

SKRIPSI

**STUDI PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MENERUS PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR RSU SAIFUL ANWAR MALANG**



Disusun Oleh :

BAIQ JUSIKA SARON FEBRIANI

0721029

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

1971-1972

THESE DOCUMENTS CONTAIN INFORMATION OF A CONFIDENTIAL NATURE
AND ARE NOT TO BE DISCLOSED TO THE PUBLIC OR TO ANY OTHER
PERSON WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE
OFFICE OF THE DIRECTOR OF THE NATIONAL ARCHIVES

: 1971-1972

CONFIDENTIAL SOURCE AND/OR FILE

1971-1972

THESE DOCUMENTS CONTAIN INFORMATION OF A CONFIDENTIAL NATURE
AND ARE NOT TO BE DISCLOSED TO THE PUBLIC OR TO ANY OTHER
PERSON WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN PERMISSION OF THE
OFFICE OF THE DIRECTOR OF THE NATIONAL ARCHIVES

LEMBAR PERSETUJUAN
SKRIPSI

STUDI PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MENERUS PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR RSU SAIFUL ANWAR MALANG

Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

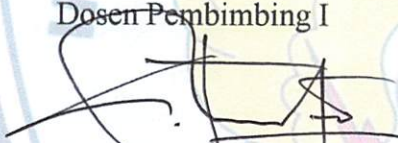
Disusun Oleh :

BAIQ JUSIKA SARON FEBRIANI

0721029

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I


Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

NIP. 196605061993031004

Dosen Pembimbing II


Ir. Bambang Wedyantadji, MT.

NIP. Y. 101 850 0093

Mengetahui,

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


Ir. H. Hirijanto, MT.
NIP. Y. 101 880 0182

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

2012

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MENERUS PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR
RSU SAIFUL ANWAR MALANG**

SKRIPSI

*Dipertahankan Di hadapan Majelis Penguji Sidang Skripsi
Jenjang Strata Satu (S-1)
Pada Hari : Kamis
Tanggal : 19 Juli 2012
Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*

Disusun Oleh :

BAIQ JUSIKA SARON FEBRIANI

0721029

Disahkan Oleh:

Ketua

(Ir. H. Hirijanto, MT)

Sekretaris

(Lila Ayu Ratna Winanda, ST. MT)

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I

(Ir. A. Agus Santosa, MT)

Dosen Penguji II

(H. Eri Andrian Yudianto, ST. 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
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang 65145
e-mail: itn @.ac.id website: <http://www.itn.ac.id>

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Baiq Jusika Saron Febriani
Nim : 0721029
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul :

**“STUDI PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MENERUS PADA
PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR RSU SAIFUL ANWAR MALANG”**

Adalah hasil karya sendiri, bukan merupakan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, September 2012

Yang Membuat Pernyataan



(Baiq Jusika Saron Febriani)

“STUDI PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MENERUS PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PARKIR RSU SAIFUL ANWAR MALANG”

Oleh : Baiq Jusika Saron Febriani, (0721029)

Pembimbing I: Ir. Eding Iskak Imananto, M.T., Pembimbing II: Ir. Bambang Wedyantadji, M.T.

ABSTRAKSI

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

Tujuan dari perencanaan pondasi ini adalah merencanakan pondasi telapak menerus yang direncanakan pada kedalaman 2,4 meter dengan kedalaman pondasi (Df) 1,0 meter. Data yang digunakan adalah data sondir, nilai sondir yang digunakan adalah nilai sondir pada titik S3.

Hasil analisis daya dukung tanah pada setiap line pondasi diperoleh sebesar 74670 kg/m^2 , yang berarti mampu menahan tegangan maksimum yang terjadi di setiap line pondasi, yaitu pada line B = $40205,305 \text{ kg/m}^2$, line D = $35693,928 \text{ kg/m}^2$, dan line E = $20239,243 \text{ kg/m}^2$. Untuk penulangan pondasi, diperoleh dua tipe kebutuhan tulangan pada pelat pondasi. Tipe I (line B dan line D) = tulangan tarik D16-200, dan tipe II (line E) = tulangan tarik D16-250. Penulangan balok rib pada masing-masing line pondasi adalah sebagai berikut : Line B, penulangan tumpuan 1 sampai tumpuan 4 = tulangan tarik 20D25, tulangan tekan 11D25, tumpuan 5 = tulangan tarik 21D25, tulangan tekan 12D25, tumpuan 6 = tulangan tarik 18D25, tulangan tekan 10D25, tumpuan 7 = tulangan tarik 15D25, tulangan tekan 6D25; penulangan lapangan = tulangan tarik 9D25, tulangan tekan 3D25; penulangan geser pada tumpuan 1 sampai tumpuan 6 = $\phi 12-45$, dan tumpuan 7 $\phi 12-50$.

Untuk line D, penulangan tumpuan 1,2,3, dan tumpuan 5 = tulangan tarik 17D25, tulangan tekan 10D25, tumpuan 4 = tulangan tarik 16D25, tulangan tekan 9D25, tumpuan 6 = tulangan tarik 14D25, tulangan tekan 8D25, tumpuan 7 = tulangan tarik 8D25, tulangan tekan 3D25; penulangan lapangan = tulangan tarik 9D25, tulangan tekan 2D25; penulangan geser pada tumpuan 1 sampai tumpuan 5 = $\phi 12-50$, tumpuan 6 $\phi 12-55$, dan tumpuan 7 $\phi 12-90$. Line E, penulangan tumpuan 1 = tulangan tarik 8D25, tulangan tekan 4D25, tumpuan 2 = tulangan tarik 9D25, tulangan tekan 4D25, tumpuan 3 = tulangan tarik 7D25, tulangan tekan 4D25, tumpuan 4 = tulangan tarik 4D25, tulangan tekan 3D25; penulangan lapangan = tulangan tarik 6D25, tulangan tekan 2D25; penulangan geser pada tumpuan 1 dan tumpuan 2 = $\phi 12-120$, tumpuan 3 $\phi 12-150$, dan tumpuan 4 $\phi 12-200$.

Kata Kunci: telapak menerus, daya dukung, penulangan pondasi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nya penyusun dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "*Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang*" yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam kesempatan ini penyusun juga ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini, diantaranya :

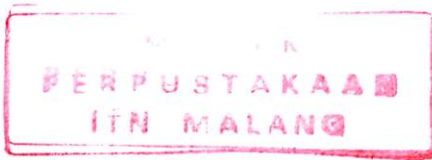
1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT., selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. H. Hirijanto, MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1.
4. Ibu Lila Ayu Ratna Winanda, ST.,MT., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1.
5. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT., selaku Koordinator Bidang Geoteknik sekaligus dan dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Bambang Wedyantadji, M.T., selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penyusunan skripsi ini.

7. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT. Dan bapak H. Eri Andrian Yudianto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perhatian dalam penulisan skripsi ini.
8. Rekan-rekan Teknik Sipil S-1 2007 yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung, dan semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penyusun berharap laporan ini dapat menambah wawasan bagi penyusun, khususnya dan untuk pembaca pada umumnya. Penyusun menyadari bahwa laporan skripsi ini masih kurang sempurna, oleh karena itu penyusun sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Malang, Juli 2012

Penyusun



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN KEASLIAN

ABSTRAKSI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan	4
1.4 Lingkup Pembahasan	4
BAB II. LANDASAN TEORI	5
2.1 Pengertian Pondasi	5
2.2 Klasifikasi Pondasi	6
2.3 Pondasi Telapak	9
2.3.1 Teori Pondasi Telapak..	9
2.3.2 Jenis – jenis Pondasi Telapak	9
2.3.3 Syarat Perencanaan Pondasi Telapak	10
2.3.4 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak	11
2.3.5 Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak.....	17

2.3.6 Perencanaan Struktural Pondasi Telapak	23
2.4 Konversi Data Sondir ke Parameter Tanah	24
BAB III. ANALISA PEMBEBANAN DAN STATIKA	32
3.1 Data Perencanaan	32
3.1.1 Bangunan	32
3.1.2 Bahan Bangunan	32
3.2 Perhitungan Pembebanan	40
3.2.1 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Lantai 2 & 3	40
3.2.2 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Lantai 4	40
3.2.3 Pembebanan pada Portal Memanjang	41
3.2.3.1 Perataan Beban Plat pada Balok Memanjang	41
3.2.3.2 Pembebanan Balok Lantai	82
3.2.4 Pembebanan pada Portal Melintang	97
3.2.4.1 Perataan Beban Plat pada Balok Melintang	97
3.2.4.2 Pembebanan Balok Lantai	120
3.3 Perhitungan Pembebanan Gempa	131
3.3.1 Perhitungan Berat Total Bangunan	131
3.3.2 Perhitungan Waktu Getar Bangunan (T)	140
3.3.3 Perhitungan Gaya Geser Horizontal	140
3.4 Menghitung Lebar Efektif Balok (b_{ef})	143
3.4.1 Lebar Efektif (b _{ef}) Balok Memanjang	143
3.4.2 Lebar Efektif (b _{ef}) Balok Melintang	146
BAB IV. PERENCANAAN PONDASI	152
4.1 Spesifikasi dan Parameter Perencanaan	152
4.1.1 Spesifikasi Umum	152
4.1.2 Data Perencanaan	152

4.2 Perhitungan Pondasi Telapak Menerus	155
4.2.1 Parameter – Parameter Tanah	155
4.2.2 Perencanaan Pondasi Telapak Menerus	156
4.2.3 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line D Berdasarkan Terzaghi	160
4.2.4 Perhitungan Tegangan Maksimum yang Terjadi.....	163
4.2.4.1 Perhitungan Berat Pondasi Telapak Menerus ...	163
4.2.4.2 Perhitungan P Total yang Terjadi	164
4.2.4.3 Perhitungan Tegangan yang Terjadi	165
4.2.4.4 Kontrol Daya Dukung Line D	168
4.2.5 Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line D	170
4.2.6 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line B Berdasarkan Terzaghi	172
4.2.6.1 Perhitungan Tegangan yang Terjadi	177
4.2.6.2 Kontrol Daya Dukung Line B	182
4.2.7 Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line B	184
4.2.8 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line E Berdasarkan Terzaghi	186
4.2.8.1 Perhitungan Tegangan yang Terjadi	191
4.2.8.2 Kontrol Daya Dukung Line E	195
4.2.9 Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line E	197

4.2.10 Perhitungan Balok Kopel Sloof	199
4.2.11 Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line D	203
4.2.11.1 Penulangan Plat Pondasi	204
4.2.11.2 Penulangan Balok Rib Pondasi Line D	208
4.2.12 Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line B	223
4.2.12.1 Penulangan Plat Pondasi	224
4.2.12.2 Penulangan Balok Rib Pondasi Line B	228
4.2.13 Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line E	243
4.2.13.1 Penulangan Plat Pondasi	244
4.2.13.2 Penulangan Balok Rib Pondasi Line E	248
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	264
5.1 Kesimpulan	264
5.2 Saran	265
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

2.1	Koefisien Daya Dukung dari Terzaghi	15
2.2	Perkiraan Rasio Poisson (μ) (Bowles,1968)	19
2.3	Perkiraan Modulus Elastis (E) (Bowles,1977)	19
2.4	Penurunan Ijin (Showers, 1962)	23
2.5	Nilai Gamma	28
2.6	Hubungan Antara Konsistensi Tegangan Geser Unconfined dari Lempung dan Nilai N (Terzaghi)	28
2.7	Hubungan Antara Kepadatan Relatif, Sudut Geser Dalam, dan Nilai N dari Pasir (Peck, Mayerhof)	29
2.8	Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)	29
3.1	Distribusi Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa ke Tiap Portal	143
4.1	Hasil Konversi Parameter – Parameter Tanah di Titik 3 (S3)	155
4.2	Perhitungan Nilai Parameter Tanah Per-lapisan	160
4.3	Perhitungan Nilai Parameter Tanah Per-lapisan	174
4.4	Perhitungan Nilai Parameter Tanah Per-lapisan	188
4.5	Kuat Tekan pada Balok Kopel Sloof	201

