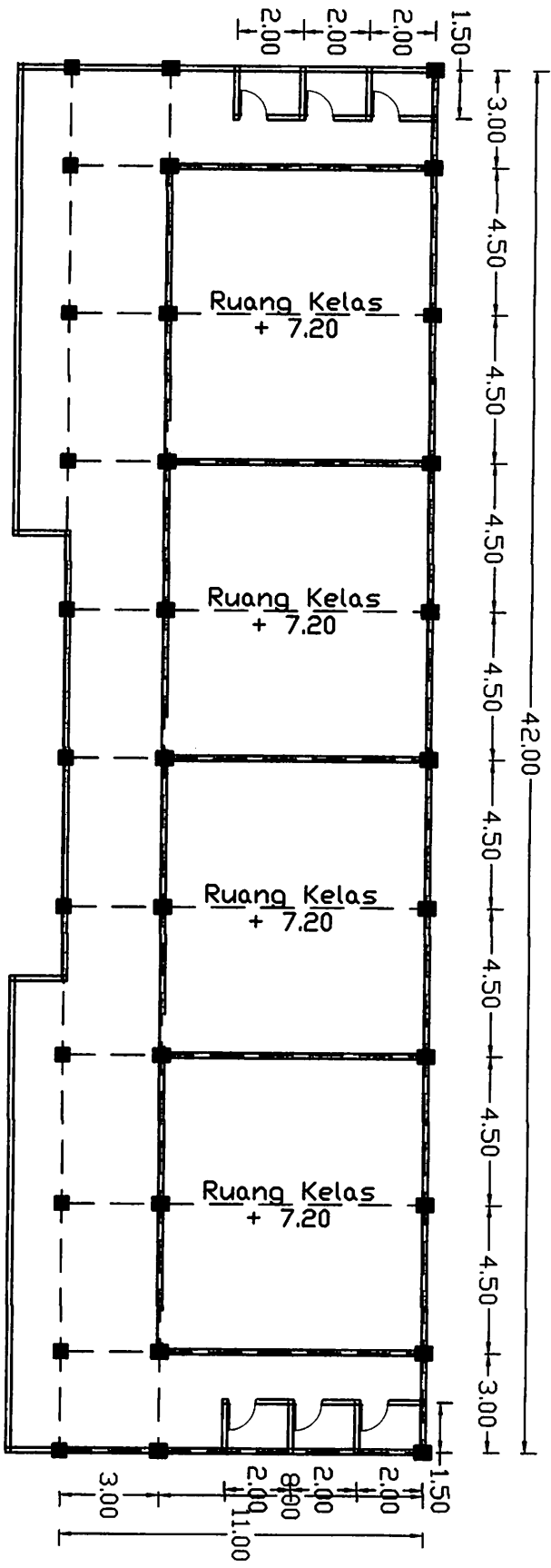
L
A
M
P
I
R
A
N



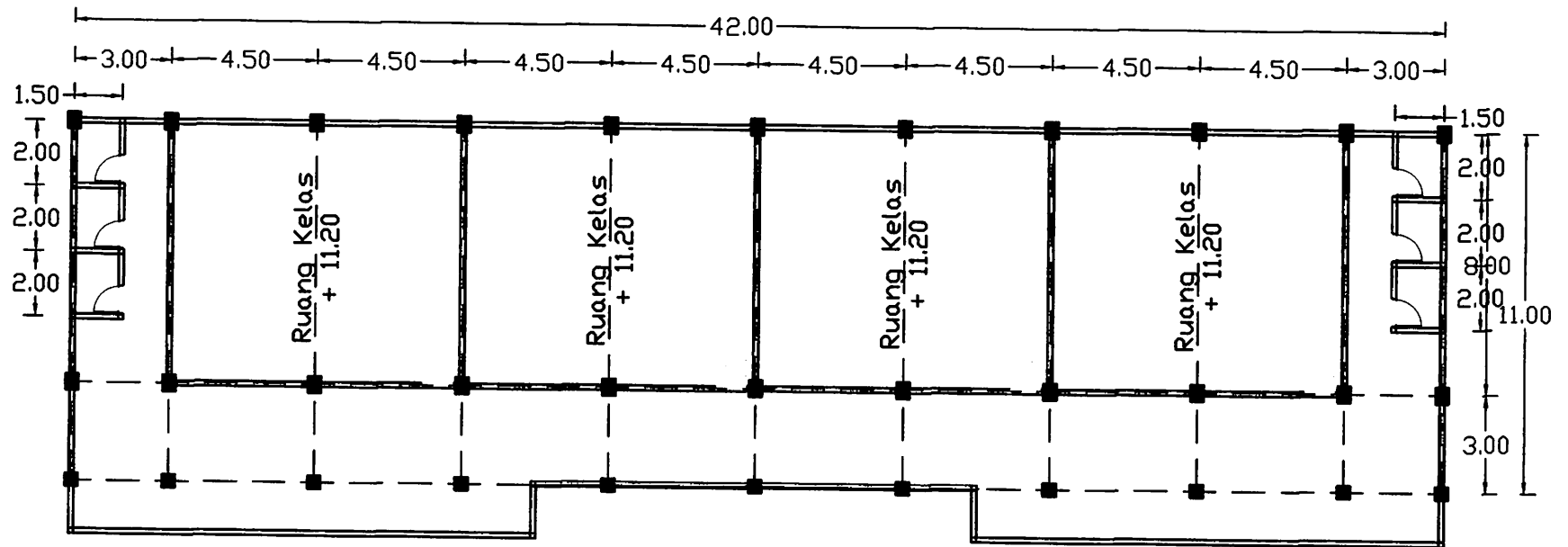
Denah Lantai 1 
 Skala 1 : 200 





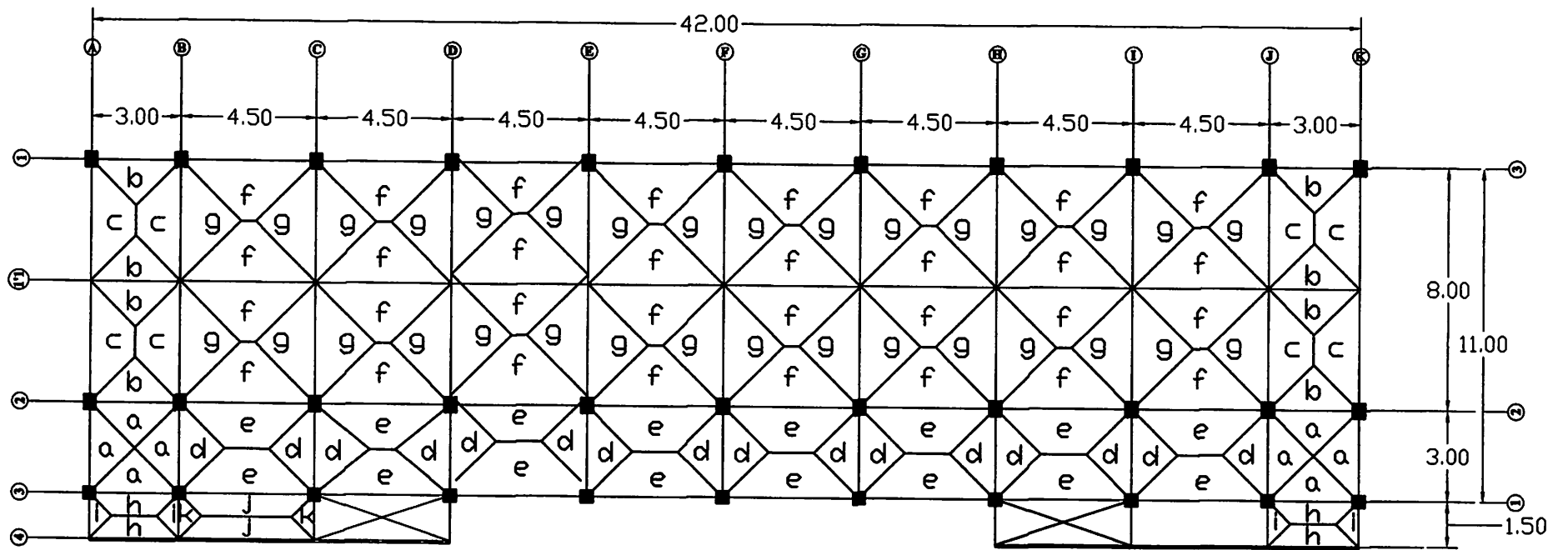
Denah Lantai 2 
 Skala 1 : 200 



Denah Lantai 3
Skala 1 : 200



Denah Lantai 4 
 Skala 1 : 200 



GAMBAR PERATAAN BEBAN 
Skala 1 : 200 

+18,375

+15,2

+11,2

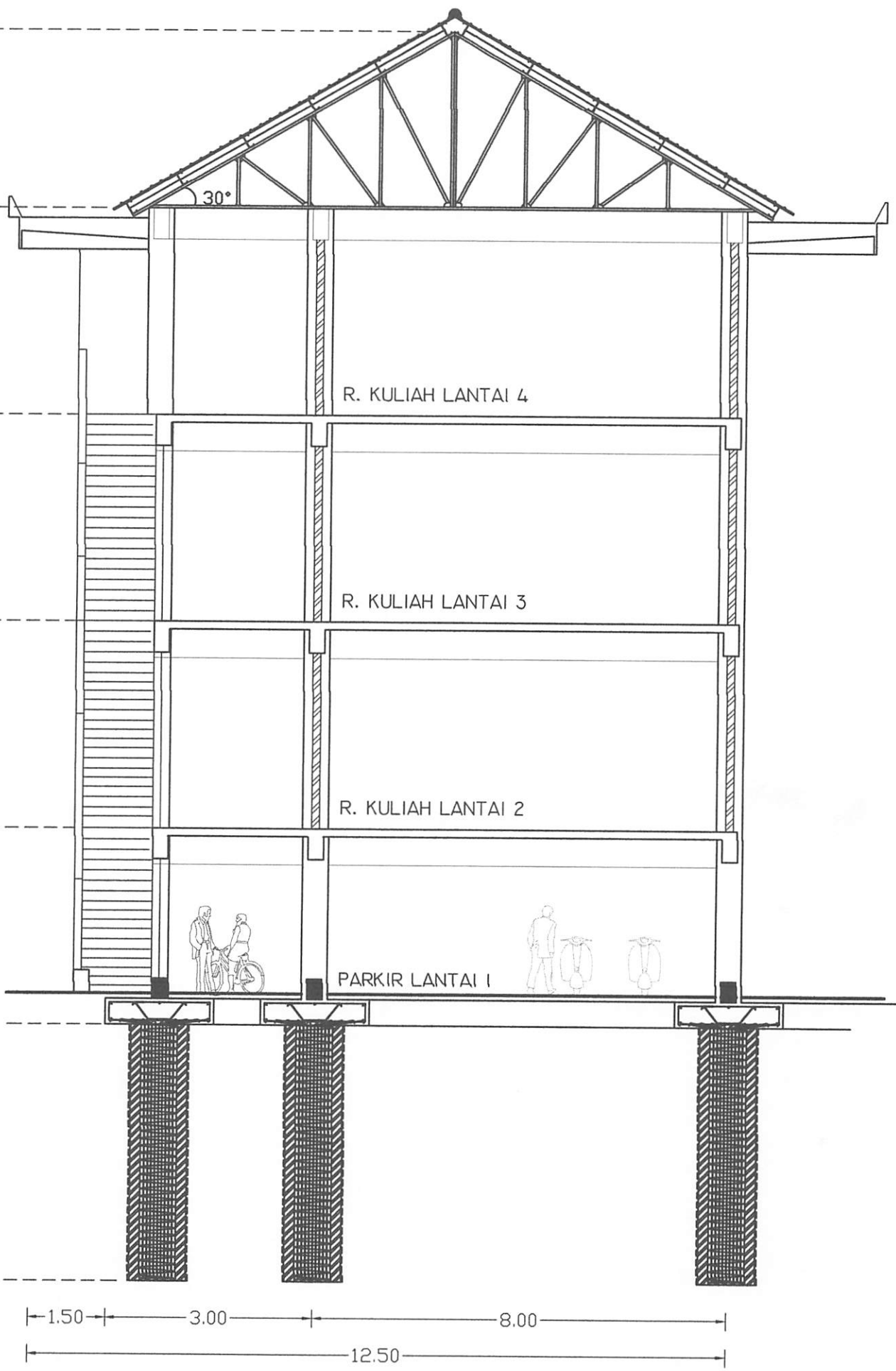
+7,2

+3,2

±0,0

0,5

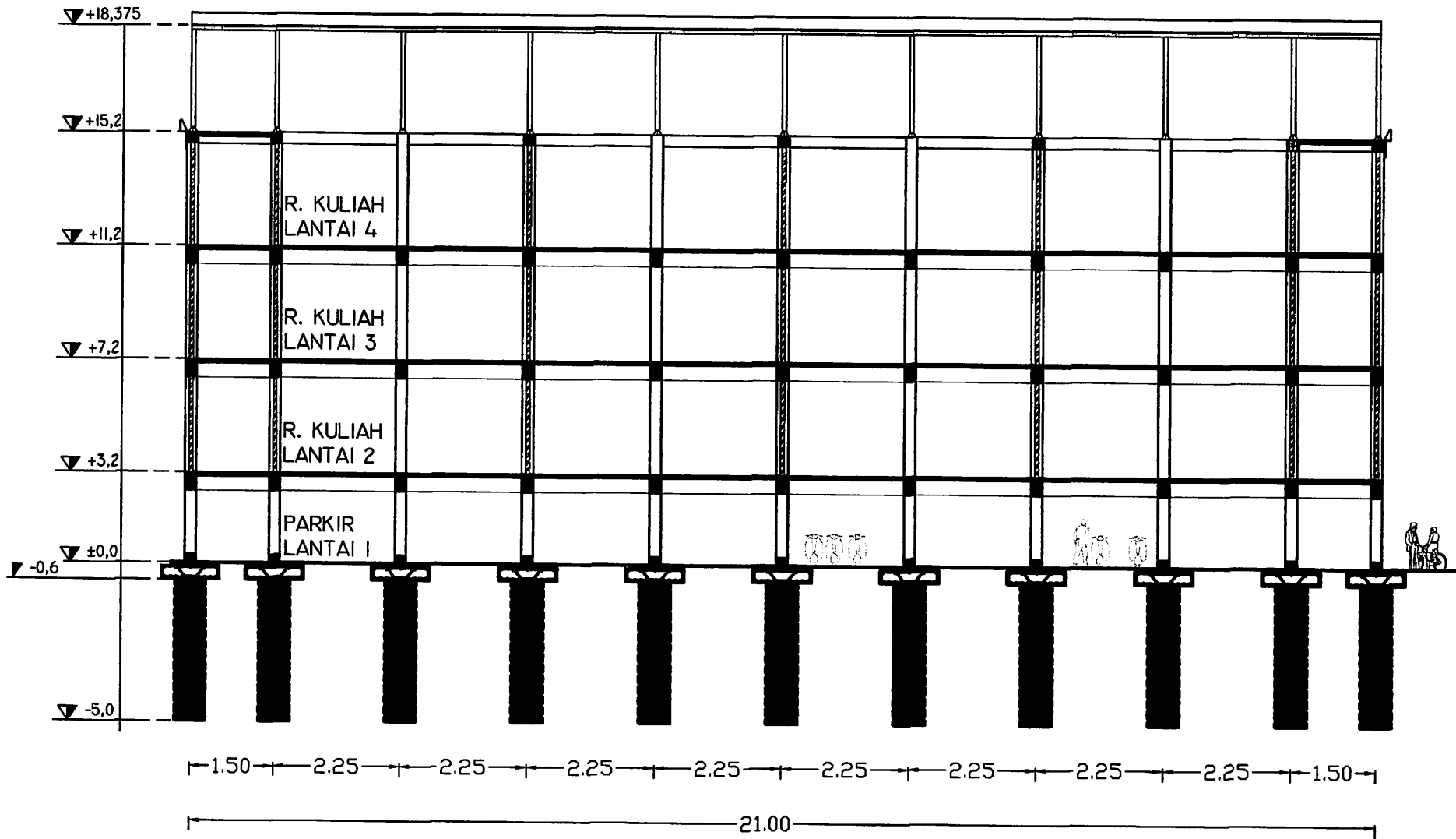
-5,0



POTONGAN MELINTANG

Skala 1 : 100





POTONGAN MEMANJANG 
Skala 1 : 200 



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

PROYEK
 NO.TITIK:
 TANGGAL

: Gedung Kuliah Kampus 2 UMM
 : SD - 2
 : 05-12-2010

DIKERJAKAN : ZAINUDIN
 DIHITUNG : AFS

PENYONDIRAN
PB – 0101 – 76

Kedalaman MT (m)	Perlawanan Penetrasi Konus (PK) (kg/cm ²)	Jumlah Perlawanan (JP)	Hambatan Lekat HL=JP – PK (kg/cm ²)	HL x $\frac{20}{10}$ (kg/cm ²)	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (kg/cm ²)	Hambatan Setempat HS=HL/20 (kg/cm ²)	Friction Ratio (fr) (%)
0.00	0	0	0	0	0	0	0
0.20	50	60	10	20	20	0.5	2.00
0.40	65	75	10	20	20	0.5	0.15
0.60	70	80	10	20	40	0.5	0.14
0.80	45	50	5	10	50	0.25	0.11
1.00	10	25	15	30	80	0.75	1.50
1.20	24	30	6	12	92	0.3	0.25
1.40	18	40	22	44	136	1.1	1.22
1.60	32	38	6	12	148	0.3	0.19
1.80	40	52	12	24	172	0.6	0.30
2.00	50	60	10	20	192	0.5	0.20
2.20	45	70	25	50	242	1.25	0.56
2.40	60	75	15	30	272	0.75	0.25
2.60	65	85	20	40	312	1	0.31
2.80	65	80	15	30	342	0.75	0.23
3.00	60	80	20	40	382	1	0.33
3.20	50	75	25	50	432	1.25	0.50
3.40	50	70	20	40	472	1	0.40
3.60	40	55	15	30	502	0.75	0.38
3.80	45	53	8	16	518	0.4	0.18
4.00	30	40	10	20	538	0.5	0.33
4.20	20	30	10	20	558	0.5	0.50
4.40	20	25	5	10	568	0.25	0.25
4.60	17	27	10	20	588	0.5	0.59
4.80	20	25	5	10	598	0.25	0.25
5.00	25	30	5	10	608	0.25	0.20
5.20	35	40	5	10	618	0.25	0.14
5.40	45	60	15	30	648	0.75	0.33
5.60	65	80	15	30	678	0.75	0.23
5.80	100	105	5	10	688	0.25	0.05
6.00	250	250	0	0	688	0	
6.20							

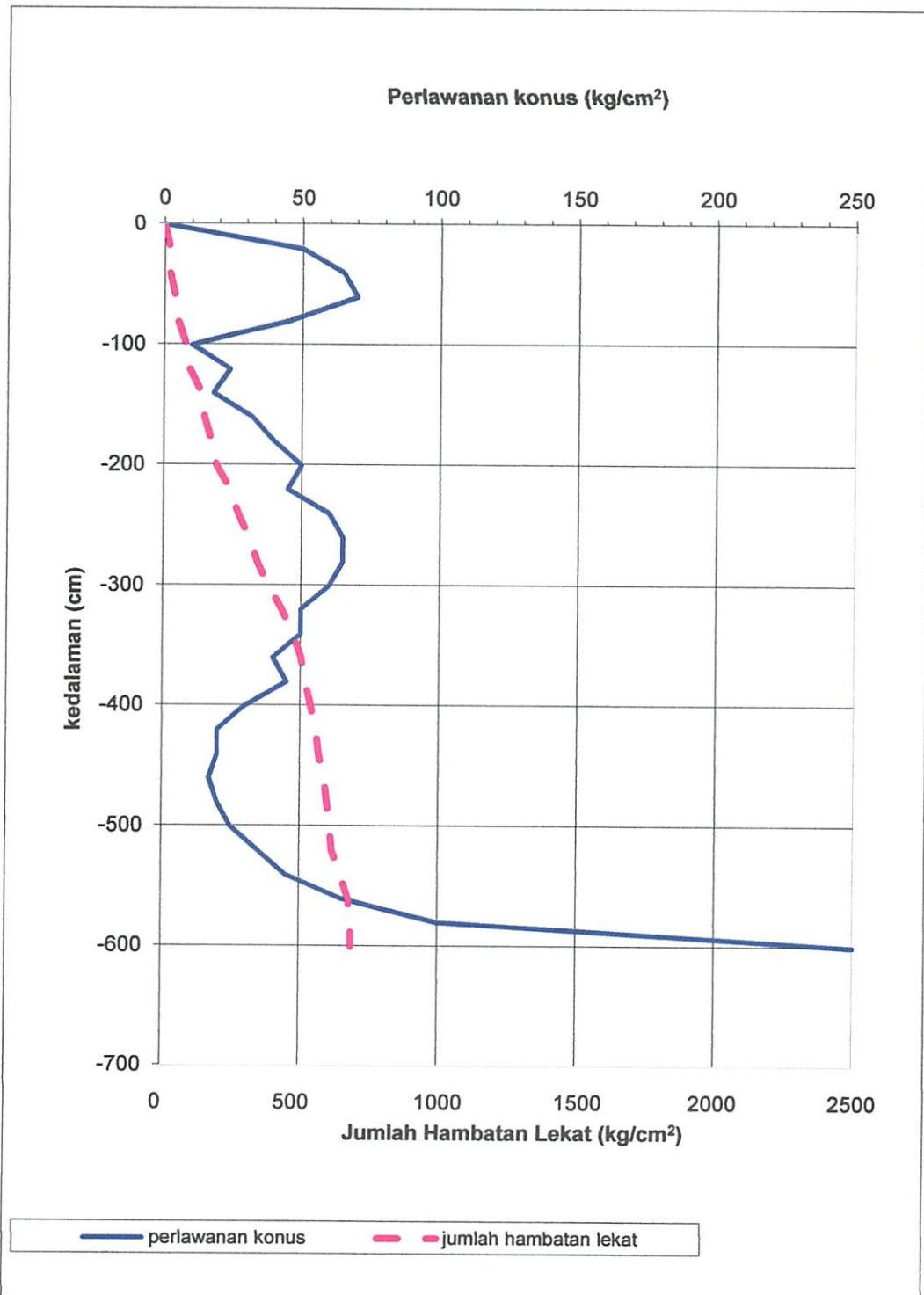
MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG



UNIVERSITAS MUHAMMADIYA MALANG
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

PROYEK : Gedung Kuliah Kampus 2 UMM
NO.TITIK : SD - 2
TANGGAL : 05-12-2010

DIKERJAKAN : ZAINUDIN
DIHITUNG : AFS



**Perhitungan Stad Pro Untuk
Struktur Portal Beton Yang
Bertujuan Mencari Nilai f_y Pada
Titik Tumpu**

SPACE REVISI