DAFTAR GAMBAR

2.1	Pondasi Telapak, Pondasi Menerus, Pondasi Rakit	7
2.2	Pondasi Dalam / Tidak Langsung	8
2.3	Jenis – Jenis Pondasi Telapak	10
2.4	Analisis Kapasitas Dukung menurut Terzaghi	11
2.5	General Shear Failure	14
2.6	Local Shear Failure	14
2.7	Grafik Keruntuhan Geser Umum dan Geser Lokal	14
2.8	Koefisien – Koefisien Penurunan Segera oleh Steinbrenner (1934) ...	20
2.9	Alat Kerucut Statis (Bikonus)	25
2.10	Contoh Penyelidikan Tanah di Lapangan dengan Cara Sondir	26
2.11	Klasifikasi Tanah Didasarkan pada Hasil Uji Kerucut Statis (Sondir)	27
3.1	Denah Parkir Lantai 2 & 3	34
3.2	Denah Parkir Lantai 4	35
3.3	Potongan A – A	36
3.4	Denah Pembalokan Lantai 2 – 4	37
3.5	Perataan Beban Balok Memanjang	38
3.6	Perataan Beban Balok Melintang	39
3.7	Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan dasar dengan Periode Ulang 500 Tahun	141
4.1	Potongan Memanjang Pondasi Telapak Menerus Line D (Pot.A-A) ..	157
4.2	Potongan B-B	157
4.3	Potongan Tampak Depan & Tampak Atas Pondasi Telapak Menerus.	163
4.4	Diagram Tegangan yang Terjadi Akibat Mz dan Mx	166
4.5	Diagram Tegangan yang Terjadi di Setiap Titik (1,2,3,4,5, dan 6)	167

4.6	Diagram Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat V dan M	168
4.7	Potongan Memanjang Pondasi Telapak Menerus Line B (Pot.C-C) ..	173
4.8	Potongan D-D	173
4.9	Potongan Tampak Depan & Tampak Atas Pondasi Telapak Menerus.	177
4.10	Diagram Tegangan yang Terjadi Akibat Mz dan Mx	180
4.11	Diagram Tegangan yang Terjadi di Setiap Titik (1,2,3,4,5, dan 6)	181
4.12	Diagram Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat V dan M	181
4.13	Potongan Memanjang Pondasi Telapak Menerus Line E (Pot.E-E) ...	186
4.14	Potongan F-F	187
4.15	Potongan Tampak Depan & Tampak Atas Pondasi Telapak Menerus.	191
4.16	Diagram Tegangan yang Terjadi Akibat Mz dan Mx	193
4.17	Diagram Tegangan yang Terjadi di Setiap Titik (1,2,3,4,5, dan 6)	194
4.18	Diagram Tegangan Maksimum dan Minimum Akibat V dan M	195
4.19	Penulangan Pelat Satu Arah Pondasi Telapak Menerus Line D	207
4.20	Penulangan Pelat Satu Arah Pondasi Telapak Menerus Line B	227
4.21	Penulangan Pelat Satu Arah Pondasi Telapak Menerus Line E	247

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan konstruksi bangunan sangat dipengaruhi oleh fungsi bangunan itu sendiri, faktor – faktor lingkungan dan kondisi tanahnya tanpa melupakan pertimbangan ekonomis suatu bangunan. Oleh karena itu kita perlu melakukan perencanaan yang teliti agar mendapatkan suatu konstruksi yang aman dan mempunyai nilai yang ekonomis.

Pondasi adalah bagian yang terletak paling bawah dari sebuah konstruksi bangunan. Fungsi pondasi itu sendiri adalah untuk menyalurkan beban konstruksi bangunan di atasnya ke lapisan tanah yang berada di bawahnya. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke lapisan tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang diijinkan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka akan terjadi suatu penurunan atau keruntuhan. Hal tersebut merupakan penyebab kerusakan konstruksi yang berada di atas pondasi tersebut. Perencanaan pondasi mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap perencanaan konstruksi secara menyeluruh. Pemilihan sistem pondasi yang tidak sesuai dengan kondisi tanah akan mengakibatkan kerusakan yang fatal terhadap bangunan di atasnya.

Rumah Sakit Umum (RSU) Saiful Anwar Malang merupakan rumah sakit milik pemerintah yang cukup besar di kota Malang. Jumlah pasien yang berobat di

RSU Saiful Anwar pastinya dalam jumlah besar juga. Melihat jumlah pasien yang berobat cukup banyak, maka pihak rumah sakit harus menyediakan lahan parkir kendaraan yang cukup untuk menampung jumlah kendaraan pribadi (mobil) para karyawan, pasien, maupun tamu yang akan menjenguk pasien. Melihat kondisi lahan RSU Saiful Anwar Malang yang tidak cukup luas untuk menyediakan lahan parkir yang cukup, maka pihak rumah sakit merencanakan suatu gedung parkir 4 lantai yang nantinya diharapkan dapat memenuhi kapasitas jumlah kendaraan pribadi yang akan parkir di RSU Saiful Anwar Malang. Penyondiran tanah telah dilakukan pada lokasi pembangunan, dan diperoleh hasil tanah pada lokasi tersebut cukup bagus, yaitu pada kedalaman 1,40 meter tanah sudah cukup keras. Oleh karena itu penulis tertarik melakukan studi alternatif penggunaan pondasi telapak menerus pada bangunan Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang. Adapun judul skripsi ini adalah **“ Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang ”**. Hal yang menjadi pertimbangan direncanakannya pondasi telapak menerus adalah sebagai berikut :

1. Sebagai alternatif pengganti pondasi di lapangan, digunakan pondasi Telapak menerus.
2. Kondisi tanah di lokasi yang cukup bagus, yaitu pada kedalaman 1,40 meter nilai $q_c > 40 \text{ kg/cm}^2$ (lihat data sondir pada lampiran).

1.2 Identifikasi Masalah

Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang terdiri dari 4 lantai yang terletak di Jl. Jaks Agung Suprpto No.2 Malang, mempunyai luas total bangunan $\pm 767 \text{ m}^2$. Sebagai gedung parkir, gedung ini terdiri dari 4 lantai dimana lantai 1 difungsikan untuk ruang gudang dan lantai 2 sampai lantai 4 digunakan sebagai parkir kendaraan roda empat (mobil).

Dalam merencanakan pondasi harus didukung dengan data-data yang dapat dipertanggungjawabkan secara teknis, agar hasil yang didapat sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan data tanah yang dipakai dalam perhitungan pondasi didapat dari **Hasil Pengujian Tanah Laboratorium Tanah Institut Teknologi Nasional Malang**. Data tersebut berupa data *Dutch Cone Parameter Test (Sondir)* (lampiran). Dari hasil penyelidikan tanah menunjukkan bahwa tanah keras di lapangan mempunyai kedalaman tanah keras yang cenderung sama yaitu kedalaman 1,40 meter dari elevasi tanah awal (sebelum digali).

Dari hasil penyondiran dilapangan, permukaan tanah hingga kedalaman 1.40 meter mulai memasuki tanah cukup keras, namun nilai kepadatan masih belum stabil. Hingga pada kedalaman 5 meter didapatkan lapisan tanah keras.

Berdasarkan data hasil penyelidikan tanah tersebut diatas, maka jenis pondasi yang digunakan adalah jenis pondasi dangkal sehingga terdapat lebih dari satu alternatif pilihan pondasi. Pada penulisan proposal skripsi ini dicoba perencanaan dengan menggunakan pondasi telapak menerus.

1.3 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana merencanakan pondasi telapak menerus sebagai alternatif pengganti pondasi yang ada di lapangan.
2. Bagaimana merencanakan pondasi telapak menerus yang aman.

1.4 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulis disini adalah untuk memberikan alternatif perencanaan pondasi telapak menerus, sedangkan tujuannya adalah untuk mendapatkan struktur pondasi yang mempunyai daya dukung yang cukup.

1.5 Lingkup Pembahasan

Dengan memperhatikan maksud dan tujuan maka ruang lingkup pembahasan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan daya dukung pondasi telapak menerus.
2. Perhitungan penurunan pondasi telapak menerus.
3. Perhitungan penulangan pondasi telapak menerus.
4. Gambar Penulangan pondasi telapak menerus.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Pondasi

Pondasi menurut disiplin ilmu Teknik Sipil adalah suatu bagian struktur bangunan berfungsi sebagai penopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure) kelapisan tanah dibawahnya yang mempunyai daya dukung cukup dan tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diijinkan. Untuk itulah pondasi yang dipilih harus sesuai dengan kondisi tanahnya.

Dalam menentukan tipe pondasi yang sesuai dengan kondisi tanah, kita harus memperhatikan beberapa faktor di bawah ini : (Suyono Sosrodarsono dan Kazuto Nakazawa., 1983;75)

1. Keadaan tanah Pondasi..

Keadaan tanah dimana pondasi tersebut akan dibangun merupakan hal yang paling penting dan harus diperhatikan dalam pemilihan pondasi, tentunya erat hubungannya dengan daya dukung yang diberikan tanah untuk menopang beban diatasnya.

2. Batasan – batasan akibat konstruksi di atasnya.

Dalam hal ini berhubungan dengan kondisi beban dan kegunaan beban atau fungsi bangunan atas.

3. Batasan – batasan dari sekelilingnya.

Kondisi lingkungan sekitar lokasi pembangunan harus diketahui supaya tidak berdampak negatif baik pada pelaksanaan pembangunan maupun setelah pelaksanaan pembangunan.

4. Waktu dan biaya pekerjaan

Dalam pertimbangan pemilihan jenis pondasi tentunya tidak lepas dari segi waktu dan biaya, karena itu menyangkut apakah pemilihan jenis pondasi yang kita rencanakan ekonomis atau tidak.

2.2 Klasifikasi Pondasi

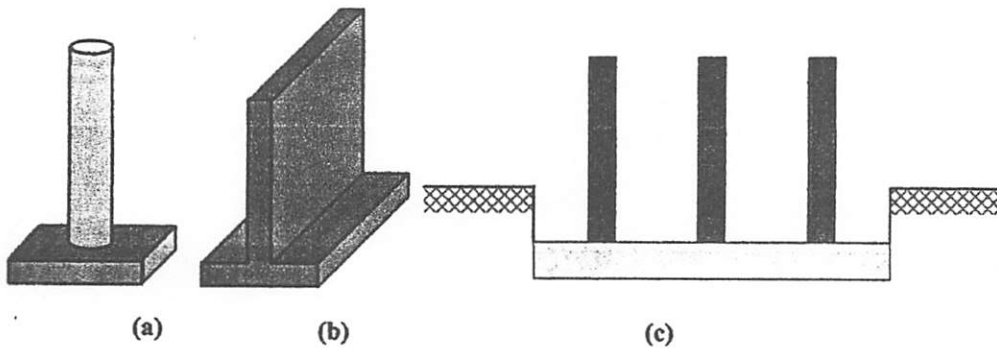
Dari beberapa faktor yang telah disebutkan di atas kita dapat menarik kesimpulan bahwa factor keadaan tanah pondasi dalam hal ini letak lapisan tanah kerasnya memegang peranan penting dalam melakukan pertimbangan dalam menentukan jenis pondasi yang sesuai. Terdapat dua klasifikasi tipe pondasi di tinjau dari letak lapisan tanahnya, yaitu Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 103).

Jenis pondasi yang mempertimbangkan letak lapisan kerasnya dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Pondasi Dangkal (Shallow Foundation)

Pondasi dangkal / langsung adalah pondasi yang mendukung bebannya secara langsung pada lapisan tanah yang baik dan letaknya tidak terlalu dalam (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 103). Menurut *Terzaghi* istilah

pondasi dangkal digunakan untuk pondasi yang mempunyai perbandingan kedalaman dasar pondasi dari permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B) lebih kecil atau sama dengan satu ($\frac{D}{B} \leq 1$). Pondasi lain yang mempunyai lebar kurang dari D, dimasukkan dalam kategori pondasi dangkal. Pada umumnya pondasi dangkal mempunyai kedalaman ≤ 3 meter, missal : pondasi setempat, pondasi menerus, dan pondasi rakit.

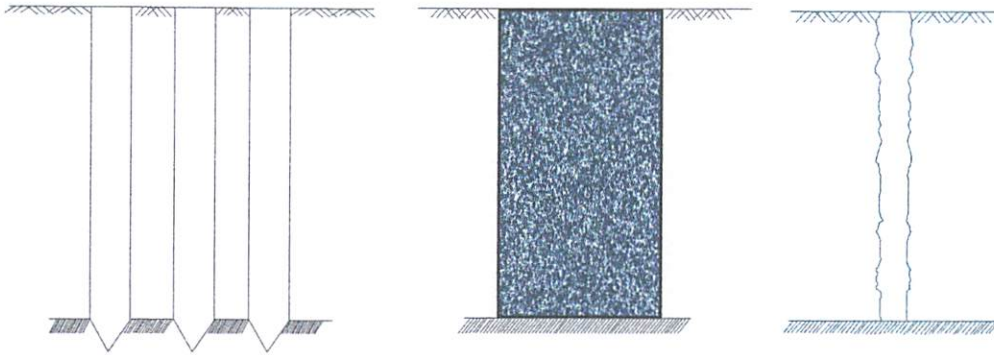


Gambar 2.1. (a) Pondasi Telapak; (b) Pondasi Menerus; (c) Pondasi rakit

2. Pondasi Dalam (Deep Foundation)

Pondasi dalam di definisikan sebagai pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batuan yang terletak relatif jauh dari permukaan (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 103). Pondasi dalam dipergunakan untuk pondasi suatu bangunan yang tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul beban bangunan, sehingga beban bangunan perlu dipindahkan kelapisan yang lebih dalam. Pondasi dalam pada umumnya mempunyai kedalaman $\frac{D}{B} > 4$ meter, dimana kedalaman dasar

pondasi dari permukaan tanah (D) dan lebar pondasi (B), misal : pondasi tiang pancang, pondasi sumuran, pondasi caisson, dan pondasi strauss.



a. Pondasi Tiang Pancang

b. Pondasi Sumuran

c. Pondasi Strauss

Gambar 2.2. : Pondasi Dalam / Tidak Langsung

Pondasi dalam atau pondasi tidak langsung digunakan apabila :

- Daya dukung tanah memenuhi berada atau terletak sangat dalam.
- Tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya.
- Lapisan tanah dibawah permukaan sampai kelapisan keras terdiri atas tanah lunak yang sangat tebal sehingga seandainya dipakai pondasi dangkal, biaya penggalian tanah lunak itu lebih mahal daripada biaya pondasi dalam itu sendiri.
- Adanya beban horizontal
- Lapisan tanah permukaan merupakan jenis tanah yang mudah kembang susut.

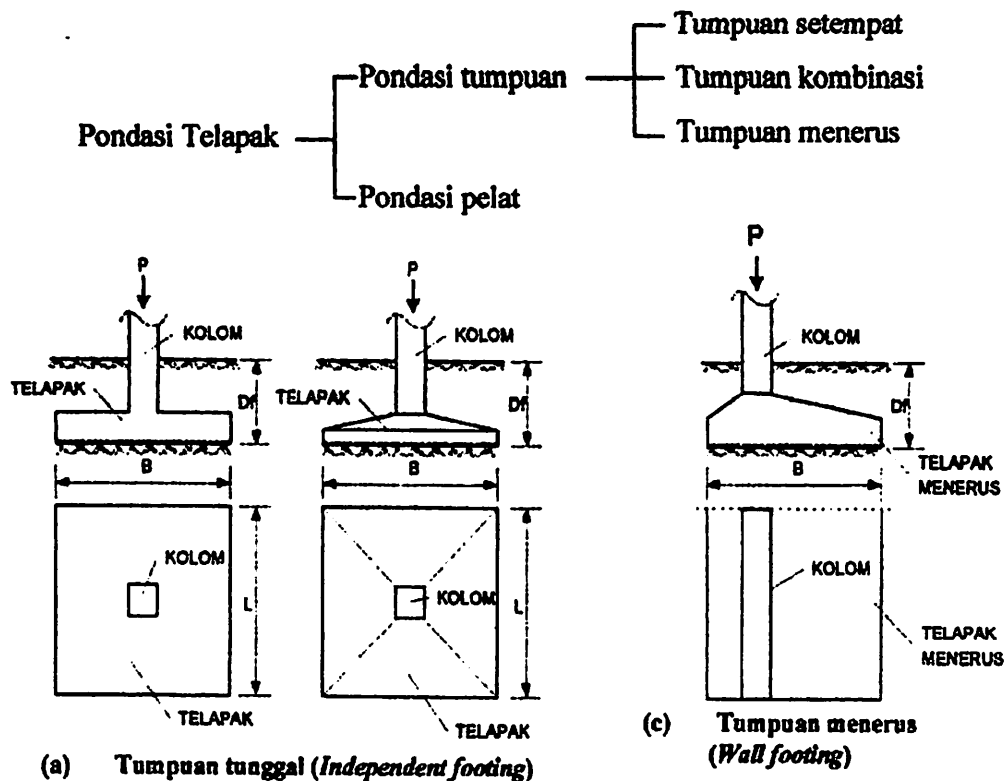
2.3 Pondasi Telapak

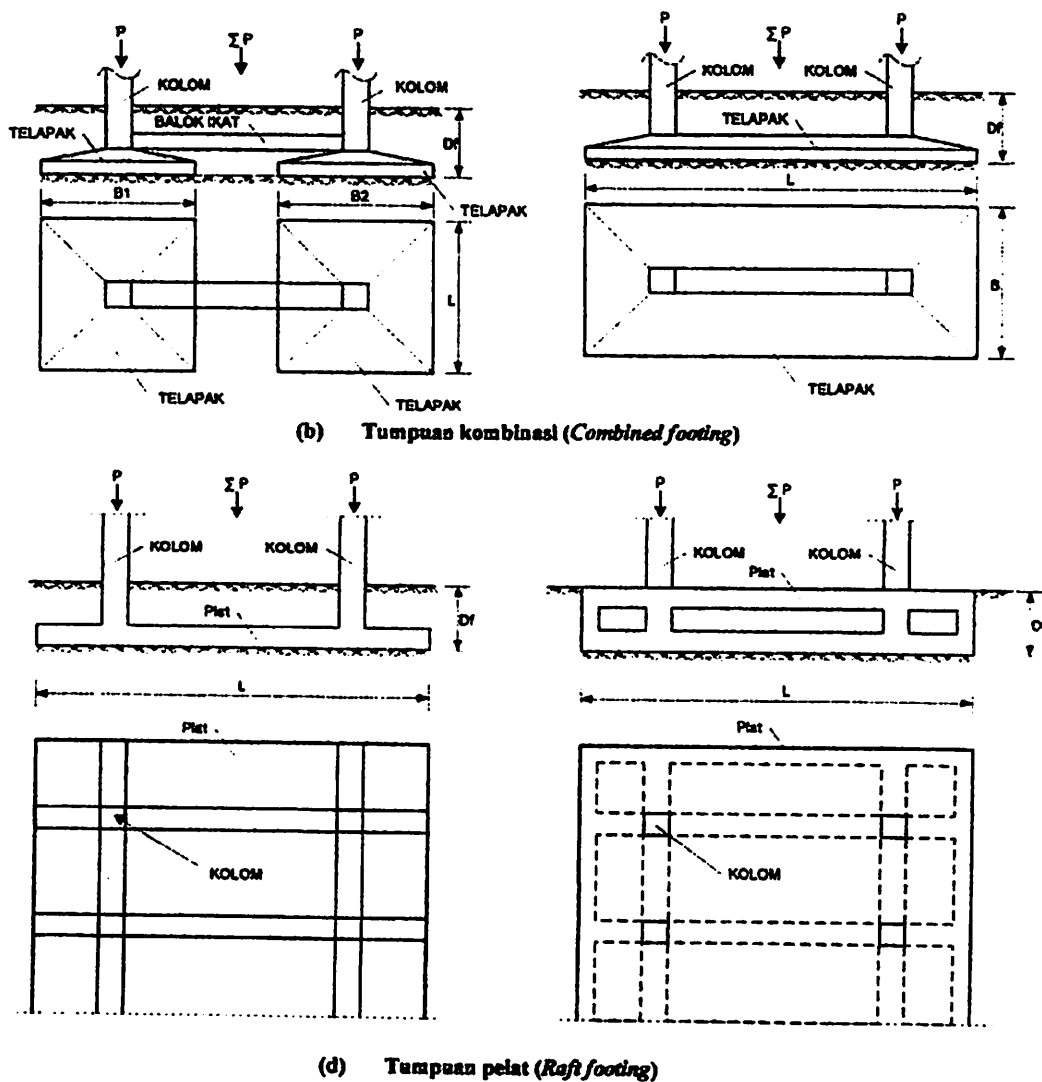
2.3.1. Teori Pondasi telapak

Pondasi telapak adalah suatu pondasi yang mendukung bangunan secara langsung pada tanah pondasi, bilamana terdapat lapisan tanah yang cukup tebal dengan kualitas yang baik yang mampu mendukung bangunan itu pada permukaan atau sedikit di bawah permukaan tanah (Sosrodarsono, Suyono dan Kazuto Nakazawa, Jakarta, 2000., Hal 79).

2.3.2. Jenis – Jenis Pondasi Telapak

Jenis – jenis pondasi telapak dapat dibedakan sebagai berikut :





Gambar 2.3. Jenis-jenis Pondasi Telapak (*spread footing*)

Sumber : (Sosrodarsono, S., Nakazawa, K., 2000., : 80)

2.3.3. Syarat Perencanaan Pondasi Telapak

Menurut Nakazawa dan Sosrodarsono (2000:81), pondasi telapak harus direncanakan sedemikian rupa, sehingga keadaan-keadaan berikut ini dapat dipenuhi, yaitu :

11

Adapun penjelasan gambar di atas adalah sebagai berikut :

- 1) Tanah XYZ dibawah pondasi bergerak kebawah dan kesamping sehingga terjadi garis keruntuhan ZHF dan ZIG;
- 2) Bagian XHF dan YIG dalam keadaan seimbang dengan tekanan tanah pasif;
- 3) Bagian XZH dan YZI merupakan daerah Radial Geser (*Radial Shear*);
- 4) Tanah di atas garis dasar galian pondasi (FXYG)) sebagai *surcharge* (bahan tambahan).

Daya dukung menurut Terzaghi (1943)

Untuk pondasi memanjang (Hardiyatmo, H.C, Yogyakarta, 2011., Hal 118) :

$$q_u = c \cdot N_c + D_f \cdot \gamma \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \quad (2.2)$$

dimana : q_u = daya dukung ultimate untuk pondasi memanjang (kg/cm²)

c = kohesi (kg/cm²)

D_f = kedalaman pondasi (cm)

γ = berat volume tanah (kg/cm²)

$D_f \cdot \gamma = p_o$ = tekanan *overburden* pada dasar pondasi (kg/cm²)

$N_c = N_q = N_\gamma$ = factor daya dukung Terzaghi

B = diameter pondasi (cm)

Jadi untuk menghitung daya dukung tanah, perlu diketahui berat volume tanah (γ), kohesi tanah (c), dan sudut geser tanah (ϕ). Rumus daya dukung tanah Terzaghi tersebut berlaku pada kondisi *general shear failure* yang terjadi pada tanah padat atau agak keras yaitu karena desakan pondasi bangunan pada tanah, maka mula-mula terjadi penurunan kecil, tetapi bila desakan bertambah sampai melampaui batas daya dukung tanah ultimate maka akan terjadi penurunan yang besar dan cepat dan tanah dibawah pondasi akan mendesak tanah sekitarnya kesamping dan menyebabkan tanah tersebut atau terdesak naik (*bulge out*) di atas muka tanah.

Pada lapisan tanah yang agak lunak atau kurang padat karena desakan pondasi bangunan pada tanah, maka akan tampak adanya penurunan yang besar sebelum terjadi keruntuhan pada keseimbangan tanah di bawah pondasi. Kondisi ini disebut *local shear failure*. Nilai N_c , N_q , N_γ , tergantung dari besarnya sudut geser dalam (ϕ), yang didasarkan pada keruntuhan sudut geser umum dari suatu bahan plastis, yang volume dan kuat gesernya tidak berubah oleh adanya keruntuhan. Untuk kondisi ini rumus daya dukung Terzaghi harus direduksi dengan :

$$c' = 2/3 c \quad (2.3)$$

$$\tan \phi' = 2/3 \cdot \tan \phi \quad (2.4)$$

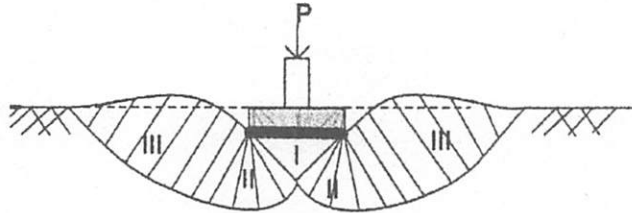
dimana : c' = kohesi sudut pada “local shear failure”.

ϕ' = sudut geser tanah pada “local shear failure”.

Sedangkan untuk factor daya dukung tanah dipakai N_c' ; N_q' ; N_γ'

Untuk tanah non-kohefif dapat digunakan pedoman sebagai berikut :

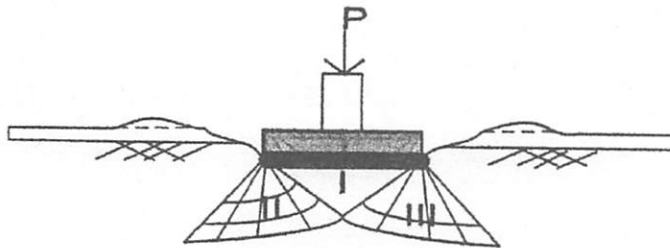
- 1.) Keruntuhan geser menyeluruh (General shear) dari tanah dibawah pondasi.