JOB INFORMATION

REVISION DATE 23-Jul-12

JOB INFORMATION

WIDTH 79

WEIGHT KG

COORDINATES

15.7 0; 135 0 15.7 11; 163 0 18.8754 5.5; 164 0 15.7 5.5;
 18.0644 6.875; 166 0 15.6993 6.875; 167 0 17.2718 8.25; 168 0 15.7 8.25;
 16.4738 9.625; 170 0 15.7 9.625; 171 0 15.7 4.125; 172 0 18.0644 4.125;
 17.2718 2.75; 174 0 15.7 2.75; 175 0 16.4738 1.375; 176 0 15.7 1.375;
 15.6999 8;

INCIDENCES

13 176; 144 135 163; 145 163 133; 146 164 166; 147 163 164; 148 165 166;
 14 165; 150 167 168; 151 166 371; 152 166 167; 153 169 170; 154 168 170;
 15 135; 156 168 169; 157 171 164; 158 174 171; 159 176 174; 160 172 171;
 16 172; 162 173 174; 163 171 173; 164 175 176; 165 174 175; 625 371 168;

MATERIAL START

TYPE STEEL

042e+010

MIN 0.3

MEAN Y 7833.41

1.2e-005

0.03

FINE MATERIAL

MEMBERS

MEMBER 143 TO 165 625

PROPERTY JAPANESE

146 151 154 155 157 TO 159 625 TABLE ST L70X70X6

150 152 153 156 160 TO 165 TABLE LD L60X60X5 SP 0.006

LOADS

MEMBER 5 371 PINNED

BEBAN MATI KUDA KUDA

LOAD

MEMBER 5 FY -130.745

MEMBER 5 163 165 167 169 172 173 175 FY -220.09

BEBAN HIDUP KUDA-KUDA

LOAD

MEMBER 5 FY -200

MEMBER 5 167 169 172 173 175 FY -100

BEBAN ANGIN TEKAN

LOAD

MEMBER N Y -57.168 0.01

MEMBER N Y -57.168 1.588

MEMBER N Y -57.168 3.176

MEMBER N Y -57.168 4.764

MEMBER N Y -28.584 6.352

MEMBER N Y 57.168 1.588

MEMBER N Y 57.168 3.176

MEMBER N Y 57.168 4.764

MEMBER N Y 57.168 6.352

MEMBER N Y 28.584 0.01

BEBAN ANGIN HISAP

LOAD

MEMBER N Y 114.336 0.01

MEMBER N Y 114.336 1.588

MEMBER N Y 114.336 3.176

MEMBER N Y 114.336 4.764

MEMBER N Y 57.168 6.352

MEMBER N Y -114.336 1.588

MEMBER N Y -114.336 3.176

MEMBER N Y -114.336 4.764

MEMBER N Y -114.336 6.352

MEMBER N Y -57.168 0.01

MEMBER 5 KOMBINASI 1 MATI KUDA-KUDA

MEMBER 6 KOMBINASI 2 MATI + HIDUP KUDA-KUDA

1.6

MEMBER 7 KOMBINASI 3 MATI + HIDUP + ANGIN TEKAN KUDA-KUDA

1.6 3 0.8

MEMBER 8 KOMBINASI 4 MATI + HIDUP + ANGIN HISAP KUDA-KUDA

1.6 4 0.8

MEMBER 9 KOMBINASI 5 MATI + HIDUP + ANGIN TEKAN KUDA-KUDA

1.4 3 0.8

MEMBER 10 KOMBINASI 6 MATI + HIDUP + ANGIN HISAP KUDA-KUDA

1.4 4 0.8

ANALYSIS

1 KG

MEMBER

MEMBER

MEMBER 143 TO 165 625

MEMBER 143 TO 165 625

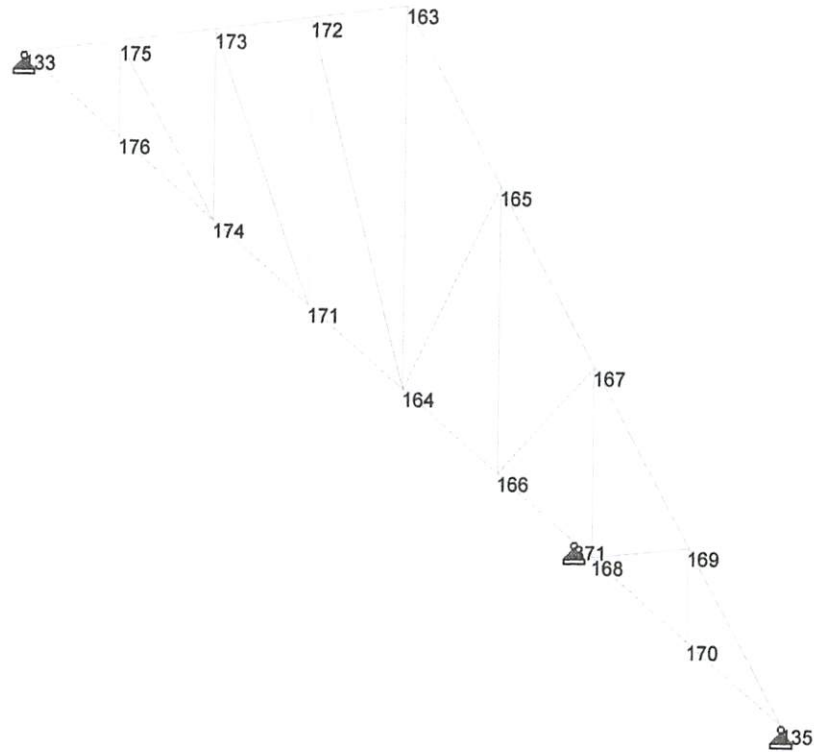


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No	Rev
	1	
Part		
Ref		
By	Date	Chd
	23-Jul-12	
File	Date/Time	
skripsi_rangka.std	23-Jul-2012 17:56	