Gambar 2.5. General Shear Failure Terjadi Umumnya pada Tanah $\phi > 28^\circ$

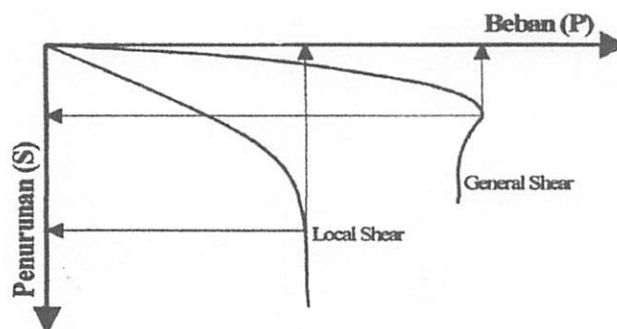
Sumber : (Das, B., M., 1993., : 118)

- 2.) Keruntuhan geser setempat (local shear) pada tanah dibawah pondasi.



Gambar 2.6. Local Shear Failure Terjadi Umumnya pada Tanah $\phi \leq 28^\circ$

Sumber : (Das, B., M., 1993., : 118)



Gambar 2.7. Grafik Keruntuhan Geser Umum dan Geser Lokal

Tabel 2.1. Koefisien Daya dukung dari Terzaghi

ϕ	Keruntuhan geser umum			Keruntuhan geser lokal		
	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0°	5,7	1,0	0	5,7	1,0	0,0
5°	7,3	1,6	0,5	6,7	1,4	0,2
10°	9,6	2,7	1,2	8,0	1,9	0,5
15°	12,9	4,4	2,5	9,7	2,7	0,9
20°	17,7	7,4	5,0	11,8	3,9	1,7
25°	25,1	12,7	9,7	14,8	5,6	3,2
30°	37,2	22,5	19,7	19,0	8,3	5,7
34°	52,6	36,5	35,0	23,7	11,7	9,0
35°	57,8	41,4	42,4	25,2	12,6	10,1
40°	95,7	81,3	100,4	34,9	20,5	18,8
45°	172,3	173,3	297,5	51,2	35,1	37,7
48°	258,3	287,9	780,1	66,8	50,5	60,4
50°	347,6	415,1	1153,1	81,3	65,6	87,1

Sumber : (Hardiyatmo, H.C., 2002., : 94)

Pada tanah granuler, seperti pasir dan kerikil, tidak berkoheesi ($c = 0$), atau mempunyai kohesi namun sangat kecil sehingga dalam hitungan kapasitas sering diabaikan. Untuk tanah tidak berkoheesi, persamaan umum kapasitas dukung ultimit Terzaghi akan menjadi sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 134) :

$$q_u = p_o \cdot N_q + 0,5 \cdot B \cdot \gamma \cdot N_\gamma \quad (2.5)$$

dimana : q_u = daya dukung ultimit (kg/cm^2)

B = lebar atau dimensi pondasi (cm)

p_o = tekanan overburden pada dasar pondasi (kg/cm^2)

N_q, N_γ = factor-faktor kapasitas dukung Terzaghi (tabel 2.4.)

Kapasitas Dukung Menggunakan Hasil Uji Kerucut Statis (*Sondir*)

Untuk pondasi pada lapisan pasir (tanah non kohesi, $c=0$), Mayerhof (1956) menyarankan persamaan sederhana untuk menentukan kapasitas dukung ijin, yaitu (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 233) :

- Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \leq 1,20$ m

$$q_a = \frac{q_c}{30} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.6)$$

- Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \geq 1,20$ m

$$q_a = \frac{q_c}{50} \left(\frac{B+0,3}{B} \right)^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.7)$$

Untuk tanah kohesif ($c \neq 0$), nilai kuat geser undrained ($S_u = C_u$) yang disarankan Begemann (1974) :

$$S_u = \frac{q_c - P_{o'}}{N_{c'}} \quad (2.8)$$

dimana : q_a = daya dukung yang diijinkan (kg/cm^2)

q_c = Tahanan konus (kg/cm^2)

B = Lebar pondasi (cm)

$P_{o'}$ = Tekanan overburden efektif (kg/cm^2)

$N_{c'}$ = Konstanta yang nilainya diantara 5-70, tergantung dari jenis tanah (umumnya dari 9-15).

2.3.5. Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak

Secara umum penurunan (*settlement*) pada tanah yang disebabkan oleh pembebanan dapat dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu :

1. **Penurunan segera (*immediate settlement*)**, adalah penurunan yang dihasilkan oleh distorsi massa tanah yang tertekan dan terjadi pada volume konstan.

Persamaan penurunan segera atau penurunan elastis dari pondasi yang terletak di permukaan tanah yang homogeny, elastis, isotropis, pada media semi tak terhingga, dinyatakan oleh (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 277) :

$$S_i = \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p \quad (2.9)$$

dimana : S_i = penurunan-segera (m)

q = Tekanan pada dasar pondasi (kN/m^2)

B = Lebar pondasi (m)

E = Modulus elastis (kN/m^2)

μ = rasio poisson

I_p = faktor pengaruh

Untuk pondasi fleksibel, Terzaghi (1943) menyarankan nilai I_p untuk menghitung penurunan pada sudut luasan empat persegi panjang sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 278) :

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left(\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right] \quad (2.10)$$

dimana : L = panjang pondasi (m)

Perkiraan nilai rasio poisson (μ) dapat dilihat pada tabel 2.2. Terzaghi menyarankan (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 279):

$\mu = 0.3$ untuk pasir

$\mu = 0.4$ sampai 0.43 untuk lempung

Umumnya, banyak digunakan :

$\mu = 0.3$ sampai 0.35 untuk pasir

$\mu = 0.4$ sampai 0.5 untuk lempung

Perkiraan nilai modulus elastis (E) dapat dilihat pada tabel 2.3.

Jika tebal lapisan terbatas (H), dan lapisan yang mendasari lapisan tersebut berupa lapisan keras tak terhingga, maka penurunan-segera pada sudut luasan beban terbagi rata empat persegi panjang fleksibel yang terletak di permukaan, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang diusulkan Steinbrenner (1934) (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 282):

$$S_i = \frac{q \times B}{E} \times I_p \quad (2.11)$$

dengan,

$$I_p = (1 - \mu^2)F_1 + (1 - \mu - 2\mu^2)F_2 \quad (2.12)$$

F_1 dan F_2 adalah koefisien-koefisien yang diusulkan oleh Steinbrenner (1934) dalam bentuk grafik, dapat dilihat pada gambar 2.8.

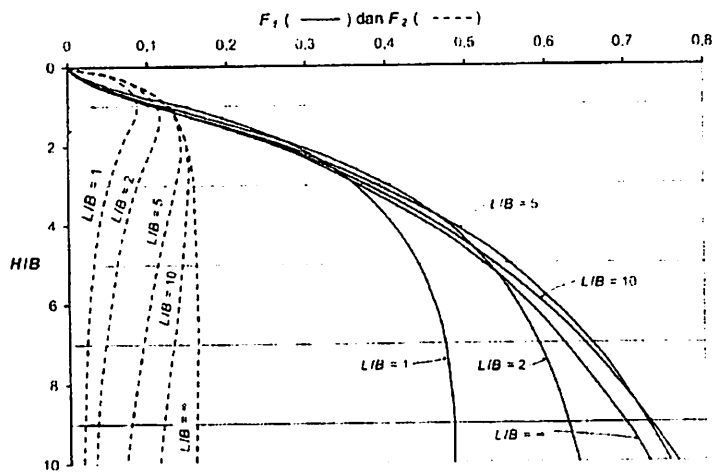
Tabel 2.2. Perkiraan Rasio Poisson (μ) (Bowles,1968)

macam Tanah	μ
lempung jenuh	0,4 - 0,5
lempung jenih	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, $c = 0,4-0,7$)	0,15
pasir halus (angka pori, $c = 0,4-0,7$)	0,25
batu (agak Tergantung dari macamnya)	0,1 - 0,4
loess	0,1 - 0,3

Sumber : (Hardiyatmo, H.C.,2011,280)

Tabel 2.3. Perkiraan Modulus Elastis (E) (Bowles,1977)

Macam tanah	E (kN/m ²)
Lempung	
Sangat lunak	300 - 3.000
Lunak	2.000 - 4.000
Sedang	4.500 - 9.000
Keras	7.000 - 20.000
Berpasir	30.000 - 42.500
Pasir	
Berlanau	5.000 - 20.000
Tidak padat	10.000 - 25.000
padat	50.000 - 100.000
Pasir dan kerikil	
Padat	80.000 - 200.000
Tidak padat	50.000 - 140.000
Lanau	2.000 - 20.000
Loess	15.000 - 60.000
Serpih	140.000 - 1.400.000



Gambar 2.8. Koefisien-koefisien Penurunan Segera oleh Stienbrenner (1934)

2. **Penurunan konsolidasi (*consolidation settlement*)**, yang merupakan hasil dari perubahan volume tanah jenuh air sebagai akibat dari keluarnya air yang menempati pori-pori tanah. Penurunan konsolidasi terdiri dari 2 tahap, yaitu :

a. **Konsolidasi primer**, yaitu penurunan yang terjadi sebagai hasil pengurangan volume tanah akibat aliran air meninggalkan zona tertekan yang diikuti oleh pengurangan tekanan air pori. Penurunan akibat konsolidasi primer dihitung dengan persamaan berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 308) :

$$Sc = mv \times \Delta p \times H \quad (2.13)$$

Menentukan nilai angka kompresibilitas C_c akibat tekan overburden efektif (P_o') dengan perkiraan (Soedarmo, G. Djatmiko, 1997:72) :

$$C_c = 0,3 \times (e_o - 0,27) \quad (2.14)$$

Untuk lempung terkonsolidasi normal, perubahan angka pori (Δe) akibat konsolidasi dinyatakan oleh (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 304) :

$$\Delta e = C_c \cdot \log \frac{P_{o'} + \Delta p}{P_{o'}} \quad (2.15)$$

Jika diketahui penurunan konsolidasi menggunakan rumus,

$S_c = mv \times \Delta p \times H$, maka perhitungan koefisien perubahan volume yaitu (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 308) :

$$mv = \frac{\Delta e}{\Delta p \times (1+e_o)} \quad (2.16)$$

dimana : S_c = penurunan akibat konsolidasi primer (cm)

C_c = angka kompresibilitas

e_o = angka pori awal sebelum tanah dibebani

mv = koefisien pperubahan volume (cm^2/kg)

Δp = tegangan tambahan (kg/cm^2)

Δe = perubahan angka pori

H = tebal lapisan tanah (cm)

- b. Konsolidasi sekunder**, yaitu penurunan yang berlangsung setelah konsolidasi primer selesai yang tegangan efektif akibat bebannya telah konstan. Besar penurunannya merupakan fungsi waktu (t) dan kemiringan kurva indeks pemampatan sekunder (C_α). Persamaan kemiringan C_α dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 317) :

$$C\alpha = \frac{\Delta e}{\log(t_2/t_1)} \quad (2.17)$$

Penurunan akibat konsolidasi sekunder dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 318) :

$$S_s = \frac{C\alpha}{1+e_p} H \log \frac{t_2}{t_1} \quad (2.18)$$

Dimana : S_s = penurunan konsolidasi sekunder (cm)

H = tebal lapisan tanah (cm)

e_p = angka pori akhir konsolidasi

$t_2 = t_1 + \Delta t$

c. **Penurunan total**, adalah jumlah dari ketiga komponen penurunan di atas atau dinyatakan dalam (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 276) :

$$S = S_i + S_c + S_s \quad (2.19)$$

dimana : S = total penurunan (cm)

S_i = penurunan segera (cm)

S_c = penurunan konsolidasi primer (cm)

S_s = penurunan konsolidasi sekunder (cm)

Untuk menghitung penurunan konsolidasi pada waktu tertentu (t) digunakan persamaan sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 310) :

$$t = \frac{T_v H t^2}{C_v} \quad (2.20)$$

dimana : T_v = faktor waktu (detik)

H_t = panjang lintasan drainase ($H_t = H/2$ untuk drainase dua arah
dan $H_t = H$ untuk drainase satu arah)

H = tebal lapisan tanah yang mampat (cm)

C_v = koefisien konsolidasi pada interval tekanan tertentu

t = waktu konsolidasi (detik)

Tabel 2.4. 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, fondasi rakit (<i>mat</i>)	8 – 30 cm
Kemiringan	Stabilitas terhadap penggulingan	Bergantung pada tinggi dan lebar
	Miringnya cerobong asap, menara	0,004L
	<i>Rolling of trucks</i> , dll.	0,01L
	<i>Stacking of goods</i>	0,01L
	Operasi mesin – perkakas benang tenun	0,003L
	Operasi mesin – generator turbo	0,0002L
	Rel derek (<i>crane rail</i>)	0,003L
	Drainase lantai	0,01 – 0,02L
Gerakan tidak seragam	Dinding bata kontinyu tinggi	0,0005 – 0,001L
	Bangunan penggilingan satu lantai (dari batu bata), dinding retak	0,001 – 0,002L
	Plesteran retak (gypsum)	0,001L
	Bangunan rangka beton bertulang	0,0025 – 0,004L
	Bangunan dinding tirai beton bertulang	0,003L
	Rangka baja, kontinyu	0,002L
	Rangka baja sederhana	0,005L

Sumber : (Hardiyatmo, H.C.,2011,280)

2.3.6. Perancangan Struktural Pondasi Telapak

Perancangan struktur pondasi didasarkan pada momen-momen dan tegangan geser yang terjadi akibat tekanan sentuh antara dasar pondasi dan tanah. Dalam

analisis dianggap bahwa pondasi sangat kaku dan tekanan pondasi didistribusikan secara linier pada dasar pondasi. Tanah tidak dapat menahan tegangan tarik bila hitungan secara teoritis terjadi tegangan tarik, maka tegangan tersebut diabaikan dan dirumuskan sebagai berikut (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 355) :

$$q_{maks, min} = \frac{P}{A} \pm \frac{MxYo}{Ix} \pm \frac{MyXo}{Iy} \quad (2.21)$$

dimana : q = tekanan sentuh, yaitu tekanan yang terjadi pada kontak antara dasar pondasi dan tanah dasar pada titik (x_o, y_o) (kg/cm^2)

P = beban total arah vertikal (kg)

A = luas dasar pondasi (m^2)

Mx, My = berturut-turut momen terhadap sumbu x dan sumbu y (kgm)

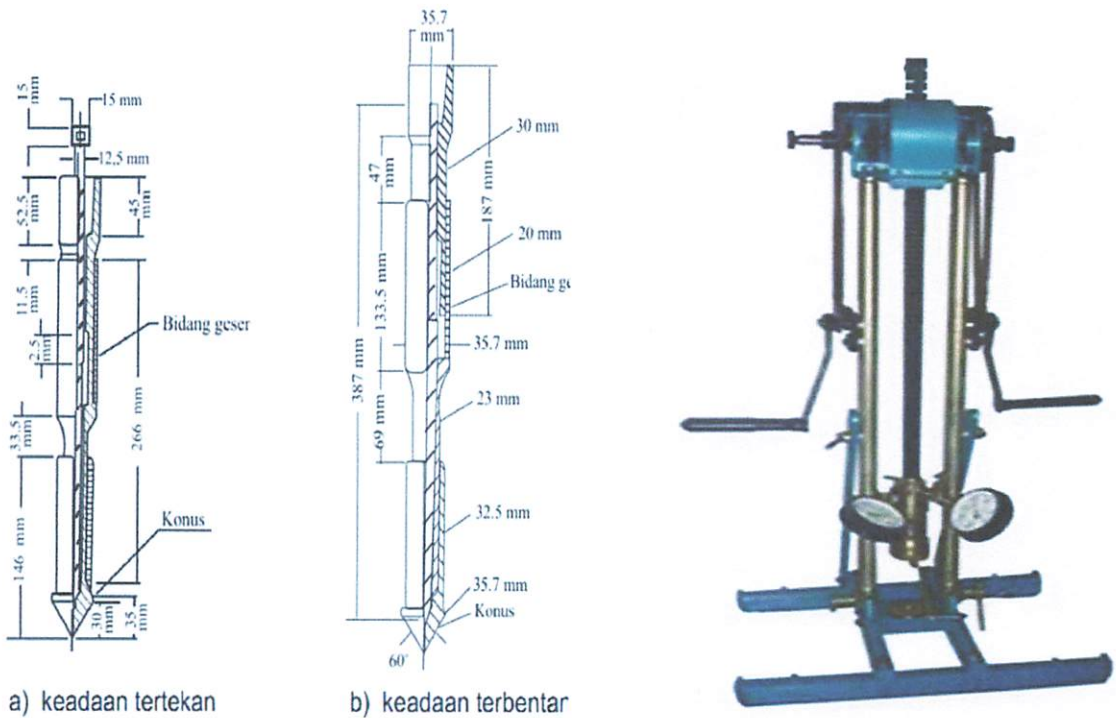
Ix, Iy = berturut-turut momen inersia terhadap sumbu x dan sumbu y (m^4)

x_o, y_o = koordinat titik pusat

2.4. Konversi Data Sondir ke Parameter Tanah

Uji penetrasi kerucut statis atau uji *sondir* banyak digunakan di Indonesia, di samping uji SPT. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau tahanan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian, dapat dikorelasikan secara langsung dengan kapasitas dukung tanah dan penurunan pada pondasi-pondasi dangkal dan pondasi tiang (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 72).

Pekerjaan sondir yang dilaksanakan menggunakan bikonus tipe Begemann dengan kapasitas maksimum 250 kg/cm^2 , yang mempunyai diameter 3,57 cm, dengan kemiringan kerucut 60° . Pada saat melakukan test, penetrometer ditusukkan ke dalam tanah dengan kecepatan 2 cm per detik. Data penetrasi dan jumlah penetrasi diperoleh dari pembacaan manometer dengan 25system hidrolik, dengan interval 20 cm. Pada setiap kedalaman 20 cm, yang dapat dibaca pada manometer adalah penetrasi konus (PK) bacaan yang pertama, sedangkan bacaan kedua adalah jumlah penetrasi (JP) yang merupakan penetrasi konus (PK) + hambatan lekat (HL). Untuk kemudian dihitung hambatan lekatnya (HL) tiap 20 cm. Besarnya jumlah hambatan lekat (JHL) sama dengan jumlah komulatif dari hambatan lekat (HL).



Gambar 2.9. Alat Kerucut Statis (bikonus)



Gambar 2.10. Contoh Penyelidikan Tanah di lapangan dengan Cara Sondir

Langkah – langkah yang harus dilakukan dalam mengkonversikan data sondir ke parameter tanah, antara lain :

1. $q_c = 4N$

dimana : N = Nilai SPT

q_c = tahanan konus (kg/cm^2)

2. Hubungan N dan q_c dari jenis tanah

- Lanau, lempung, lanau berpasir sedikit kohesif, $N = 2.q_c$
- Pasir bersih halus sampai sedang, pasir sedikit lanau, $N = 3,5.q_c$
- Pasir kasar dan pasir sedikit kerikil, $N = 5.q_c$
- Kerikil berpasir, $N = 6.q_c$

3. Setelah mendapat nilai N , kita dapat menentukan nilai sudut geser (ϕ)

- $\phi = \sqrt{20N} + 15$ (Ohsaki)
- $\phi = \sqrt{12N} + 25$ (Dunham)

Tabel 2.5. Nilai Gamma

Deskripsi Tanah	Porositas (n)	Angka pori (e)	Kadar Air (w) %	Berat Unit	
				(gr/ γ_d	cm ³ γ_{sat}
Pasir seragam, tidak padat	0,46	0,85	32	1,43	1,89
Pasir seragam, padat	0,34	0,51	19	1,75	2,09
Pasir butiran campuran, tidak padat	0,40	0,67	25	1,59	1,99
Pasir butiran campuran, padat	0,30	0,43	16	1,86	2,16
Lanau angina	0,50	0,99	21	1,36	1,86
Tanah glasial, butiran sangat campur	0,20	0,25	9	2,12	2,32
Lempung glasial lunak	0,55	1,20	45	1,22	1,77
Lempung glasial kaku	0,37	0,60	22	1,70	2,07
Lempung agak organik, lunak	0,66	1,90	70	0,93	1,58
Lempung sangat organik, lunak	0,75	3,00	110	0,68	1,43
Lempung montmorillonit, lunak	0,84	5,20	19	0,43	1,27

Sumber : (Terzaghi, Karl & Ralph B. Peck, 1993, 22)

Setelah mendapatkan jenis tanah disetiap lapisan dan nilai N, selanjutnya dapat ditentukan konsistensi dari masing-masing lapisan berdasarkan hubungan antara kepadatan relative, sudut geser dalam, dan nilai N dari pasir seperti pada tabel 2.6. serta hubungan antara konsistensi tegangan geser unconfined dan nilai N dari lempung seperti pada tabel 2.7. (Suyono S., 2000:58-59)

Tabel 2.6. Hubungan antara konsistensi tegangan geser unconfined dari lempung dan nilai N (Terzaghi)

Konsistensi	Sangat lunak	lunak	sedang	keras	sangat keras	padat
N	kurang dari 2	2-4	4-8	8-15	15-30	lebih dari 30
qu (kg/cm ²)	kurang dari 0,25	0,25-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	lebih dari 4,0

Tabel 2.7. Hubungan antara kepadatan relatif, sudut geser dalam dan nilai N dari pasir (Peck, Mayerhof)

Nilai N	Kepadatan relatif $D_r = \frac{e_{max}-e}{e_{max}-e_{min}}$	Sudut Geser dalam	
		Menurut Peck	Menurut Mayerhof
0-4	sangat Lepas 0,0 - 0,2	kurang dari 28,5	kurang dari 30
4-10	Lepas 0,2-0,4	28,5-30	30-35
10-30	sedang 0,4-0,6	30-36	35-40
30-50	padat 0,6-0,8	36-41	40-45
lebih lepas 50	sangat padat 0,8-1,0	lebih dari 41	lebih dari 45

Nilai berat jenis (Gs) bersifat tetap untuk setiap jenis tanahnya. Berat jenis tanah mempunyai nilai tertentu untuk menghitung rasio rongga kalau diketahui berat satuan dan kandungan airnya. Nilai Gs tidak banyak bervariasi untuk kebanyakan jenis tanah, nilai-nilai yang diperlihatkan berikut diperkirakan tanpa melaksanakan pengujian. Pada umumnya nilai $G_s = 2.67$ dipakai untuk tanah tak berkohesi dan nilai $G_s = 2.70$ untuk lempung anorganik. (J.E.Bowles, 1992:28)

Tabel 2.8. Nilai Berat Jenis Tanah (Gs)

Tanah	Gs
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau, anorganik	2,62 – 2,68
Lempung, organik	2,58 – 2,65
Lempung, anorganik	2,68 – 2,75

Kemudian, nilai n , e , kadar air (w), dan G_s yang sudah diketahui, digunakan untuk mencari nilai berat volume tanah kering (γ_{dry}), berat volume tanah jenuh (γ_{sat}), berat volume tanah dalam air (γ_m), dan nilai derajat kejenuhan (S_r), sehingga dapat dirumuskan :

$$\gamma_{dry} = \frac{G_s \times \gamma_w}{1+e} \quad (2.22)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s \times e}{1+e} \quad (2.23)$$

$$\gamma_m = \frac{G_s \times \gamma_w \times (1+w)}{1+e} \quad (2.24)$$

$$S_r = \frac{w \times G_s}{e} \quad (2.25)$$

Jika nilai derajat kejenuhan (S_r) rata-rata per-lapisan tanah sama dengan satu ($S_r \leq 1$), maka tanah tersebut dalam keadaan jenuh (saturated), sehingga nilai berat volume (γ) yang digunakan pada perhitungan daya dukung adalah berat volume apung (buoyant unit weight) atau berat volume efektif $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$ karena lapisan tanahnya dianggap terendam air dimana berat volume air $\gamma_w = 1.00 \text{ kg/cm}^3$. Dan jika nilai derajat kejenuhan (S_r) kurang dari satu ($S_r < 1$), maka tanah tersebut dalam keadaan basah, sehingga nilai berat volume (γ) yang digunakan adalah $\gamma' = \gamma_m$.

dimana:

n = Porositas

e = Angka pori

w = kadar air jenuh (%)