Job Title

Client



Load 1

Node Point

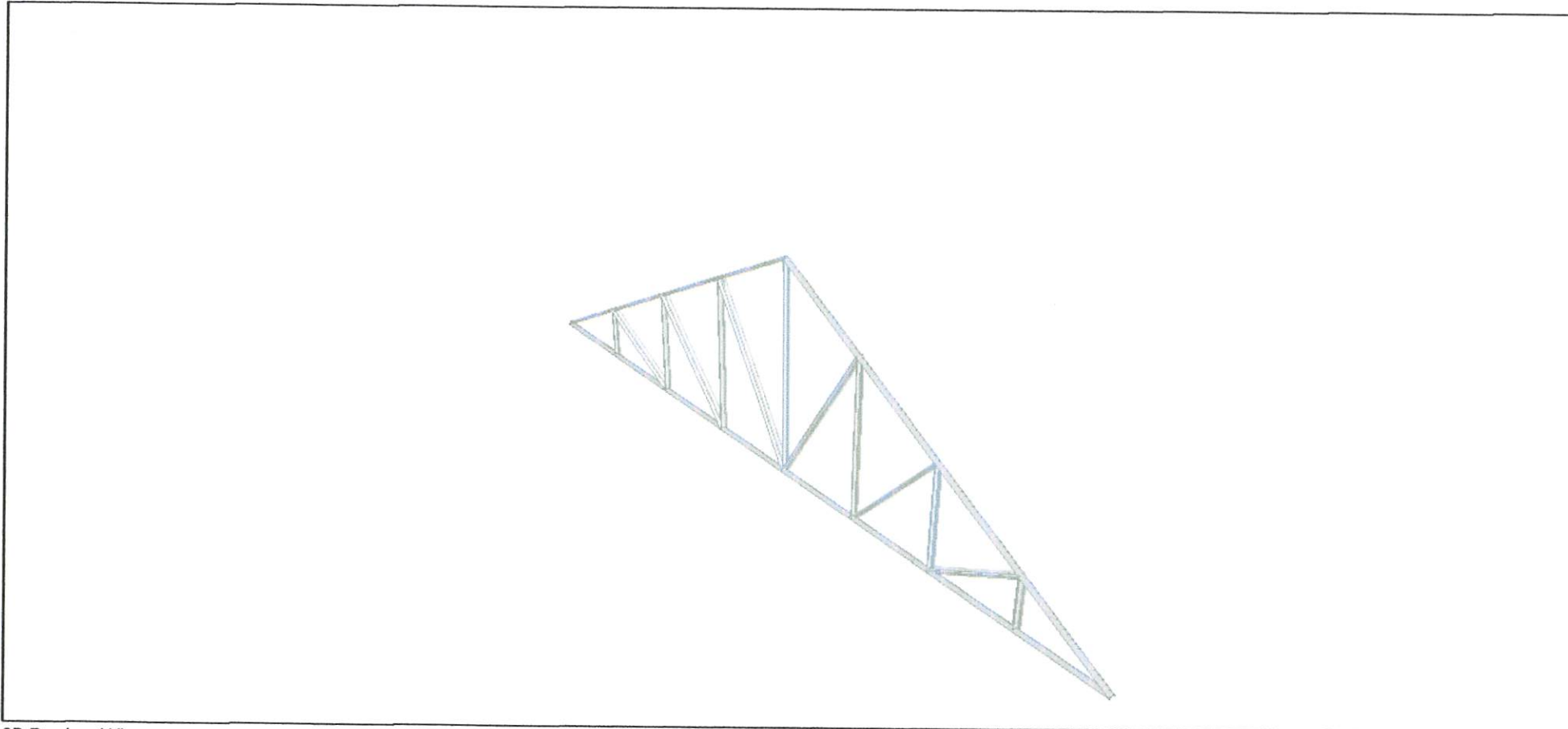


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 23-Jul-12	Chd
File skripsi_rangka.std	Date/Time 23-Jul-2012 17:56	

Job Title

Client



3D Rendered View



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rangka.std

Date/Time 23-Jul-2012 17:56

Reactions

Node	L/C	Horizontal			Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
133	1:BEAN MAT	0.000	997.392	783.653	0.000	0.000	0.000
	2:BEAN HIDL	0.000	493.769	356.060	0.000	0.000	0.000
	3:BEAN ANG	0.000	75.307	-61.050	0.000	0.000	0.000
	4:BEAN ANG	0.000	-150.613	122.100	0.000	0.000	0.000
	5:KOMBINASI	0.000	1.4E 3	1.1E 3	0.000	0.000	0.000
	6:KOMBINASI	0.000	2.19E 3	1.67E 3	0.000	0.000	0.000
	7:KOMBINASI	0.000	2.25E 3	1.62E 3	0.000	0.000	0.000
	8:KOMBINASI	0.000	2.07E 3	1.76E 3	0.000	0.000	0.000
	9:KOMBINASI	0.000	2.15E 3	1.55E 3	0.000	0.000	0.000
	10:KOMBINAS	0.000	1.97E 3	1.69E 3	0.000	0.000	0.000
135	1:BEAN MAT	0.000	791.132	-648.972	0.000	0.000	0.000
	2:BEAN HIDL	0.000	400.053	-294.867	0.000	0.000	0.000
	3:BEAN ANG	0.000	-11.066	-120.641	0.000	0.000	0.000
	4:BEAN ANG	0.000	22.132	241.283	0.000	0.000	0.000
	5:KOMBINASI	0.000	1.11E 3	-908.560	0.000	0.000	0.000
	6:KOMBINASI	0.000	1.75E 3	-1.38E 3	0.000	0.000	0.000
	7:KOMBINASI	0.000	1.74E 3	-1.48E 3	0.000	0.000	0.000
	8:KOMBINASI	0.000	1.77E 3	-1.19E 3	0.000	0.000	0.000
	9:KOMBINASI	0.000	1.66E 3	-1.42E 3	0.000	0.000	0.000
	10:KOMBINAS	0.000	1.69E 3	-1.13E 3	0.000	0.000	0.000
371	1:BEAN MAT	0.000	453.777	-134.681	0.000	0.000	0.000
	2:BEAN HIDL	0.000	206.178	-61.194	0.000	0.000	0.000
	3:BEAN ANG	0.000	-64.241	-75.563	0.000	0.000	0.000
	4:BEAN ANG	0.000	128.482	151.126	0.000	0.000	0.000
	5:KOMBINASI	0.000	635.288	-188.554	0.000	0.000	0.000
	6:KOMBINASI	0.000	965.172	-286.464	0.000	0.000	0.000
	7:KOMBINASI	0.000	913.779	-346.914	0.000	0.000	0.000
	8:KOMBINASI	0.000	1.07E 3	-165.563	0.000	0.000	0.000
	9:KOMBINASI	0.000	872.544	-334.676	0.000	0.000	0.000
	10:KOMBINAS	0.000	1.03E 3	-153.324	0.000	0.000	0.000

**Perhitungan Stad Pro Untuk
Atap Baja Yang Bertujuan
Mencari Nilai f_y Pada Titik
Tumpu & Tidak Ada Momen
Pada Setiap Batang**

SPACE SKRIPSI

JOB INFORMATION

ER DATE 23-Jul-12

B INFORMATION

WIDTH 79

ETER KG

COORDINATES

8; 2 0 0 11; 3 3 0 8; 4 3 0 11; 5 7.5 0 8; 6 7.5 0 11; 7 12 0 8;
 11; 9 16.5 0 8; 10 16.5 0 11; 11 21 0 8; 12 21 0 11; 13 25.5 0 8;
 5 0 11; 15 30 0 8; 16 30 0 11; 17 34.5 0 8; 18 34.5 0 11; 19 39 0 8;
 0 11; 21 42 0 8; 22 42 0 11; 23 0 3.7 0; 24 3 3.7 0; 25 12 3.7 0;
 .7 8; 27 0 3.7 11; 28 7.5 3.7 0; 29 16.5 3.7 0; 30 21 3.7 0;
 5 3.7 0; 32 30 3.7 0; 33 34.5 3.7 0; 34 39 3.7 0; 35 42 3.7 0;
 .7 8; 37 3 3.7 11; 38 7.5 3.7 8; 39 7.5 3.7 11; 40 12 3.7 8;
 3.7 11; 42 16.5 3.7 8; 43 16.5 3.7 11; 44 21 3.7 8; 45 21 3.7 11;
 5 3.7 8; 47 25.5 3.7 11; 48 30 3.7 8; 49 30 3.7 11; 50 34.5 3.7 8;
 5 3.7 11; 52 39 3.7 8; 53 39 3.7 11; 54 42 3.7 8; 55 42 3.7 11;
 .7 0; 57 3 7.7 0; 58 12 7.7 0; 59 0 7.7 8; 60 0 7.7 11; 61 7.5 7.7 0;
 5 7.7 0; 63 21 7.7 0; 64 25.5 7.7 0; 65 30 7.7 0; 66 34.5 7.7 0;
 7.7 0; 68 42 7.7 0; 69 3 7.7 8; 70 3 7.7 11; 71 7.5 7.7 8; 72 7.5 7.7 11;
 7.7 8; 74 12 7.7 11; 75 16.5 7.7 8; 76 16.5 7.7 11; 77 21 7.7 8;
 7.7 11; 79 25.5 7.7 8; 80 25.5 7.7 11; 81 30 7.7 8; 82 30 7.7 11;
 5 7.7 8; 84 34.5 7.7 11; 85 39 7.7 8; 86 39 7.7 11; 87 42 7.7 8;
 7.7 11; 89 0 11.7 0; 90 3 11.7 0; 91 12 11.7 0; 92 0 11.7 4; 93 0 11.7 8;
 1.7 11; 95 7.5 11.7 0; 96 16.5 11.7 0; 97 21 11.7 0; 98 25.5 11.7 0;
 11.7 0; 100 34.5 11.7 0; 101 39 11.7 0; 102 42 11.7 0; 103 3 11.7 4;
 11.7 8; 105 3 11.7 11; 106 7.5 11.7 4; 107 7.5 11.7 8; 108 7.5 11.7 11;
 11.7 4; 110 12 11.7 8; 111 12 11.7 11; 112 16.5 11.7 4; 113 16.5 11.7 8;
 5 11.7 11; 115 21 11.7 4; 116 21 11.7 8; 117 21 11.7 11;
 5 11.7 4; 119 25.5 11.7 8; 120 25.5 11.7 11; 121 30 11.7 4;
 11.7 8; 123 30 11.7 11; 124 34.5 11.7 4; 125 34.5 11.7 8;
 5 11.7 11; 127 39 11.7 4; 128 39 11.7 8; 129 39 11.7 11; 130 42 11.7 4;
 11.7 8; 132 42 11.7 11; 133 0 15.7 0; 134 0 15.7 8; 135 0 15.7 11;
 15.7 0; 137 3 15.7 8; 138 3 15.7 11; 139 7.5 15.7 8; 140 7.5 15.7 11;
 15.7 8; 142 12 15.7 11; 143 16.5 15.7 8; 144 16.5 15.7 11;
 15.7 8; 146 21 15.7 11; 147 25.5 15.7 8; 148 25.5 15.7 11;
 15.7 8; 150 30 15.7 11; 151 34.5 15.7 8; 152 34.5 15.7 11;
 15.7 8; 154 39 15.7 11; 155 42 15.7 8; 156 42 15.7 11; 157 0 11.7 12.5;
 1.7 12.5; 159 7.5 11.7 12.5; 160 42 11.7 12.5; 161 39 11.7 12.5;
 5 11.7 12.5; 163 0 0 0; 164 3 0 0; 165 7.5 0 0; 166 12 0 0;
 5 0 0; 168 21 0 0; 169 25.5 0 0; 170 30 0 0; 171 34.5 0 0; 172 39 0 0;
 0 0; 174 3 15.7 0; 175 7.5 15.7 0; 176 12 15.7 0; 177 16.5 15.7 0;
 15.7 0; 179 25.5 15.7 0; 180 30 15.7 0; 181 34.5 15.7 0; 182 39 15.7 0;
 .7 4; 184 3 7.7 4; 185 7.5 7.7 4; 186 12 7.7 4; 187 16.5 7.7 4;
 7.7 4; 189 25.5 7.7 4; 190 30 7.7 4; 191 34.5 7.7 4; 192 39 7.7 4;
 7.7 4; 194 0 7.7 12.5; 195 3 7.7 12.5; 196 7.5 7.7 12.5;
 7.7 12.5; 198 39 7.7 12.5; 199 34.5 7.7 12.5; 200 0 3.7 4; 201 3 3.7 4;
 3.7 4; 203 12 3.7 4; 204 16.5 3.7 4; 205 21 3.7 4; 206 25.5 3.7 4;
 3.7 4; 208 34.5 3.7 4; 209 39 3.7 4; 210 42 3.7 4; 211 0 3.7 12.5;
 .7 12.5; 213 7.5 3.7 12.5; 214 42 3.7 12.5; 215 39 3.7 12.5;
 5 3.7 12.5;