Gs = berat jenis

Sr = Derajat kejenuhan

BAB III

ANALISA PEMBEBANAN DAN STATIKA

3.1. Data Perencanaan

3.1.1 Bangunan

1. Fungsi Bangunan = Gudang (lantai 1/dasar) dan parkir (lantai 2-4)
2. Lantai Bangunan = Plat Beton Bertulang
3. Lokasi Bangunan = Jl. Jaksa Agung Suprpto No.2 Malang
4. Panjang Bangunan = 48,21 m
5. Lebar Bangunan = 18 m (utara) dan 14,45 m (selatan)
6. Tinggi Bangunan = 10,80 m
7. Zona Gempa = Wilayah Gempa 4
8. Data Tanah = Sondir

3.1.2 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) = 350 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 :

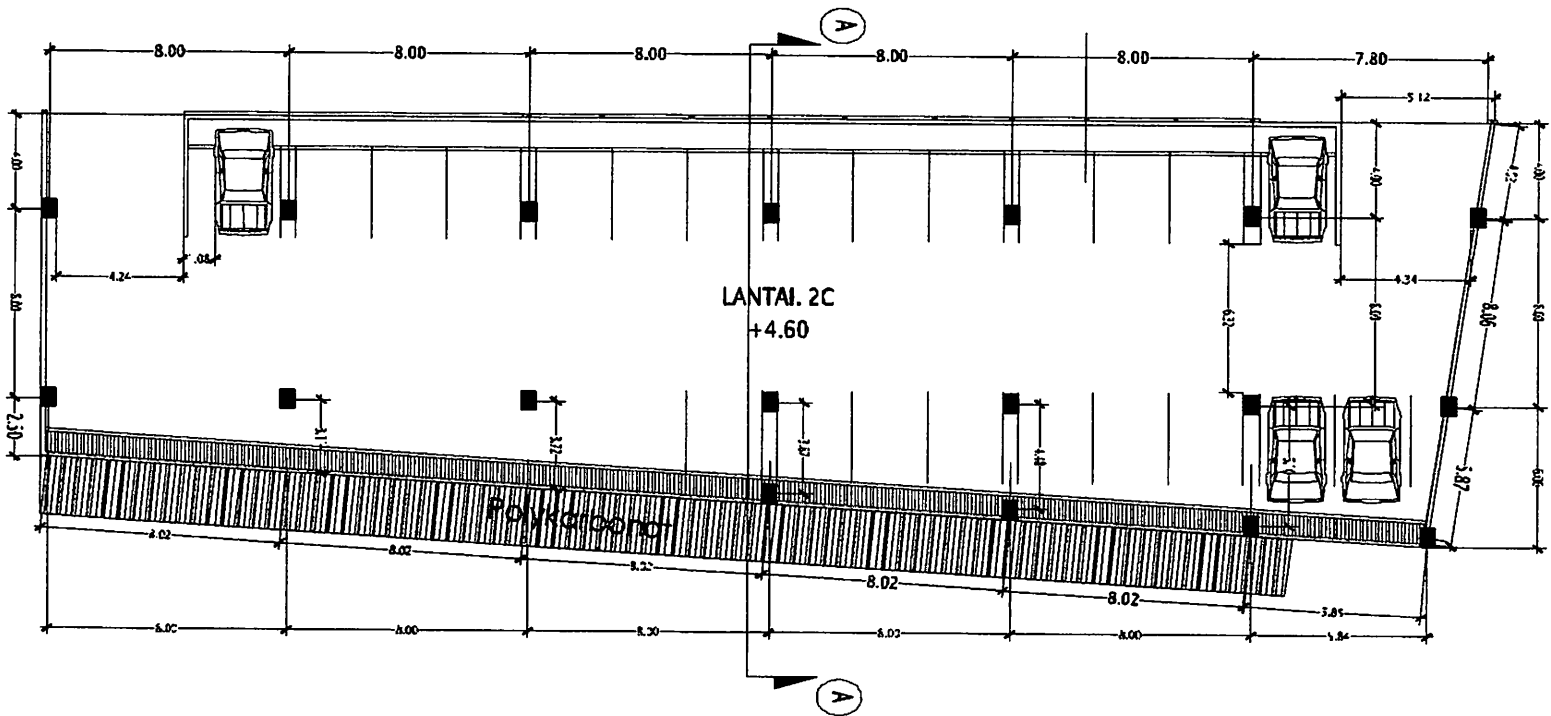
- Beban mati : D
- Beban hidup : L
- Beban gempa : E

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

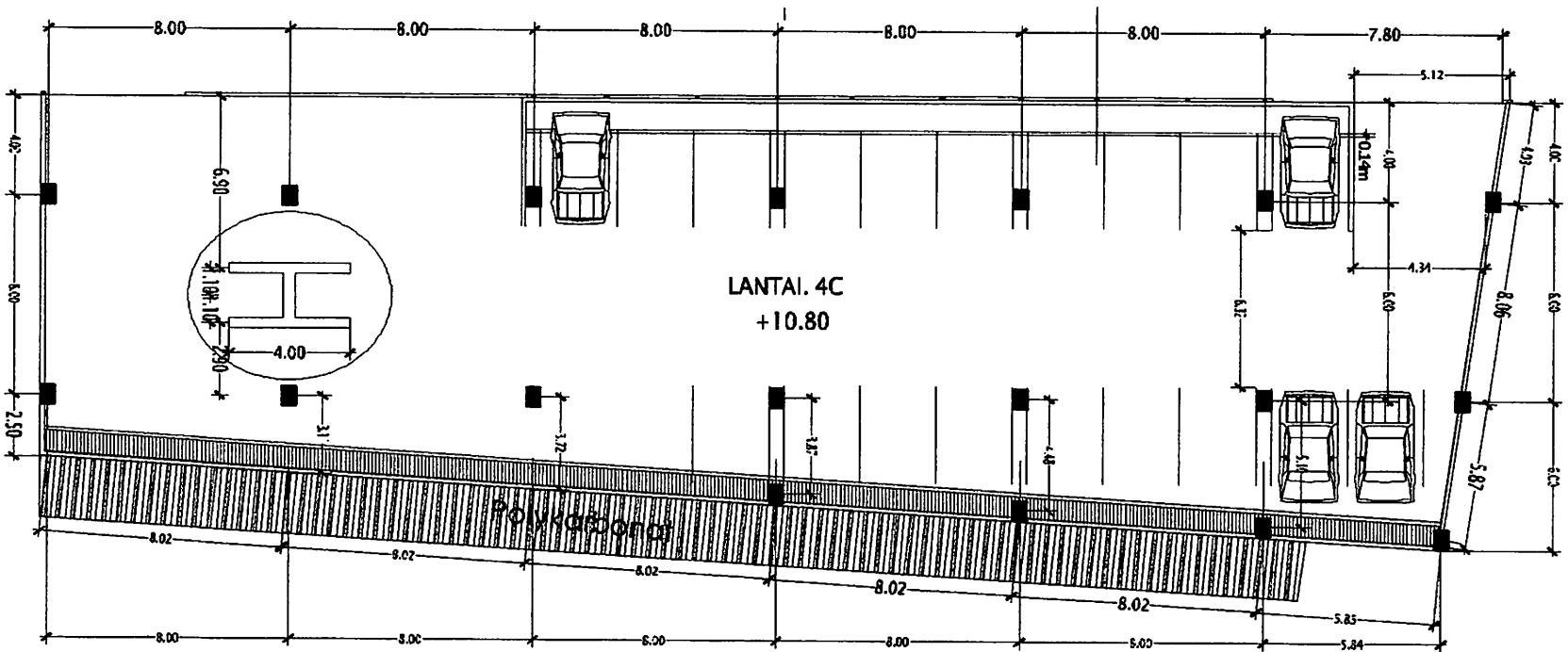
- Beton bertulang = 2400 kg/m^3
- Berat dinding = 1700 kg/m^3
- Beton (bukan beton pengisi) = 2200 kg/m^3

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

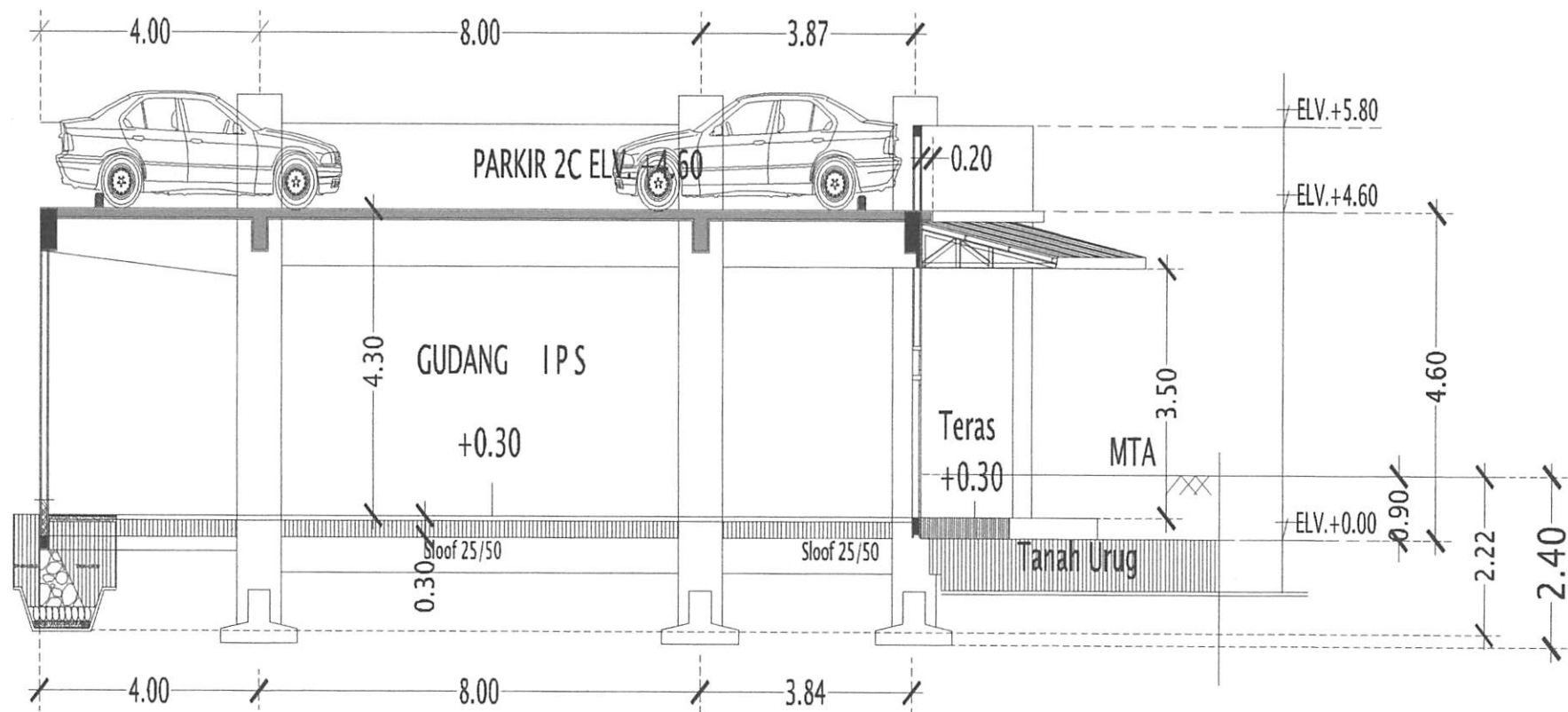
- Beban hidup bangunan parkir = 400 kg/m^2
- Beban hidup untuk helipad = 1870,5 kg (beban terpusat)
- Beban hidup air hujan = 20 kg/m^2