INCIDENCES

2 2 27; 3 3 36; 4 4 37; 5 5 38; 6 6 39; 7 7 40; 8 8 41; 9 9 42;
 3; 11 11 44; 12 12 45; 13 13 46; 14 14 47; 15 15 48; 16 16 49; 17 17 50;
 1; 19 19 52; 20 20 53; 21 21 54; 22 22 55; 23 26 59; 24 27 60; 25 35 68;
 9; 27 37 70; 28 38 71; 29 39 72; 30 40 73; 31 41 74; 32 42 75; 33 43 76;
 7; 35 45 78; 36 46 79; 37 47 80; 38 48 81; 39 49 82; 40 50 83; 41 51 84;
 5; 43 53 86; 44 54 87; 45 55 88; 46 59 93; 47 60 94; 48 68 102;
 04; 50 70 105; 51 71 107; 52 72 108; 53 73 110; 54 74 111; 55 75 113;
 14; 57 77 116; 58 78 117; 59 79 119; 60 80 120; 61 81 122; 62 82 123;
 25; 64 84 126; 65 85 128; 66 86 129; 67 87 131; 68 88 132; 69 89 92;
 3; 71 93 94; 72 90 103; 73 103 104; 74 104 105; 75 95 106; 76 106 107;
 108; 78 92 103; 79 103 106; 80 91 109; 81 109 110; 82 110 111;
 109; 84 96 112; 85 112 113; 86 113 114; 87 109 112; 88 97 115;
 116; 90 116 117; 91 112 115; 92 98 118; 93 118 119; 94 119 120;
 118; 96 99 121; 97 121 122; 98 122 123; 99 118 121; 100 100 124;
 125; 102 125 126; 103 121 124; 104 101 127; 105 127 128; 106 128 129;
 127; 108 102 130; 109 130 131; 110 131 132; 111 127 130; 112 93 134;
 135; 114 102 136; 115 104 137; 116 105 138; 117 107 139; 118 108 140;
 141; 120 111 142; 121 113 143; 122 114 144; 123 116 145; 124 117 146;
 147; 126 120 148; 127 122 149; 128 123 150; 129 125 151; 130 126 152;
 153; 132 129 154; 133 131 155; 134 132 156; 135 133 136; 136 135 156;
 57; 138 105 158; 139 108 159; 140 132 160; 141 129 161; 142 126 162;
 23; 144 164 24; 145 165 28; 146 166 25; 147 167 29; 148 168 30;
 31; 150 170 32; 151 171 33; 152 172 34; 153 173 35; 154 23 56;
 7; 156 28 61; 157 25 58; 158 29 62; 159 30 63; 160 31 64; 161 32 65;
 6; 163 34 67; 164 56 89; 165 57 90; 166 61 95; 167 58 91; 168 62 96;
 7; 170 64 98; 171 65 99; 172 66 100; 173 67 101; 174 89 133;
 74; 176 95 175; 177 91 176; 178 96 177; 179 97 178; 180 98 179;
 80; 182 100 181; 183 101 182; 184 89 90; 185 90 95; 186 95 91;
 6; 188 96 97; 189 97 98; 190 98 99; 191 99 100; 192 100 101;
 102; 194 93 104; 195 104 107; 196 107 110; 197 110 113; 198 113 116;

16 119; 200 119 122; 201 122 125; 202 125 128; 203 128 131; 204 94 105;
05 108; 206 108 111; 207 111 114; 208 114 117; 209 117 120; 210 120 123;
23 126; 212 126 129; 213 129 132; 214 56 183; 215 183 59; 216 59 60;
7 184; 218 184 69; 219 69 70; 220 61 185; 221 185 71; 222 71 72;
83 184; 224 184 185; 225 58 186; 226 186 73; 227 73 74; 228 185 186;
2 187; 230 187 75; 231 75 76; 232 186 187; 233 63 188; 234 188 77;
7 78; 236 187 188; 237 64 189; 238 189 79; 239 79 80; 240 188 189;
5 190; 242 190 81; 243 81 82; 244 189 190; 245 66 191; 246 191 83;
3 84; 248 190 191; 249 67 192; 250 192 85; 251 85 86; 252 191 192;
8 193; 254 193 87; 255 87 88; 256 192 193; 257 60 194; 258 70 195;
2 196; 260 88 197; 261 86 198; 262 84 199; 263 56 57; 264 57 61;
1 58; 266 58 62; 267 62 63; 268 63 64; 269 64 65; 270 65 66; 271 66 67;
7 68; 273 59 69; 274 69 71; 275 71 73; 276 73 75; 277 75 77; 278 77 79;
9 81; 280 81 83; 281 83 85; 282 85 87; 283 60 70; 284 70 72; 285 72 74;
4 76; 287 76 78; 288 78 80; 289 80 82; 290 82 84; 291 84 86; 292 86 88;
3 200; 294 200 26; 295 26 27; 296 24 201; 297 201 36; 298 36 37;
8 202; 300 202 38; 301 38 39; 302 200 201; 303 201 202; 304 25 203;
03 40; 306 40 41; 307 202 203; 308 29 204; 309 204 42; 310 42 43;
03 204; 312 30 205; 313 205 44; 314 44 45; 315 204 205; 316 31 206;
06 46; 318 46 47; 319 205 206; 320 32 207; 321 207 48; 322 48 49;
06 207; 324 33 208; 325 208 50; 326 50 51; 327 207 208; 328 34 209;
09 52; 330 52 53; 331 208 209; 332 35 210; 333 210 54; 334 54 55;
09 210; 336 27 211; 337 37 212; 338 39 213; 339 55 214; 340 53 215;
1 216; 342 23 24; 343 24 28; 344 28 25; 345 25 29; 346 29 30; 347 30 31;
1 32; 349 32 33; 350 33 34; 351 34 35; 352 26 36; 353 36 38; 354 38 40;
0 42; 356 42 44; 357 44 46; 358 46 48; 359 48 50; 360 50 52; 361 52 54;
7 37; 363 37 39; 364 39 41; 365 41 43; 366 43 45; 367 45 47; 368 47 49;
9 51; 370 51 53; 371 53 55; 372 133 134; 373 134 135; 374 136 155;
55 156; 376 134 137; 377 137 139; 378 139 141; 379 141 143; 380 143 145;
45 147; 382 147 149; 383 149 151; 384 151 153; 385 153 155;

E MATERIAL START

OPIC CONCRETE
743e+009
ON 0.17
TY 2400
le-005
).05

EFINE MATERIAL

ANTS
IAL CONCRETE MEMB 1 TO 385
R PROPERTY AMERICAN
7 9 11 13 15 17 19 21 23 25 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 49 51 -
57 59 61 63 65 67 112 114 115 117 119 121 123 125 127 129 131 133 143 -
) 183 PRIS YD 0.4 ZD 0.6
8 10 12 14 16 18 20 22 24 27 29 31 33 35 37 39 41 43 45 47 50 52 54 -
60 62 64 66 68 113 116 118 120 122 124 126 128 130 132 -
RIS YD 0.4 ZD 0.4
86 PRIS YD 0.4 ZD 0.3
)3 263 272 342 351 PRIS YD 0.4 ZD 0.75 YB 0.18 ZB 0.3
) 192 264 TO 271 343 TO 350 PRIS YD 0.4 ZD 1.125 YB 0.18 ZB 0.3
. 223 256 302 335 PRIS YD 0.4 ZD 0.75 YB 0.08 ZB 0.2
)3 204 213 273 282 283 292 352 361 362 371 376 -
RIS YD 0.4 ZD 0.75 YB 0.18 ZB 0.3
87 91 95 99 103 107 224 228 232 236 240 244 248 252 303 307 311 315 -
)3 327 331 PRIS YD 0.4 ZD 1.125 YB 0.08 ZB 0.2
) 202 205 TO 212 274 TO 281 284 TO 291 353 TO 360 363 TO 370 377 TO 383 -
RIS YD 0.4 ZD 1.125 YB 0.18 ZB 0.3
108 109 214 215 253 254 293 294 332 -
RIS YD 0.65 ZD 0.67 YB 0.23 ZB 0.35
) 216 255 295 334 PRIS YD 0.4 ZD 0.75 YB 0.18 ZB 0.3
75 76 80 81 84 85 88 89 92 93 96 97 100 101 104 105 217 218 220 221 -
6 229 230 233 234 237 238 241 242 245 246 249 250 296 297 299 300 304 -
8 309 312 313 316 317 320 321 324 325 328 -
RIS YD 0.65 ZD 2 YB 0.23 ZB 0.35
82 86 90 94 98 102 106 219 222 227 231 235 239 243 247 251 298 301 306 -
4 318 322 326 330 PRIS YD 0.4 ZD 0.75 YB 0.18 ZB 0.3
142 257 TO 262 336 TO 341 PRIS YD 0.4 ZD 0.125 YB 0.18 ZB 0.3

M KG
PROPERTY AMERICAN
375 PRIS YD 40 ZD 30

ETER KG
TS
2 163 TO 173 FIXED
BEBAN MATI
LOAD

JANG
3 263 272 342 351 UNI Y -1476
192 264 TO 271 343 TO 350 UNI Y -1674
223 256 302 335 UNI Y -1812
87 91 95 99 103 107 224 228 232 236 240 244 248 252 303 307 311 315 -
3 327 331 UNI Y -2200
3 283 292 362 371 UNI Y -1737.76

212 284 TO 291 363 TO 370 UNI Y -1805.87

PANG

295 UNI Y -1653.5
 336 UNI Y -1278
 298 UNI Y -2049.5
 337 UNI Y -1476
 301 UNI Y -2049
 338 UNI Y -1476
 90 94 98 227 231 235 239 243 306 310 314 318 322 UNI Y -2049
 334 UNI Y -1653.5
 339 UNI Y -1278
 333 UNI Y -1740.12
 334 UNI Y -1653.5
 339 UNI Y -1278
 332 UNI Y -1740.12
 328 UNI Y -2268
 329 UNI Y -2268
 330 UNI Y -2049.5
 340 UNI Y -1476
 324 UNI Y -2312.74
 325 UNI Y -2312.74
 326 UNI Y -2049
 341 UNI Y -1476
 293 UNI Y -1740.12
 294 UNI Y -1740.12
 296 UNI Y -2268
 297 UNI Y -2268
 299 UNI Y -2312.74
 300 UNI Y -2312.74
 304 UNI Y -2312.74
 305 UNI Y -2312.74
 308 UNI Y -2312.74
 309 UNI Y -2312.74
 312 UNI Y -2312.74
 313 UNI Y -2312.74
 316 UNI Y -2312.74
 317 UNI Y -2312.74
 320 UNI Y -2312.74
 321 UNI Y -2312.74

DAD

dari Rangka Atap

5 FY -67574
 174 TO 182 FY -2246.62
 139 141 143 145 147 149 151 153 155 FY -1747.67
 140 142 144 146 148 150 152 154 156 FY -1067.96

BEBAN HIDUP

LOAD

LANG

263 272 342 351 UNI Y -250
 189 191 264 266 268 270 343 345 347 349 UNI Y -375
 190 192 265 267 269 271 344 346 348 350 UNI Y -375
 23 256 302 335 UNI Y -500
 103 224 232 240 248 303 311 319 327 UNI Y -750
 107 228 236 244 252 307 315 323 331 UNI Y -750
 273 282 352 361 376 385 UNI Y -500
 199 201 274 276 278 280 353 355 357 359 377 379 381 383 UNI Y -652.75
 200 202 275 277 279 281 354 356 358 360 378 380 382 384 UNI Y -652.75
 283 292 362 371 UNI Y -415.25
 209 211 284 286 288 290 363 365 367 369 UNI Y -458.52
 210 212 285 287 289 291 364 366 368 370 UNI Y -458.52

NG

93 UNI Y -1740.25
 94 UNI Y -1740.25
 95 UNI Y -1653.5
 336 UNI Y -1278
 17 249 296 328 UNI Y -2267.98
 18 250 297 329 UNI Y -2267.98
 19 251 298 330 UNI Y -2049.5
 258 261 337 340 UNI Y -1476
 332 UNI Y -1740.12
 333 UNI Y -1740.12
 334 UNI Y -1653.5
 339 UNI Y -1278
 20 245 299 324 UNI Y -2312.74
 21 246 300 325 UNI Y -2049
 22 247 301 326 UNI Y -2049
 259 262 338 341 UNI Y -1476
 92 96 225 229 233 237 241 304 308 312 316 320 UNI Y -2312.74
 93 97 226 230 234 238 242 305 309 313 317 321 UNI Y -2312.74
 94 98 227 231 235 239 243 306 310 314 318 322 UNI Y -2049

BAN GEMPA

D

25 28 TO 35 FZ 1818.18
58 61 TO 68 FZ 4000
91 95 TO 102 FZ 6181.82
27 FX 1933.33
60 FX 4366.67
94 FX 6833.33
OMB 4 KOMBINASI 1 MATI

OMB 5 KOMBINASI 2 MATI + HIDUP
2 1.6
OMB 6 KOMBINASI 3 MATI + HIDUP + GEMPA
2 1.0 3 1.0
OMB 7 KOMBINASI 4 MATI + HIDUP + GEMPA
2 1.0 3 -1.0
OMB 8 KOMBINASI 5 MATI + HIDUP + GEMPA
2 1.6 3 0.5
OMB 9 KOMBINASI 6 MATI + GEMPA
3 1.0
OMB 10 KOMBINASI 7 MATI + GEMPA
3 -1.0

4 ANALYSIS
CONCRETE DESIGN

CI
4 KG
.91 MEMB 1 TO 385
3263.04 MEMB 1 TO 385
BEAM 69 TO 111 135 TO 142 184 TO 385
COLUMN 1 TO 68 112 TO 134 143 TO 183
ICRETE DESIGN

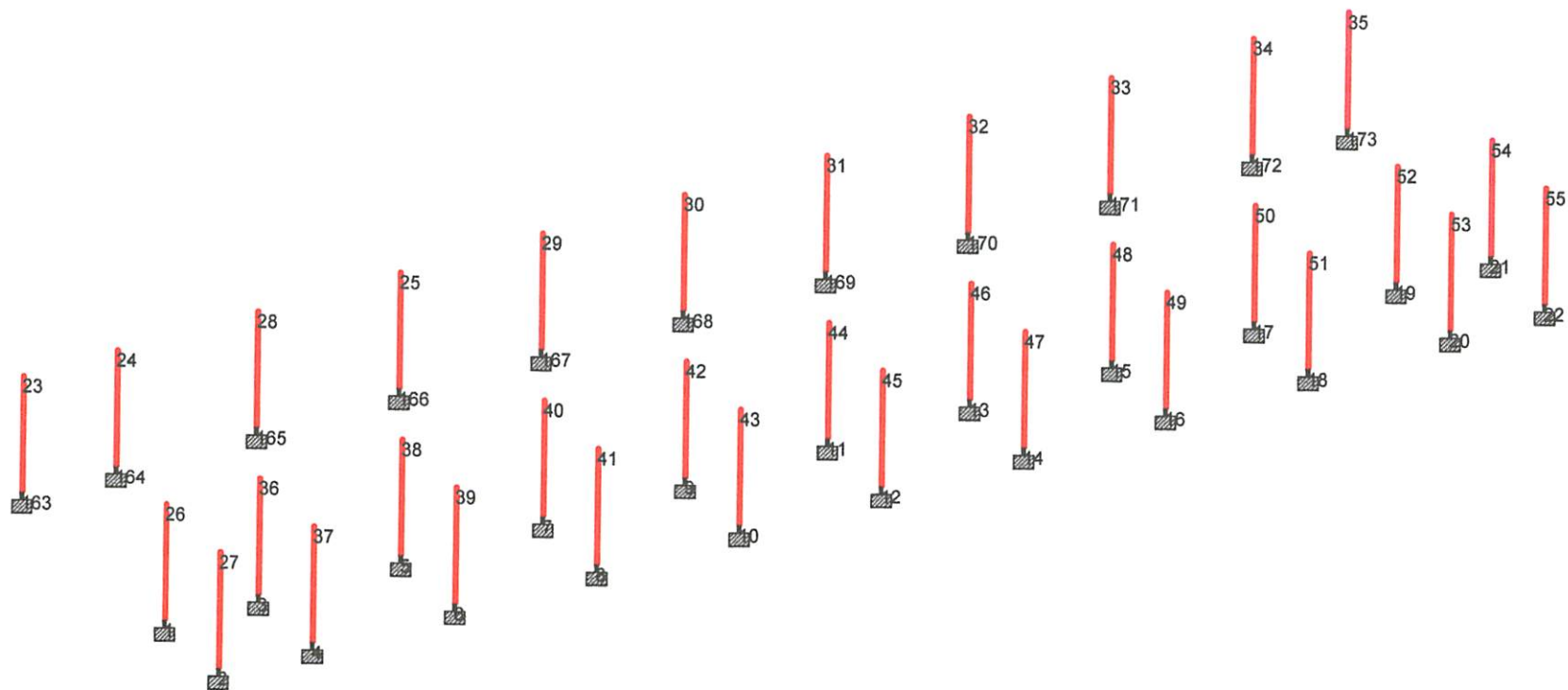


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 1	Rev
Part		
Ref		
By	Date 23-Jul-12	Chd
File skripsi_rev.std	Date/Time 07-Aug-2012 01:39	

Job Title

Client



Load

Node Point

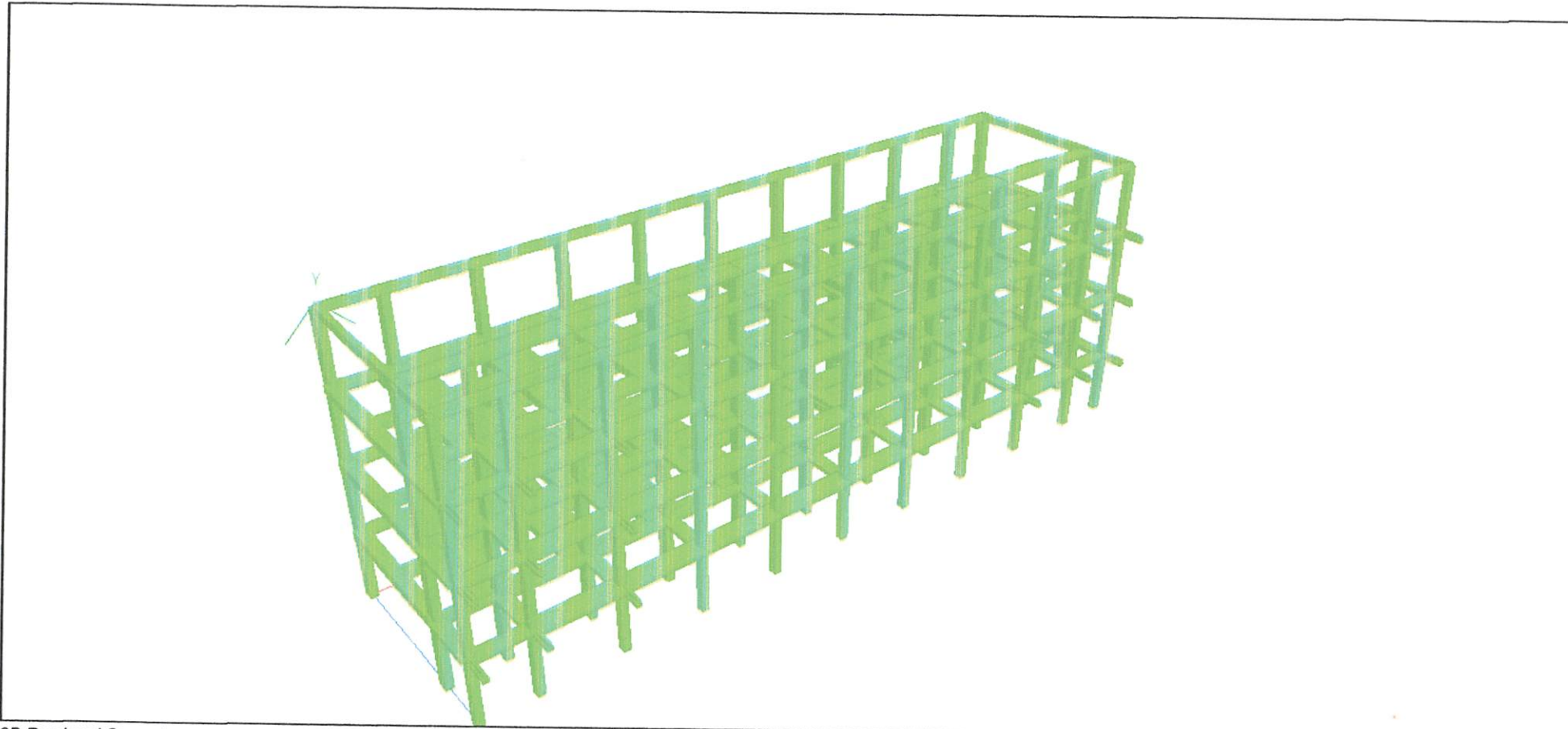


Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 23-Jul-12	Chd
File skripsi_rev.std	Date/Time 07-Aug-2012 01:39	

Job Title

Client



3D Rendered Concrete



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions

Node	L/C	Horizontal		Vertical	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1	1:BEAN MAT	98.294	105E 3	-1.56E 3	-20.630	0.018	-1.193
	2:BEAN HIDL	87.232	33.5E 3	-1.31E 3	-16.856	-0.003	-1.075
	3:BEAN GEM	-1.13E 3	-5.15E 3	-4.95E 3	-112.648	-0.099	26.212
	4:KOMBINASI	137.611	146E 3	-2.18E 3	-28.882	0.025	-1.670
	5:KOMBINASI	257.524	179E 3	-3.97E 3	-51.726	0.017	-3.150
	6:KOMBINASI	-926.779	154E 3	-8.14E 3	-154.260	-0.081	23.707
	7:KOMBINASI	1.34E 3	164E 3	1.77E 3	71.036	0.118	-28.718
	8:KOMBINASI	-308.458	177E 3	-6.45E 3	-108.050	-0.033	9.956
	9:KOMBINASI	-1.04E 3	89E 3	-6.36E 3	-131.215	-0.084	25.139
	10:KOMBINAS	1.22E 3	99.3E 3	3.55E 3	94.081	0.115	-27.286
2	1:BEAN MAT	162.358	87.3E 3	110.287	0.589	0.008	-1.971
	2:BEAN HIDL	46.664	14.7E 3	23.413	-0.185	-0.004	-0.572
	3:BEAN GEM	-822.834	4.47E 3	-1.59E 3	-35.176	-0.027	18.437
	4:KOMBINASI	227.301	122E 3	154.402	0.824	0.011	-2.759
	5:KOMBINASI	269.491	128E 3	169.805	0.410	0.003	-3.281
	6:KOMBINASI	-581.341	124E 3	-1.43E 3	-34.655	-0.022	15.500
	7:KOMBINASI	1.06E 3	115E 3	1.75E 3	35.697	0.033	-21.375
	8:KOMBINASI	-141.926	131E 3	-624.976	-17.178	-0.011	5.938
	9:KOMBINASI	-676.712	83E 3	-1.49E 3	-34.646	-0.020	16.664
	10:KOMBINAS	968.956	74.1E 3	1.69E 3	35.706	0.034	-20.211
3	1:BEAN MAT	151.922	122E 3	-2.43E 3	-30.846	0.018	-1.826
	2:BEAN HIDL	126.989	49.6E 3	-1.75E 3	-21.941	0.006	-1.544
	3:BEAN GEM	-1.44E 3	3.09E 3	-5.72E 3	-121.711	-0.089	29.791
	4:KOMBINASI	212.690	170E 3	-3.4E 3	-43.185	0.025	-2.556
	5:KOMBINASI	385.489	225E 3	-5.72E 3	-72.121	0.031	-4.661
	6:KOMBINASI	-1.13E 3	199E 3	-10.4E 3	-180.667	-0.062	26.056
	7:KOMBINASI	1.75E 3	192E 3	1.05E 3	62.754	0.116	-33.526
	8:KOMBINASI	-335.061	227E 3	-8.58E 3	-132.977	-0.014	10.234
	9:KOMBINASI	-1.3E 3	113E 3	-7.91E 3	-149.472	-0.073	28.148
	10:KOMBINAS	1.58E 3	106E 3	3.53E 3	93.949	0.105	-31.435
4	1:BEAN MAT	174.497	101E 3	155.191	1.109	0.008	-2.111
	2:BEAN HIDL	54.352	20.2E 3	21.395	-0.203	-0.001	-0.662
	3:BEAN GEM	-1.02E 3	8.19E 3	-1.57E 3	-34.952	-0.018	20.763
	4:KOMBINASI	244.296	142E 3	217.268	1.553	0.012	-2.955
	5:KOMBINASI	296.361	154E 3	220.462	1.006	0.009	-3.592
	6:KOMBINASI	-760.379	150E 3	-1.36E 3	-33.824	-0.009	17.568
	7:KOMBINASI	1.29E 3	134E 3	1.78E 3	36.080	0.027	-23.958
	8:KOMBINASI	-215.703	158E 3	-563.834	-16.470	-0.000	6.790
	9:KOMBINASI	-867.080	99.5E 3	-1.43E 3	-33.954	-0.010	18.864
	10:KOMBINAS	1.18E 3	83.1E 3	1.71E 3	35.950	0.025	-22.663
5	1:BEAN MAT	-0.368	127E 3	-2.75E 3	-34.623	0.016	-0.003
	2:BEAN HIDL	2.106	53.1E 3	-1.81E 3	-22.669	0.006	-0.049
	3:BEAN GEM	-1.39E 3	1.73E 3	-5.72E 3	-121.488	-0.065	29.090
	4:KOMBINASI	-0.515	178E 3	-3.84E 3	-48.473	0.023	-0.004
	5:KOMBINASI	2.929	237E 3	-6.19E 3	-77.818	0.028	-0.083
	6:KOMBINASI	-1.39E 3	207E 3	-10.8E 3	-185.705	-0.040	29.037
	7:KOMBINASI	1.39E 3	204E 3	613.530	57.271	0.090	-29.143
	8:KOMBINASI	-691.649	238E 3	-9.05E 3	-138.562	-0.004	14.462
	9:KOMBINASI	-1.39E 3	116E 3	-8.19E 3	-152.649	-0.051	29.088



Software licensed to Snow Panther [LZO]