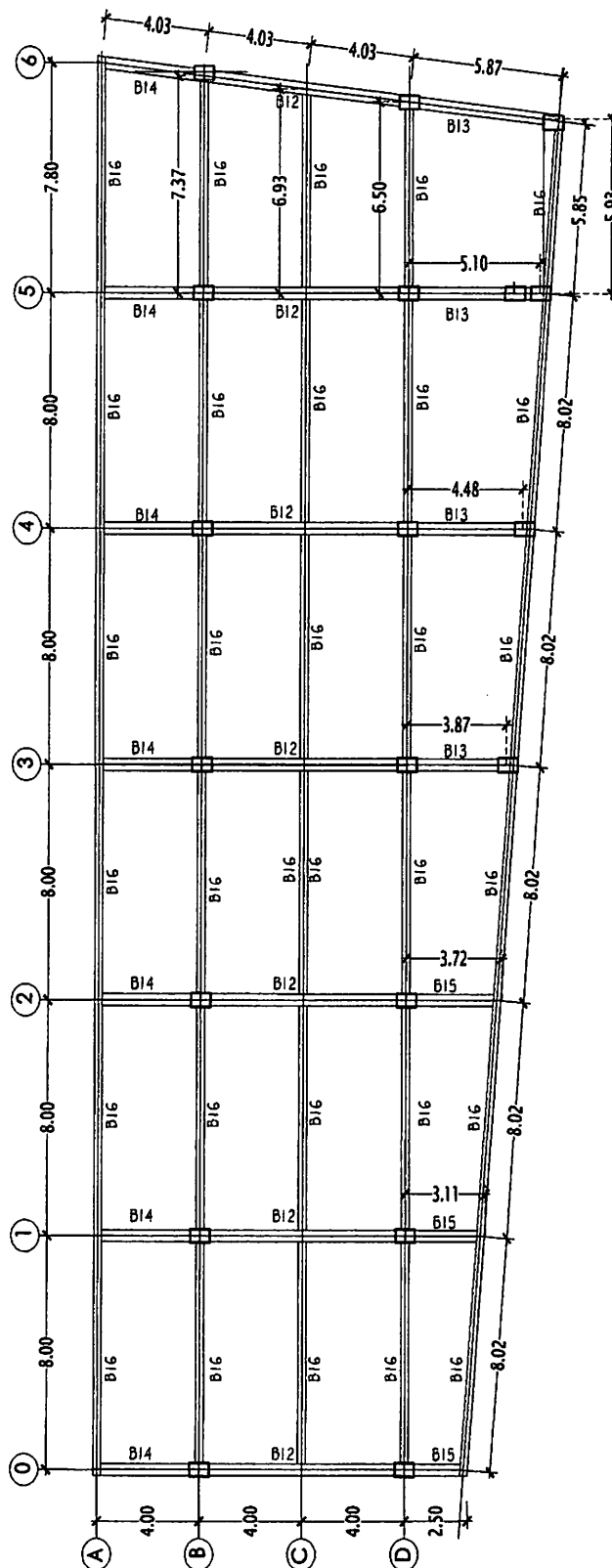
Gambar 3.1 DENAH PARKIR LANTAI 2 & 3



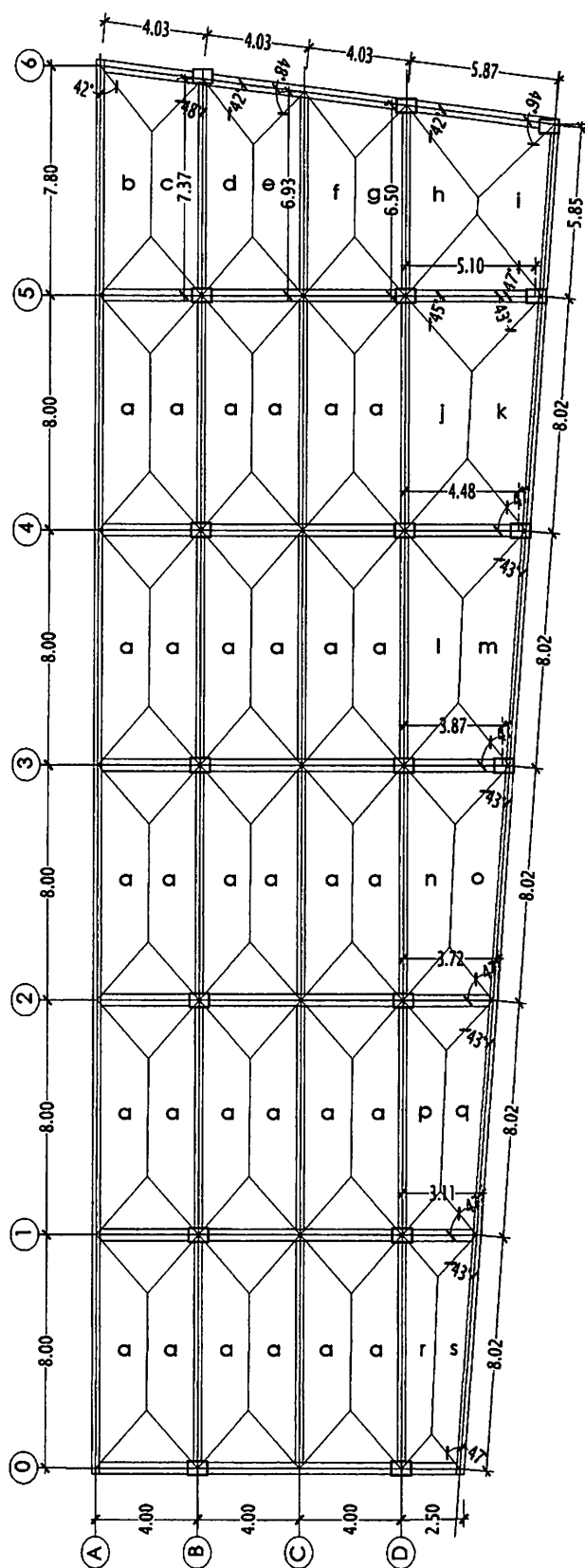
Gambar 3.2 DENAH PARKIR LANTAI 4



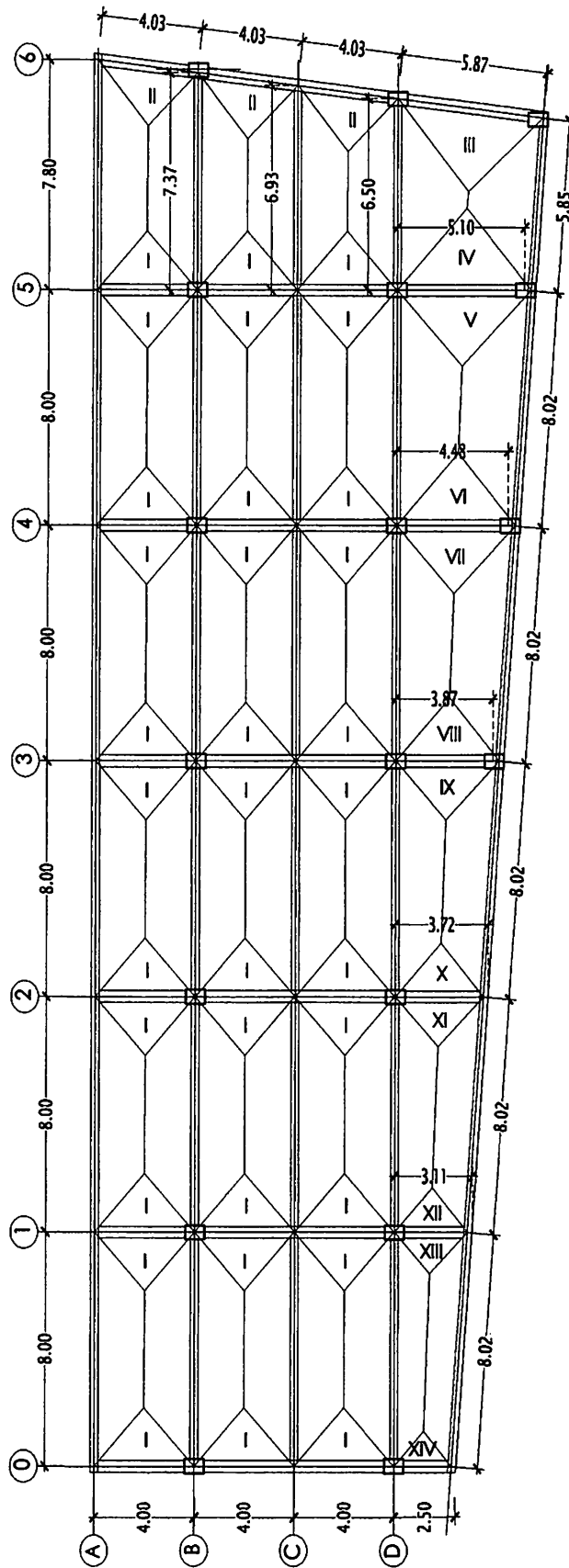
Gambar 3.3 POTONGAN A-A



Gambar 3.4 DENAH PEMBALOKAN LANTAI 2 - 4



Gambar 3.5 Perataan Beban Balok Memanjang



Gambar 3.6 Perataan Beban Balok Melintang

5. Dimensi balok dan kolom

a. Balok

- B12 = B13 = B15 = 40 x 80
- B14 = 40 x 60 (ujung) dan 40 x 95 (pangkal)
- B16 = 30 x 60

b. Kolom

- K1 = 50 x 80
- K2 = 15 x 15 (kolom praktis)

3.2 Perhitungan Pembebanan

3.2.1 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Lantai 2 & 3

- Beban Mati (qd)

$$\begin{array}{rcl} \text{-- Berat sendiri plat} & = 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 360 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qd} & & = 360 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

- Beban Hidup (ql)

$$\text{Fungsi bangunan gedung parkir} = 400 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{PPIUG 1983 ; 17})$$

$$\text{-- Gedung parkir} = 400 \text{ kg/m}^2$$

3.2.2 Perhitungan Beban yang Bekerja pada Lantai 4

- Beban Mati (qd)

$$\begin{array}{rcl} \text{-- Berat sendiri plat} & = 0.15 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 360 \text{ kg/m}^2 \\ \hline \text{qd} & & = 360 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

- **Beban Hidup (ql)**

- Di luar daerah landasan helipad = 400 kg/m^2 (PPIUG 1983;17)

- Pada daerah landasan helipad

- Berat bruto helicopter (type FH-1100) = 1247 kg (PPIUG 1983;18)

- Beban rencana = berat bruto x koefisien kejut

$$= 1247 \text{ kg} \times 1.5$$

$$= 1870.5 \text{ kg}$$

Beban pada landasan helipad merupakan beban terpusat, yang terbagi

pada 2 tumpuan, jadi beban masing-masing tumpuan adalah : $\frac{1870.5 \text{ kg}}{2}$

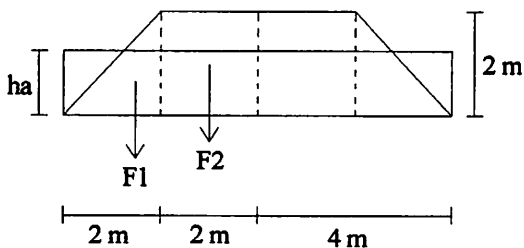
= 935.25 kg

- Beban air hujan = 20 kg/m^2 (PPIUG 1983;13)

3.2.3 Pembebanan pada Portal Memanjang

3.2.3.1 Perataan Beban Plat pada Balok Memanjang

a. Tipe A



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2 \text{ m}$$

$$F_2 = 2.2 = 4 \text{ m}$$

$$R_A = R_B = F_1 + F_2 = 2 + 4 = 6$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h a \cdot l^2$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (2 + \frac{1}{3} \cdot 2)) - (F_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2)$$

$$= (6 \cdot 4) - (2 \cdot (2 + \frac{1}{3} \cdot 2)) - (4 \cdot 1)$$

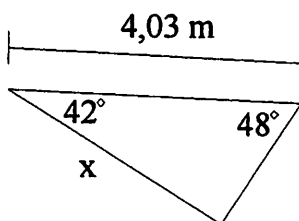
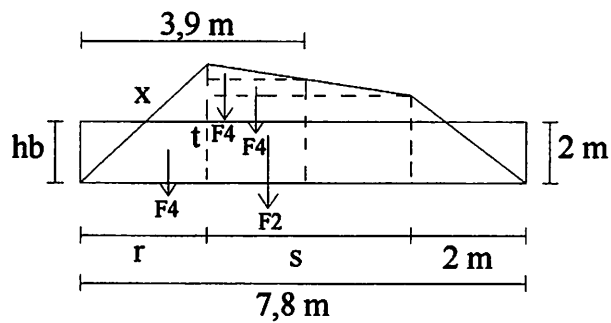
$$= 14,667 \text{ kNm}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 h a = 14,667$$

$$h a = 1,83 \text{ m}$$

b. Type B



$$\sin 48^\circ = \frac{x}{4,03}$$

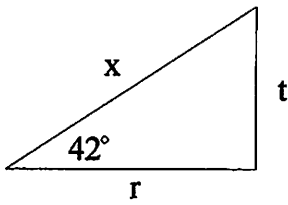
$$x = 2,9925 \text{ m}$$

$$\cos 42^\circ = \frac{x}{4,03}$$

$$x = 2,9925 \text{ m}$$

$$\sin 42^\circ = \frac{t}{x}$$

$$t = 2,004 \text{ m}$$

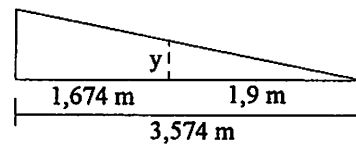
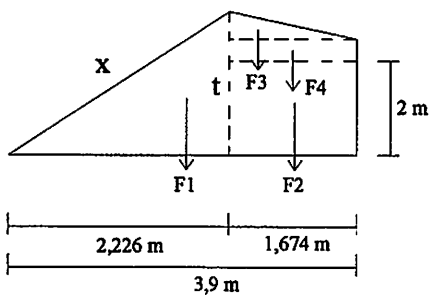