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Date 23-Jul-12	Chd
Client	File skripsi_rev.std	Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
6	10:KOMBINAS	1.39E 3	112E 3	3.25E 3	90.327	0.080	-29.093
	1:BEAN MAT	-19.329	105E 3	161.994	1.157	0.012	0.206
	2:BEAN HIDL	-11.872	21.3E 3	9.835	-0.351	0.006	0.130
	3:BEAN GEM	-969.169	6.67E 3	-1.57E 3	-34.891	-0.028	20.042
	4:KOMBINASI	-27.061	147E 3	226.792	1.619	0.017	0.289
	5:KOMBINASI	-42.191	160E 3	210.129	0.826	0.024	0.455
	6:KOMBINASI	-1E 3	154E 3	-1.36E 3	-33.854	-0.007	20.419
	7:KOMBINASI	934.101	141E 3	1.77E 3	35.928	0.048	-19.664
	8:KOMBINASI	-526.775	164E 3	-573.857	-16.620	0.010	10.476
	9:KOMBINASI	-986.565	101E 3	-1.42E 3	-33.850	-0.017	20.227
7	10:KOMBINAS	951.772	88.2E 3	1.71E 3	35.932	0.039	-19.856
	1:BEAN MAT	0.961	127E 3	-2.76E 3	-34.946	0.015	-0.008
	2:BEAN HIDL	8.334	55.3E 3	-1.9E 3	-23.858	0.005	-0.116
	3:BEAN GEM	-1.38E 3	1.66E 3	-5.7E 3	-121.006	-0.055	28.954
	4:KOMBINASI	1.346	178E 3	-3.87E 3	-48.925	0.021	-0.012
	5:KOMBINASI	14.489	241E 3	-6.36E 3	-80.107	0.026	-0.195
	6:KOMBINASI	-1.37E 3	209E 3	-10.9E 3	-186.799	-0.032	28.828
	7:KOMBINASI	1.39E 3	206E 3	481.839	55.213	0.077	-29.080
	8:KOMBINASI	-677.216	242E 3	-9.21E 3	-140.611	-0.002	14.282
	9:KOMBINASI	-1.38E 3	116E 3	-8.18E 3	-152.458	-0.041	28.947
8	10:KOMBINAS	1.38E 3	113E 3	3.21E 3	89.555	0.068	-28.962
	1:BEAN MAT	-5.678	98.3E 3	-31.147	-1.192	0.012	0.053
	2:BEAN HIDL	-7.879	14.5E 3	-182.447	-2.672	0.006	0.086
	3:BEAN GEM	-965.952	6.63E 3	-1.56E 3	-34.760	-0.027	19.944
	4:KOMBINASI	-7.950	138E 3	-43.606	-1.668	0.017	0.075
	5:KOMBINASI	-19.421	141E 3	-329.292	-5.705	0.025	0.202
	6:KOMBINASI	-980.645	139E 3	-1.78E 3	-38.862	-0.006	20.094
	7:KOMBINASI	951.259	126E 3	1.34E 3	30.658	0.048	-19.794
	8:KOMBINASI	-502.397	145E 3	-1.11E 3	-23.085	0.011	10.174
	9:KOMBINASI	-971.062	95.1E 3	-1.59E 3	-35.832	-0.016	19.992
9	10:KOMBINAS	960.841	81.9E 3	1.53E 3	33.687	0.038	-19.896
	1:BEAN MAT	-0.183	127E 3	-2.77E 3	-35.207	0.013	0.017
	2:BEAN HIDL	0.949	55.5E 3	-1.92E 3	-24.083	0.002	-0.020
	3:BEAN GEM	-1.38E 3	1.66E 3	-5.68E 3	-120.537	-0.047	28.819
	4:KOMBINASI	-0.257	178E 3	-3.88E 3	-49.290	0.018	0.023
	5:KOMBINASI	1.299	241E 3	-6.4E 3	-80.780	0.019	-0.012
	6:KOMBINASI	-1.38E 3	210E 3	-10.9E 3	-186.867	-0.029	28.819
	7:KOMBINASI	1.38E 3	206E 3	430.819	54.206	0.065	-28.819
	8:KOMBINASI	-687.168	242E 3	-9.24E 3	-141.049	-0.005	14.398
	9:KOMBINASI	-1.38E 3	116E 3	-8.17E 3	-152.223	-0.035	28.834
10	10:KOMBINAS	1.38E 3	113E 3	3.18E 3	88.851	0.059	-28.804
	1:BEAN MAT	1.897	98.1E 3	-44.813	-1.388	0.008	-0.028
	2:BEAN HIDL	1.176	14.2E 3	-194.614	-2.833	0.002	-0.018
	3:BEAN GEM	-959.777	6.59E 3	-1.56E 3	-34.627	-0.024	19.819
	4:KOMBINASI	2.656	137E 3	-62.738	-1.943	0.011	-0.039
	5:KOMBINASI	4.158	140E 3	-365.158	-6.198	0.013	-0.062
	6:KOMBINASI	-956.325	138E 3	-1.81E 3	-39.126	-0.012	19.767
	7:KOMBINASI	963.230	125E 3	1.31E 3	30.129	0.035	-19.870
8:KOMBINASI	-475.730	144E 3	-1.14E 3	-23.512	0.001	9.847	



Software licensed to Snow Panther [LZO]

Job No

Sheet No

3

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal		Vertical		Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)	
	9:KOMBINASI	-958.070	94.8E 3	-1.6E 3	-35.877	-0.017	19.794	
	10:KOMBINAS	961.485	81.7E 3	1.52E 3	33.378	0.031	-19.844	
11	1:BEAN MAT	-1.953	127E 3	-2.78E 3	-35.379	0.011	0.049	
	2:BEAN HIDL	0.001	55.5E 3	-1.92E 3	-24.119	-0.000	-0.000	
	3:BEAN GEM	-1.37E 3	1.65E 3	-5.66E 3	-120.147	-0.041	28.705	
	4:KOMBINASI	-2.734	178E 3	-3.89E 3	-49.531	0.015	0.069	
	5:KOMBINASI	-2.341	241E 3	-6.41E 3	-81.046	0.013	0.059	
	6:KOMBINASI	-1.37E 3	210E 3	-10.9E 3	-186.721	-0.028	28.764	
	7:KOMBINASI	1.37E 3	206E 3	400.880	53.573	0.054	-28.646	
	8:KOMBINASI	-688.143	242E 3	-9.24E 3	-141.119	-0.008	14.412	
	9:KOMBINASI	-1.37E 3	116E 3	-8.16E 3	-151.988	-0.031	28.749	
	10:KOMBINAS	1.37E 3	113E 3	3.16E 3	88.306	0.051	-28.661	
12	1:BEAN MAT	0.094	98.1E 3	-47.435	-1.442	0.005	0.002	
	2:BEAN HIDL	0.001	14.3E 3	-195.612	-2.849	-0.000	-0.000	
	3:BEAN GEM	-954.965	6.56E 3	-1.55E 3	-34.516	-0.019	19.718	
	4:KOMBINASI	0.131	137E 3	-66.409	-2.018	0.008	0.003	
	5:KOMBINASI	0.114	141E 3	-369.901	-6.288	0.007	0.003	
	6:KOMBINASI	-954.852	139E 3	-1.81E 3	-39.095	-0.013	19.720	
	7:KOMBINASI	955.078	125E 3	1.3E 3	29.937	0.026	-19.715	
	8:KOMBINASI	-477.369	144E 3	-1.15E 3	-23.546	-0.003	9.862	
	9:KOMBINASI	-954.881	94.8E 3	-1.6E 3	-35.814	-0.014	19.720	
	10:KOMBINAS	955.049	81.7E 3	1.51E 3	33.219	0.024	-19.716	
13	1:BEAN MAT	-3.724	127E 3	-2.78E 3	-35.458	0.009	0.082	
	2:BEAN HIDL	-0.947	55.5E 3	-1.92E 3	-24.083	-0.002	0.020	
	3:BEAN GEM	-1.37E 3	1.65E 3	-5.64E 3	-119.846	-0.037	28.608	
	4:KOMBINASI	-5.213	178E 3	-3.9E 3	-49.641	0.012	0.115	
	5:KOMBINASI	-5.984	241E 3	-6.41E 3	-81.081	0.007	0.130	
	6:KOMBINASI	-1.37E 3	210E 3	-10.9E 3	-186.477	-0.029	28.726	
	7:KOMBINASI	1.36E 3	206E 3	384.564	53.214	0.045	-28.490	
	8:KOMBINASI	-689.508	242E 3	-9.23E 3	-141.004	-0.012	14.434	
	9:KOMBINASI	-1.37E 3	116E 3	-8.15E 3	-151.757	-0.029	28.682	
	10:KOMBINAS	1.36E 3	113E 3	3.14E 3	87.934	0.045	-28.535	
14	1:BEAN MAT	-1.692	98.1E 3	-47.882	-1.460	0.003	0.032	
	2:BEAN HIDL	-1.174	14.2E 3	-194.614	-2.833	-0.002	0.018	
	3:BEAN GEM	-950.895	6.55E 3	-1.55E 3	-34.429	-0.015	19.633	
	4:KOMBINASI	-2.369	137E 3	-67.035	-2.043	0.004	0.045	
	5:KOMBINASI	-3.909	140E 3	-368.841	-6.284	0.000	0.067	
	6:KOMBINASI	-954.100	138E 3	-1.8E 3	-39.014	-0.014	19.689	
	7:KOMBINASI	947.691	125E 3	1.3E 3	29.845	0.017	-19.577	
	8:KOMBINASI	-479.357	144E 3	-1.14E 3	-23.499	-0.008	9.884	
	9:KOMBINASI	-952.418	94.8E 3	-1.59E 3	-35.743	-0.013	19.662	
	10:KOMBINAS	949.372	81.7E 3	1.51E 3	33.115	0.018	-19.604	
15	1:BEAN MAT	-4.878	127E 3	-2.78E 3	-35.428	0.006	0.107	
	2:BEAN HIDL	-8.332	55.3E 3	-1.9E 3	-23.858	-0.005	0.116	
	3:BEAN GEM	-1.36E 3	1.65E 3	-5.63E 3	-119.583	-0.035	28.535	
	4:KOMBINASI	-6.829	178E 3	-3.9E 3	-49.600	0.009	0.150	
	5:KOMBINASI	-19.185	241E 3	-6.38E 3	-80.686	-0.000	0.314	
	6:KOMBINASI	-1.38E 3	209E 3	-10.9E 3	-185.955	-0.032	28.779	
	7:KOMBINASI	1.35E 3	206E 3	388.623	53.212	0.038	-28.291	



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

4

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	8:KOMBINASI	-701.034	242E 3	-9.2E 3	-140.478	-0.017	14.581
	9:KOMBINASI	-1.37E 3	116E 3	-8.14E 3	-151.469	-0.029	28.631
	10:KOMBINAS	1.36E 3	113E 3	3.13E 3	87.698	0.041	-28.438
16	1:BEAN MAT	6.074	98.4E 3	-36.991	-1.329	-0.002	-0.052
	2:BEAN HIDL	7.881	14.5E 3	-182.447	-2.672	-0.006	-0.086
	3:BEAN GEV	-948.133	6.55E 3	-1.54E 3	-34.352	-0.014	19.571
	4:KOMBINASI	8.503	138E 3	-51.788	-1.861	-0.003	-0.073
	5:KOMBINASI	19.898	141E 3	-336.304	-5.870	-0.013	-0.200
	6:KOMBINASI	-932.964	139E 3	-1.77E 3	-38.619	-0.023	19.423
	7:KOMBINASI	963.303	126E 3	1.32E 3	30.086	0.005	-19.720
	8:KOMBINASI	-454.169	145E 3	-1.11E 3	-23.046	-0.020	9.585
	9:KOMBINASI	-942.667	95.1E 3	-1.58E 3	-35.548	-0.016	19.525
	10:KOMBINAS	953.600	82E 3	1.51E 3	33.156	0.012	-19.618
17	1:BEAN MAT	-4.018	127E 3	-2.78E 3	-35.292	0.004	0.107
	2:BEAN HIDL	-2.103	53.1E 3	-1.81E 3	-22.669	-0.006	0.049
	3:BEAN GEV	-1.36E 3	1.61E 3	-5.61E 3	-119.222	-0.036	28.460
	4:KOMBINASI	-5.625	178E 3	-3.89E 3	-49.409	0.006	0.150
	5:KOMBINASI	-8.187	237E 3	-6.23E 3	-78.621	-0.004	0.207
	6:KOMBINASI	-1.37E 3	207E 3	-10.8E 3	-184.242	-0.036	28.638
	7:KOMBINASI	1.35E 3	204E 3	469.716	54.202	0.035	-28.283
	8:KOMBINASI	-687.989	238E 3	-9.03E 3	-138.232	-0.021	14.437
	9:KOMBINASI	-1.36E 3	116E 3	-8.11E 3	-150.985	-0.032	28.556
	10:KOMBINAS	1.36E 3	113E 3	3.11E 3	87.459	0.039	-28.364
18	1:BEAN MAT	17.894	105E 3	153.941	0.965	-0.004	-0.184
	2:BEAN HIDL	11.874	21.3E 3	9.835	-0.351	-0.006	-0.130
	3:BEAN GEV	-942.643	6.57E 3	-1.54E 3	-34.251	-0.017	19.485
	4:KOMBINASI	25.052	147E 3	215.517	1.351	-0.006	-0.258
	5:KOMBINASI	40.471	160E 3	200.465	0.596	-0.014	-0.429
	6:KOMBINASI	-909.297	154E 3	-1.34E 3	-33.445	-0.028	19.134
	7:KOMBINASI	975.990	141E 3	1.73E 3	35.058	0.007	-19.836
	8:KOMBINASI	-430.851	164E 3	-569.133	-16.530	-0.023	9.313
	9:KOMBINASI	-926.539	101E 3	-1.4E 3	-33.383	-0.021	19.319
	10:KOMBINAS	958.748	88.2E 3	1.68E 3	35.120	0.014	-19.651
19	1:BEAN MAT	-143.793	122E 3	-2.46E 3	-31.552	0.003	1.779
	2:BEAN HIDL	-126.995	49.6E 3	-1.75E 3	-21.941	-0.006	1.544
	3:BEAN GEV	-1.4E 3	-104.458	-5.56E 3	-118.425	-0.037	28.972
	4:KOMBINASI	-201.310	171E 3	-3.44E 3	-44.172	0.004	2.491
	5:KOMBINASI	-375.743	226E 3	-5.75E 3	-72.967	-0.007	4.605
	6:KOMBINASI	-1.7E 3	196E 3	-10.3E 3	-178.227	-0.040	32.651
	7:KOMBINASI	1.1E 3	196E 3	860.707	58.622	0.034	-25.293
	8:KOMBINASI	-1.08E 3	226E 3	-8.53E 3	-132.180	-0.025	19.091
	9:KOMBINASI	-1.53E 3	110E 3	-7.78E 3	-146.821	-0.034	30.573
	10:KOMBINAS	1.27E 3	110E 3	3.35E 3	90.028	0.039	-27.370
20	1:BEAN MAT	-146.135	102E 3	149.239	0.925	-0.004	1.776
	2:BEAN HIDL	-54.351	20.2E 3	21.395	-0.203	0.001	0.662
	3:BEAN GEV	-983.785	5.26E 3	-1.53E 3	-34.069	-0.035	19.960
	4:KOMBINASI	-204.588	143E 3	208.935	1.294	-0.006	2.487
	5:KOMBINASI	-262.323	155E 3	213.319	0.784	-0.003	3.191
	6:KOMBINASI	-1.21E 3	148E 3	-1.33E 3	-33.163	-0.039	22.754



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

5

Rev

Job Title

Part

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	7:KOMBINASI	754.073	138E 3	1.73E 3	34.975	0.031	-17.167
	8:KOMBINASI	-754.215	158E 3	-551.551	-16.250	-0.021	13.171
	9:KOMBINASI	-1.12E 3	97.4E 3	-1.4E 3	-33.237	-0.039	21.559
	10:KOMBINAS	852.264	86.8E 3	1.66E 3	34.901	0.032	-18.362
21	1:BEAN MAT	-84.274	112E 3	-1.41E 3	-19.244	-0.001	1.074
	2:BEAN HIDL	-87.239	33.5E 3	-1.31E 3	-16.855	0.003	1.075
	3:BEAN GEM	-1.1E 3	2.66E 3	-4.93E 3	-110.622	-0.071	25.307
	4:KOMBINASI	-117.983	157E 3	-1.97E 3	-26.942	-0.001	1.504
	5:KOMBINASI	-240.711	188E 3	-3.79E 3	-50.061	0.003	3.009
	6:KOMBINASI	-1.29E 3	171E 3	-7.93E 3	-150.570	-0.069	27.671
	7:KOMBINASI	909.406	165E 3	1.93E 3	70.674	0.072	-22.943
	8:KOMBINASI	-789.597	189E 3	-6.26E 3	-105.372	-0.032	15.662
	9:KOMBINASI	-1.17E 3	103E 3	-6.2E 3	-127.942	-0.071	26.274
	10:KOMBINAS	1.02E 3	98.2E 3	3.66E 3	93.303	0.070	-24.340
22	1:BEAN MAT	-126.882	99.6E 3	139.215	0.826	-0.003	1.551
	2:BEAN HIDL	-46.663	14.7E 3	23.413	-0.185	0.004	0.572
	3:BEAN GEM	-782.606	10E 3	-1.53E 3	-33.924	-0.050	17.558
	4:KOMBINASI	-177.635	139E 3	194.901	1.156	-0.004	2.171
	5:KOMBINASI	-226.920	143E 3	204.518	0.694	0.003	2.776
	6:KOMBINASI	-981.528	144E 3	-1.34E 3	-33.119	-0.049	19.991
	7:KOMBINASI	583.684	124E 3	1.72E 3	34.730	0.051	-15.125
	8:KOMBINASI	-618.223	148E 3	-559.566	-16.268	-0.022	11.556
	9:KOMBINASI	-896.800	99.7E 3	-1.4E 3	-33.181	-0.053	18.954
	10:KOMBINAS	668.412	79.7E 3	1.65E 3	34.668	0.047	-16.162
163	1:BEAN MAT	214.647	100E 3	1.62E 3	16.591	0.016	-2.543
	2:BEAN HIDL	53.763	22.9E 3	1.41E 3	14.997	0.007	-0.658
	3:BEAN GEM	-1.12E 3	-9.98E 3	-4.36E 3	-105.951	0.025	25.882
	4:KOMBINASI	300.506	140E 3	2.26E 3	23.228	0.023	-3.560
	5:KOMBINASI	343.597	157E 3	4.19E 3	43.904	0.031	-4.104
	6:KOMBINASI	-811.442	133E 3	-1.02E 3	-71.044	0.051	22.173
	7:KOMBINASI	1.43E 3	153E 3	7.71E 3	140.857	0.002	-29.591
	8:KOMBINASI	-217.794	152E 3	2.01E 3	-9.071	0.043	8.837
	9:KOMBINASI	-929.599	80.3E 3	-2.91E 3	-91.018	0.039	23.594
	10:KOMBINAS	1.32E 3	100E 3	5.82E 3	120.883	-0.010	-28.170
164	1:BEAN MAT	278.740	125E 3	2.39E 3	25.500	0.004	-3.296
	2:BEAN HIDL	97.678	33.5E 3	1.83E 3	19.875	0.002	-1.178
	3:BEAN GEM	-1.42E 3	-6.65E 3	-5.11E 3	-114.658	-0.007	29.359
	4:KOMBINASI	390.235	175E 3	3.35E 3	35.700	0.005	-4.615
	5:KOMBINASI	490.772	203E 3	5.8E 3	62.400	0.007	-5.840
	6:KOMBINASI	-991.099	177E 3	-409.345	-64.183	-0.001	24.225
	7:KOMBINASI	1.86E 3	190E 3	9.81E 3	165.132	0.013	-34.492
	8:KOMBINASI	-220.860	200E 3	3.24E 3	5.071	0.004	8.839
	9:KOMBINASI	-1.17E 3	106E 3	-2.96E 3	-91.708	-0.004	26.392
	10:KOMBINAS	1.67E 3	119E 3	7.26E 3	137.608	0.011	-32.325
165	1:BEAN MAT	-11.463	134E 3	2.69E 3	28.838	0.011	0.175
	2:BEAN HIDL	-0.248	36.8E 3	1.92E 3	20.930	0.004	-0.006
	3:BEAN GEM	-1.36E 3	-8.32E 3	-5.13E 3	-114.679	-0.036	28.576
	4:KOMBINASI	-16.048	187E 3	3.76E 3	40.374	0.015	0.246
	5:KOMBINASI	-14.152	219E 3	6.3E 3	68.094	0.019	0.200



Software licensed to Snow Panther [LZO]

Job No

Sheet No

6

Rev

Job Title

Part

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	6:KOMBINASI	-1.38E 3	189E 3	20.139	-59.143	-0.019	28.780
	7:KOMBINASI	1.35E 3	205E 3	10.3E 3	170.215	0.053	-28.372
	8:KOMBINASI	-696.365	215E 3	3.74E 3	10.754	0.001	14.488
	9:KOMBINASI	-1.37E 3	112E 3	-2.71E 3	-88.725	-0.027	28.734
	10:KOMBINAS	1.35E 3	129E 3	7.55E 3	140.634	0.046	-28.418
166	1:BEAN MAT	-4.558	133E 3	2.67E 3	28.519	0.013	0.107
	2:BEAN HIDL	5.020	37.2E 3	1.97E 3	21.349	0.005	-0.064
	3:BEAN GEM	-1.36E 3	-8.28E 3	-5.11E 3	-114.274	-0.047	28.438
	4:KOMBINASI	-6.381	187E 3	3.74E 3	39.926	0.019	0.150
	5:KOMBINASI	2.562	219E 3	6.35E 3	68.381	0.023	0.026
	6:KOMBINASI	-1.36E 3	189E 3	60.143	-58.702	-0.026	28.503
	7:KOMBINASI	1.36E 3	205E 3	10.3E 3	169.845	0.067	-28.374
	8:KOMBINASI	-676.564	215E 3	3.8E 3	11.244	-0.000	14.245
	9:KOMBINASI	-1.36E 3	112E 3	-2.71E 3	-88.607	-0.035	28.535
	10:KOMBINAS	1.35E 3	128E 3	7.52E 3	139.941	0.058	-28.342
167	1:BEAN MAT	-5.807	133E 3	2.66E 3	28.250	0.012	0.133
	2:BEAN HIDL	-0.183	37.3E 3	1.97E 3	21.300	0.002	0.000
	3:BEAN GEM	-1.35E 3	-8.23E 3	-5.1E 3	-113.838	-0.049	28.310
	4:KOMBINASI	-8.130	187E 3	3.72E 3	39.549	0.017	0.186
	5:KOMBINASI	-7.261	220E 3	6.34E 3	67.980	0.019	0.160
	6:KOMBINASI	-1.36E 3	189E 3	62.361	-58.638	-0.032	28.470
	7:KOMBINASI	1.34E 3	206E 3	10.3E 3	169.038	0.066	-28.151
	8:KOMBINASI	-683.180	216E 3	3.79E 3	11.061	-0.006	14.315
	9:KOMBINASI	-1.36E 3	112E 3	-2.7E 3	-88.414	-0.038	28.430
	10:KOMBINAS	1.35E 3	128E 3	7.49E 3	139.263	0.060	-28.191
168	1:BEAN MAT	-6.978	133E 3	2.65E 3	28.089	0.011	0.156
	2:BEAN HIDL	0.001	37.3E 3	1.96E 3	21.258	-0.000	-0.000
	3:BEAN GEM	-1.35E 3	-8.2E 3	-5.08E 3	-113.473	-0.048	28.206
	4:KOMBINASI	-9.769	187E 3	3.71E 3	39.325	0.015	0.218
	5:KOMBINASI	-8.371	220E 3	6.33E 3	67.719	0.013	0.187
	6:KOMBINASI	-1.36E 3	189E 3	67.168	-58.508	-0.035	28.393
	7:KOMBINASI	1.34E 3	206E 3	10.2E 3	168.437	0.061	-28.020
	8:KOMBINASI	-681.696	216E 3	3.79E 3	10.983	-0.011	14.290
	9:KOMBINASI	-1.35E 3	112E 3	-2.69E 3	-88.192	-0.038	28.346
	10:KOMBINAS	1.34E 3	128E 3	7.47E 3	138.753	0.058	-28.066
169	1:BEAN MAT	-8.101	133E 3	2.65E 3	28.015	0.009	0.178
	2:BEAN HIDL	0.185	37.3E 3	1.97E 3	21.300	-0.002	-0.000
	3:BEAN GEM	-1.34E 3	-8.19E 3	-5.07E 3	-113.187	-0.047	28.115
	4:KOMBINASI	-11.341	187E 3	3.71E 3	39.221	0.013	0.249
	5:KOMBINASI	-9.425	220E 3	6.33E 3	67.698	0.007	0.213
	6:KOMBINASI	-1.35E 3	189E 3	79.482	-58.268	-0.038	28.328
	7:KOMBINASI	1.33E 3	205E 3	10.2E 3	168.105	0.055	-27.902
	8:KOMBINASI	-680.440	216E 3	3.79E 3	11.105	-0.016	14.270
	9:KOMBINASI	-1.35E 3	112E 3	-2.68E 3	-87.973	-0.038	28.275
	10:KOMBINAS	1.33E 3	128E 3	7.45E 3	138.400	0.055	-27.955
170	1:BEAN MAT	-9.229	133E 3	2.65E 3	28.067	0.008	0.201
	2:BEAN HIDL	-5.018	37.2E 3	1.97E 3	21.349	-0.005	0.064
	3:BEAN GEM	-1.34E 3	-8.18E 3	-5.05E 3	-112.935	-0.047	28.036
	4:KOMBINASI	-12.921	187E 3	3.72E 3	39.293	0.011	0.281



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

7

Rev

Job Title

Part

Ref

By

Date 23-Jul-12

Chd

Client

File skripsi_rev.std

Date/Time 07-Aug-2012 01:39

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	5:KOMBINASI	-19.104	219E 3	6.33E 3	67.839	0.002	0.344
	6:KOMBINASI	-1.35E 3	189E 3	97.054	-57.906	-0.043	28.341
	7:KOMBINASI	1.32E 3	205E 3	10.2E 3	167.964	0.052	-27.730
	8:KOMBINASI	-688.125	215E 3	3.8E 3	11.371	-0.022	14.362
	9:KOMBINASI	-1.35E 3	112E 3	-2.67E 3	-87.675	-0.040	28.216
	10:KOMBINAS	1.33E 3	128E 3	7.44E 3	138.195	0.054	-27.855
171	1:BEAN MAT	-2.355	134E 3	2.66E 3	28.207	0.009	0.132
	2:BEAN HIDL	0.251	36.8E 3	1.92E 3	20.930	-0.004	0.006
	3:BEAN GEM	-1.33E 3	-8.23E 3	-5.04E 3	-112.614	-0.052	27.949
	4:KOMBINASI	-3.297	187E 3	3.73E 3	39.489	0.013	0.184
	5:KOMBINASI	-2.425	219E 3	6.27E 3	67.336	0.004	0.168
	6:KOMBINASI	-1.34E 3	189E 3	79.327	-57.836	-0.045	28.113
	7:KOMBINASI	1.33E 3	205E 3	10.2E 3	167.392	0.059	-27.785
	8:KOMBINASI	-669.031	215E 3	3.75E 3	11.029	-0.022	14.143
	9:KOMBINASI	-1.34E 3	112E 3	-2.64E 3	-87.228	-0.044	28.068
	10:KOMBINAS	1.33E 3	128E 3	7.43E 3	138.000	0.060	-27.831
172	1:BEAN MAT	-291.940	125E 3	2.36E 3	24.768	0.015	3.595
	2:BEAN HIDL	-97.684	33.5E 3	1.83E 3	19.875	-0.002	1.178
	3:BEAN GEM	-1.37E 3	-9.73E 3	-4.99E 3	-111.817	-0.064	28.339
	4:KOMBINASI	-408.716	174E 3	3.31E 3	34.675	0.020	5.033
	5:KOMBINASI	-506.622	203E 3	5.76E 3	61.521	0.015	6.198
	6:KOMBINASI	-1.82E 3	173E 3	-323.481	-62.220	-0.048	33.831
	7:KOMBINASI	920.137	193E 3	9.65E 3	161.413	0.079	-22.847
	8:KOMBINASI	-1.19E 3	198E 3	3.27E 3	5.613	-0.017	20.368
	9:KOMBINASI	-1.63E 3	102E 3	-2.86E 3	-89.526	-0.051	31.574
	10:KOMBINAS	1.11E 3	122E 3	7.11E 3	134.108	0.077	-25.104
173	1:BEAN MAT	-224.040	100E 3	1.6E 3	15.971	-0.007	2.796
	2:BEAN HIDL	-53.769	22.9E 3	1.41E 3	14.996	-0.007	0.658
	3:BEAN GEM	-1.06E 3	-2.15E 3	-4.06E 3	-100.699	-0.079	24.652
	4:KOMBINASI	-313.656	140E 3	2.24E 3	22.359	-0.010	3.914
	5:KOMBINASI	-354.879	157E 3	4.17E 3	43.158	-0.020	4.408
	6:KOMBINASI	-1.38E 3	141E 3	-742.182	-66.538	-0.095	28.665
	7:KOMBINASI	737.317	145E 3	7.39E 3	134.859	0.063	-20.639
	8:KOMBINASI	-884.846	156E 3	2.13E 3	-7.192	-0.060	16.734
	9:KOMBINASI	-1.26E 3	88E 3	-2.63E 3	-86.325	-0.085	27.168
	10:KOMBINAS	858.299	92.3E 3	5.5E 3	115.073	0.072	-22.136

REFERENCES



TUESDAY, 18 SEPTEMBER, 2012

PILIH BAHASA

You are here : Home > ARTIKEL BANGUNAN > Umum > Type Pondasi Tiang Pancang

Select Language

Powered by Google Translate

MAIN MENU

- HOME
- ARTIKEL BANGUNAN
- KONSULTASI/JASA
- HARGA MATERIAL
- DAFTAR VENDOR
- INFO DAERAH
- DOWNLOAD
- FORUM BANGUNAN
- CONTACT
- DIREKTORI

VISITORS COUNTER

1480230

- Today 216
- Yesterday 2016
- ThisWeek 6517
- LastWeek 9426
- ThisMonth31889
- LastMonth56554
- All days 1480230

We have: 10 guests, 56 bots online
 Your IP: 180.247.129.141
 Firefox 6.0.2, Windows
 Today: Sep 19, 2012
 Visitors Counter

RELATED ITEMS

- 2010-08-21 - Pondasi Sarang Laba-Laba
- 2011-01-04 - Optimisasi Pembangunan dengan Jacking Pile
- 2011-01-31 - Perencanaan Pondasi Foot Plat dan Contoh Perhitungan
- 2011-01-31 - Grouting Borpile
- 2011-02-01 - Pengujian Beban Tiang Baja (PDA Test)
- 2011-02-10 - Sistem Struktur pada Bangunan Gedung Bertingkat
- 2011-02-10 - Prinsip Perencanaan Bangunan Bertingkat
- 2011-02-24 - Teknis Pelaksanaan Tiang Pancang
- 2011-03-12 - Beton pracetak Vs Beton cast-in-place (cetak di tempat)
- 2011-04-01 - Desain Kolom Beton Bertulang
- 2011-04-29 - Perhitungan biaya pondasi tiang pancang

TYPE PONDASI TIANG PANCANG

User Rating: ●●●●○ / 3
 Poor ● ● ● ● ● Best Rate
 ARTIKEL BANGUNAN
 Written by Administrator
 Friday, 29 April 2011 22:07



Dalam merencanakan pondasi untuk suatu konstruksi dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi. Pemilihan tipe pondasi ini didasarkan atas :

1. Fungsi bangunan atas (Uper structure) yang akan dipikul oleh pondasi tersebut.
 2. Besarnya beban dan berat dari bangunan atas.
 3. Kondisi tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan
- Biaya pondasi dibandingkan dengan bangunan atas

Sepereti yang kita ketahui bahwasanya tipe pondasi cukup banyak macamnya, dan itu tergantung dari fungsi dan kegunaannya. nah.. salah satu di antara tipe pondasi yang dapat digunakan adalah pondasi tiang pancang.

Secara umum pemakaian pondasi tiang pancang dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity) yang cukup untuk memikul berat bangunan dan beban diatasnya, dan juga bila letak tanah keras yang memiliki daya dukung yang cukup untuk memikul berat dari beban bangunan diatasnya terletak pada posisi yang sangat dalam.

Pondasi tiang pancang hendaknya direncanakan sedemikian rupa sehingga gaya luar yang bekerja pada kepala tiang tidak melebihi gaya dukung tiang yang diizinkan. Adapun yang dimaksud dengan gaya dukung tiang yang diizinkan adalah meliputi aspek gaya dukung tanah yang diizinkan, tegangan pada bahan tiang dan perpindahan kepala tiang yang diizinkan.

Disamping aspek-aspek tersebut perlu diperhitungkan juga kemungkinan adanya gaya geser negatif (negative skin friction) dan gaya-gaya lain (sepereti perbedaan tekanan tanah aktif dan pasif). Perhitungan serta pengevaluasian tersebut tidak saja dilaksanakan terhadap tiap secara individu (single pile) tetapi juga harus dilaksanakan terhadap tiang-tiang dalam kelompok (group pile)

Umumnya tiang pancang dapat ditinjau dari :

1. Jenis / Bahan yang digunakan

sepereti yang sudah disinggung diatas, bahwa jenis dan bahannya kita mengenal tiang pancang yang terbuat dari kayu, Baja, Beton, atau Komposit (perpaduan dari beberapa bahan)

2. Cara penyaluran beban

berdasarkan cara penyaluran beban, dapat dibedakan atas :

a. End Bearing Pile (Tumpuan Ujung) :

dimana sebagian besar daya dukungnya adalah akibat dari perlawanan tanah keras pada ujung tiang. Tiang yang dimasukkan sampai lapisan tanah keras, secara teoritis dianggap bahwa seluruh beban tiang dipindahkan kelapisan keras melalui ujung tiang.

Anggapan tanah keras yang dimaksudkan disini sebetulnya agak relatif dan tergantung dari beberapa faktor, antara lain seperti besarnya beban yang harus dipikul oleh tiang. Sehingga bisa saja ada anggapan asalkan pada posisi dimana daya dukung tanahnya sudah mumpuni untuk mengimbangi besarnya beban yang dipikul tiang, maka disitu diasumsikan letak tanah keras berada. Anggapan ini tidak salah tapi juga tidak betul, namun supaya tidak terjadi perbedaan yang tajam dalam persepektif anggapan, maka untuk dianggap sebagai lapisan tanah pendukung yang baik, dapat digunakan ketentuan sebagai berikut :

- Lapisan non kohesif(pasir, kerikil) mempunyai harga standard penetration test (SPT) $N > 35$
- Lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan bebas (Uncorrfined compression strength) qu antara 3 s/d 4 Kg/cm² atau kira-kira $N > 15$ s/d 20

dari hasil sondir dapat dipakai kira-kira harga perlawanan koris $S \geq 150$ kg/cm² untuk lapisan non kohesif, dan $S \geq 70$ kg/cm² untuk lapisan kohesif

b. Friction Pile (Tumpuan Geser/Sisi)

dimana sebagian besar daya dukungnya adalah akibat dari gesekan antara tanah dengan sisi-eisi tiang pancang, atau dengan kata lain kemampuan tiang pancang dalam menahan beban hanya mengandalkan gaya geseran antara tiang dengan tanah disekelilingnya. Hal ini bisa terjadi karena pada dasarnya kenyataan dilapangan mengenai data kondisi tanah tidak bisa diprediksi, sehingga sering kita menjumpai suatu keadaan dimana lapisan yang memenuhi syarat sebagai lapisan pendukung yang baik ditemu pada kedalaman yang dalam, sehingga untuk mendapatkan tumpuan ujungnya kita perlu merogoh kecek lebih dalam dikarenakan biayanya sangat mahal.

Pada kenyataan seperti ini praktis daya dukung yang didapat adalah dari gesekan antara sisi tiang dengan tanah disekelilingnya namun bukan berarti perlawanan diujungnya kita anggap melemepem atau tidak ada, tapi pada kenyataannya tumpuan diujung ini juga memiliki andil dalam memberikan sumbangan daya dukung walaupun itu kecil.

Mengapa harus Pondasi Tiang Pancang ?

Sepereti yang telah kita ketahui bahwa tiang pancang pada saat ini banyak digunakan di Indonesia sebagai pondasi bangunan, seperti bangunan jembatan, gedung bertingkat, pabrik atau gedung-gedung industri, menara, demaga, bangunan mesin-mesin berat dan lain sebagainya yang mana mereka tersebut merupakan konstruksi-konstruksi yang memiliki dan menerima pembebanan yang relatif berat. Penggunaan tiang pancang untuk konstruksi ini biasanya bertitik tolak pada beberapa hal yang mendasar seperti anggapan adanya beban yang besar sehingga pondasi langsung jelas tidak dapat digunakan, kemudian jenis tanah pada lokasi yang bersangkutan relatif lunak (embek) sehingga pondasi langsung tidak ekonomis lagi untuk dipergunakan.

Dikarenakan begitu pentingnya peranan dari pondasi tiang pancang ini, maka, jika dalam pembuatannya dibandingkan dengan pembuatan pondasi yang lainnya, pondasi tiang pancang ini mempunyai beberapa keuntungan sebagai berikut :

1. Biaya pembuatannya kemungkinan besar (dengan melihat letak lokasi dan lainnya), lebih murah bila dikonversikan dengan kekuatan yang dapat dihasilkan.
2. Pelaksanaannya lebih mudah
3. Di Indonesia, peralatan yang digunakan tidak sulit untuk didapatkan.
4. Para pekerja di Indonesia sudah cukup terampil untuk melaksanakan bangunan yang mempergunakan pondasi tiang pancang.
5. Waktu pelaksanaannya relatif lebih cepat.

sumber :

USER MENU
 LOGIN FORM
 REGISTRASI

IKLAN GRATIS
 IKLAN GRATIS

Find us on
facebook

www.fisara.com
 fashion online shopping

KATAKAN ALLENIN
 TEKNIK SIPIL TRIKARTI

ILUSTRI

MEDIA PROMOSI

Mitra
 Untuk Rumah Nyaman Anda

SUMMARECON
 BEKASI

PT. WAHANA
 SENTRA NIACA
 General Supplier

Kami Menyediakan
BOLT & NUT berkualitas

www.wahana.co.id

GRAND

WISATA
 BEKASI

ANEKA

KARBOL & TISOL - Pemasang Papan
 Siap supply jumlah besar & kecil
 (kami siapkan corbunya)
 Wilayah : Jabbar dan Banten
 Kontak : Bpk Haryanto
 Tlp : 0815 877 32 551
 HstCell : 021-91090714

Pasang Banner
 Pxl 150x100
 Contact :
 info@infobangunan.com

Ads by infobangunan.com

Site Info
 infobangunan.com
 Rank: 1,987,893
 Links in: 19

Powered by Alexa

2. "Pengaruh Jarak Terhadap Perencanaan Pondasi Tiang Pancang" Indrayadi, Ir

Last Updated on Friday, 29 April 2011 22:13

Add comment

Pergunakanlah dengan komentar yang baik sehingga bermanfaat buat pengunjung lainnya.

Name (required)

E-mail

Website

Title (required)

100 symbols left

Notify me of follow-up comments

dzah

Refresh

Send

0 Comments

Copyright © 2005 - 2012 www.infobangunan.com. Designed by -DEST-

- [RSS](#)
- [Home](#)
- [About](#)
- [About](#)
- [About](#)
- [About](#)
- [About](#)
- [About](#)
- [Catatan Redaksi](#)
- [Tips & Trik Penulisan di Wartawarga](#)

PERENCANAAN PONDASI TIANG PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

August 26th, 2010 • [Related](#) • [Filed Under](#)

PERENCANAAN PONDASI TIANG PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

Sevia Della

10306067

ABSTRAKSI

Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri, dibangun di atas tanah seluas 10455,24 m² dan luas bangunan keseluruhan 17250,14 m² yang terdiri dari 5 lantai. Pada perencanaan perhitungan pondasi proyek ini menggunakan pondasi tiang pancang dan dimensi yang digunakan pada perencanaan perhitungan ini menggunakan dimensi 40 x 40 cm dan diameter bulat 40 cm pada kedalaman 11 m yang dihitung berdasarkan berdasarkan data lapangan dan data laboratorium. Tujuan perencanaan ini adalah untuk mendapatkan pondasi tiang pancang yang memiliki daya dukung yang aman dan mendapatkan penurunan pondasi yang masih ditoleransikan. Pada perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang ini untuk perhitungan daya dukung ujung tiang dan selimut tiang digunakan metode meyerhoff yang berdasarkan data lapangan yaitu N-SPT dan perhitungan berdasarkan uji laboratorium dengan menggunakan metode meyerhorhoff untuk menghitung daya dukung ujung tiang dan metode beta untuk menentukan daya dukung selimut tiang. Perhitungan penurunan kelompok tiang digunakan Metode Meyerhoff yang berdasarkan data NSPT. Dari hasil perhitungan perencanaan pondasi tiang pancang ini dapat dipilih tiang pancang dengan diameter 40 cm dan panjang pondasi 11 m. Hal ini dilihat berdasarkan hasil perhitungan dengan cara manual yaitu yang memiliki daya dukung ijin sebesar 43,8065 ton, daya dukung lateral sebesar 302,5 kN, nilai efisiensi kelompok 4 tiang sebesar 1,114, dan penurunan tanahnya sebesar 0,00004102 mm.

Kata kunci : Tiang pancang, daya dukung, penurunan, efisiensi.

LATAR BELAKANG MASALAH

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh pondasi, karena pondasi merupakan suatu bagian konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah yang cukup kuat daya dukungnya. Dalam perencanaan pondasi dibutuhkan penyelidikan tanah yaitu pengujian tanah di lapangan dan pengujian di laboratorium.