$$\cos 42^\circ = \frac{r}{x}$$

$$r = 2,226 \text{ m}$$

$$S = (7,8 - 2 - r) \text{ m}$$

$$= (7,8 - 2 - r) \text{ m} = 3,574 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,226 \cdot 2,004 = 2,23$$

$$F_2 = 1,674 \cdot 2 = 3,348$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,674 \cdot (0,004 - 0,00213) = 0,001565$$

$$F_4 = 1,674 \cdot 0,00213 = 0,003566$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2,23 + 3,348 + 0,001565 + 0,003566$$

$$= 5,58$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_b \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_b \cdot 7,8^2 = 7,605 h_b$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 3,9) - (F_1 \cdot (1,674 + \frac{1}{3} \cdot 2,226)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,674)) -$$

$$(F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,674)) - (F_4 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,674)$$

$$= (5,58 \cdot 3,9) - (2,23 \cdot 2,416) - (3,348 \cdot 0,837) - (0,001565 \cdot 1,116)$$

$$- (0,003566 \cdot 0,837)$$

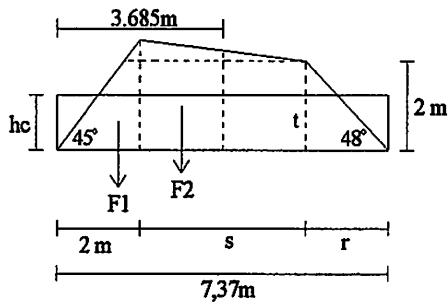
$$= 13,5673$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$7,605 = 13,5673$$

$$h_b = 1,784 \text{ m}$$

c. Type C



$$t = 4 \text{ m} - t_b$$

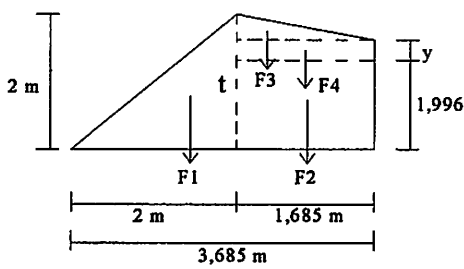
$$= 4 \text{ m} - 2,004 \text{ m}$$

$$= 1,996 \text{ m}$$

$$\tan 48^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 48^\circ}$$

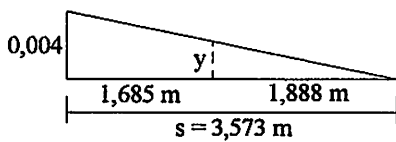
$$= 1,797 \text{ m}$$



$$S = (7,37 - 2 - r) \text{ m}$$

$$= (7,37 - 2 - 1,797) \text{ m}$$

$$= 3,573 \text{ m}$$



$$\frac{y}{1,888} = \frac{0,004}{3,573}$$

$$y = 0,00211 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2$$

$$F_2 = 1,685 \cdot 1,996 = 3,36326$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,685 \cdot (0,004 - 0,00211) = 0,00159$$

$$F_4 = 1,685 \cdot 0,00211 = 0,00356$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2 + 3,36326 + 0,00159 + 0,00356$$

$$= 5,368$$

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

$$= \frac{1}{8} \cdot hc \cdot 7,37^2$$

$$= 6,7896 \text{ hc}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 3,685) - (F_1 \cdot (3,685 - \frac{2}{3} \cdot 2)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,685))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,685)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,685))$$

$$= (5,368 \cdot 3,685) - (2 \cdot 2,35167) - (3,36326 \cdot 0,8425)$$

$$(0,00159 \cdot 1,1233) - (0,00356 \cdot 0,8425)$$

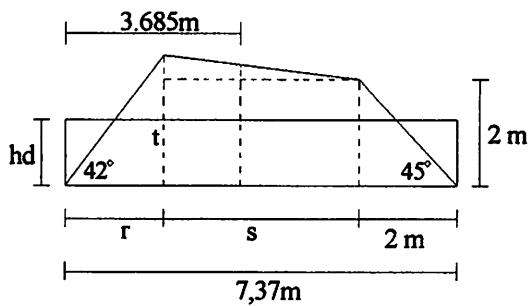
$$= 12,2394$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$6,7896 h_c = 12,2394$$

$$h_c = 1,803 \text{ m}$$

d. Type D



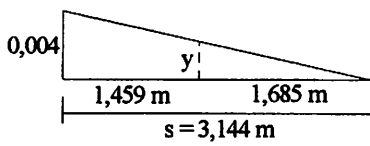
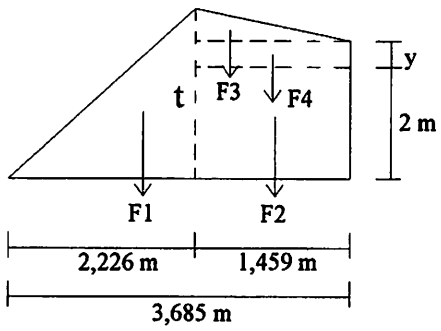
$$X = x \text{ pada tipe B} = 2,9925 \text{ m}$$

$$T = t \text{ pada tipe B} = 2,004 \text{ m}$$

$$\tan 42^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 42^\circ} = 2,226 \text{ m}$$

$$S = (7,37 - 2 - r) \text{ m} = (7,37 - 2 - 2,226) \text{ m} = 3,144 \text{ m}$$



$$\frac{y}{1,685} = \frac{0,004}{3,144}$$

$$y = 0,00214$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,226 \cdot 2,004 = 2,23$$

$$F_2 = 1,459 \cdot 2 = 2,918$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,685 \cdot (0,004 - 0,00214) = 0,00136$$

$$F_4 = 1,459 \cdot 0,00214 = 0,00312$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2,23 + 2,918 + 0,00136 + 0,00312$$

$$= 5,15248$$

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

$$= \frac{1}{8} \cdot h d \cdot 7,37^2 = 6,7896 h d$$

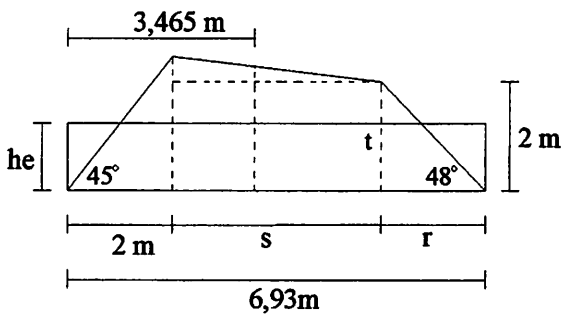
$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 3,685) - (F_1 \cdot (3,685 - \frac{2}{3} \cdot 2,26)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,459)) \\
 &\quad - (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,459)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,459)) \\
 &= (5,15248 \cdot 3,685) - (2,23 \cdot 2,201) - (2,918 \cdot 0,7295) \\
 &\quad - (0,00136 \cdot 0,97267) - (0,00312 \cdot 0,7295) \\
 &= 11,9464
 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$6,7896 \text{ hd} = 11,9464$$

$$\text{hd} = 1,7595 \text{ m}$$

e. Type E



$$t = 4 \text{ m} - t_d$$

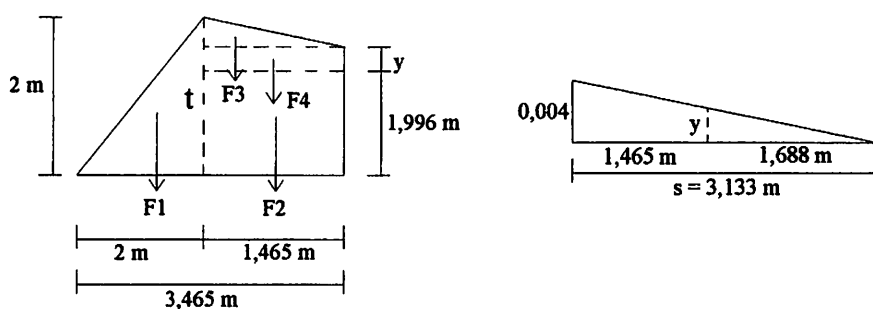
$$= 4 \text{ m} - 2,004 = 1,996 \text{ m}$$

$$\tan 48^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 48^\circ} = 1,797 \text{ m}$$

$$S = (6,93 - 2 - r) \text{ m}$$

$$= (6,93 - 2 - 1,797) \text{ m} = 3,133 \text{ m}$$



$$\frac{y}{1,688} = \frac{0,004}{3,133}$$

$$y = 0,00213$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2$$

$$F_2 = 1,465 \cdot 1,996 = 2,92414$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,465 \cdot (0,004 - 0,00213) = 0,00137$$

$$F_4 = 1,465 \cdot 0,00213 = 0,00312$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2,23 + 2,92414 + 0,00137 + 0,00312 = 4,92863$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max I} &= \frac{1}{8} \cdot h_e \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \cdot h_e \cdot 7,37^2 \\
 &= 6,003 h_e
 \end{aligned}$$

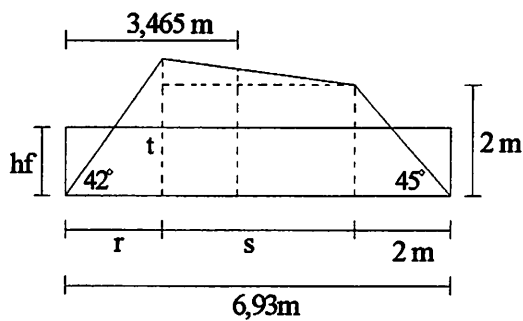
$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 3,465) - (F_1 \cdot (3,465 - \frac{2}{3} \cdot 2)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,465)) \\
 &\quad - (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,465)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,465)) \\
 &= (4,92863 \cdot 3,465) - (2 \cdot 2,13167) - (2,92414 \cdot 0,7325) \\
 &\quad - (0,00137 \cdot 0,9767) - (0,00312 \cdot 0,7325) \\
 &= 10,6688
 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$6,003 h_e = 10,6688$$

$$h_e = 1,777 \text{ m}$$

f. Tipe F



$$x = x \text{ pada tipe B} = 2,9925 \text{ m}$$

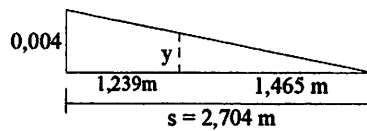
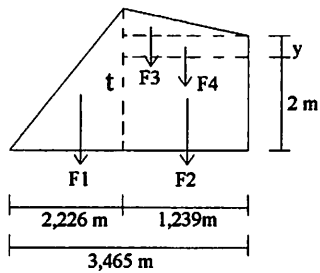
$$t = t \text{ pada tipe B} = 2,004 \text{ m}$$

$$\tan 42^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 42^\circ} = 2,226 \text{ m}$$

$$S = (6,93 - 2 - r) \text{ m}$$

$$= (6,93 - 2 - 2,226) \text{ m} = 2,704 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,226 \cdot 2,004 = 2,23$$

$$F_2 = 1,239 \cdot 2 = 2,478$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,239 \cdot (0,004 - 0,00217) = 0,00113$$

$$F_4 = 1,239 \cdot 0,00217 = 0,00269$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2,23 + 2,478 + 0,00113 + 0,00269 = 4,71182$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max I} &= \frac{1}{8} \cdot hf \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \cdot hf \cdot 6,93^2 \\
 &= 6,003 hf
 \end{aligned}$$

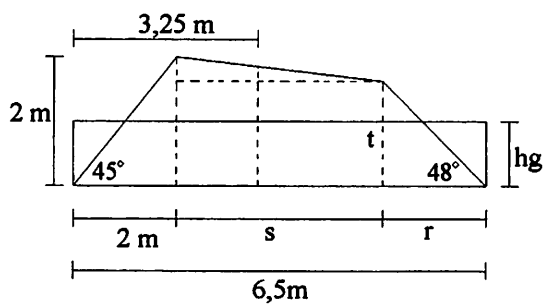
$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 3,465) - (F_1 \cdot (3,465 - \frac{2}{3} \cdot 2,226)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,459)) \\
 &\quad (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,239)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,239)) \\
 &= (4,71182 \cdot 3,465) - (2,23 \cdot 1,981) - (2,478 \cdot 0,6195) \\
 &\quad (0,00113 \cdot 0,826) - (0,00269 \cdot 0,6195) \\
 &= 10,3711
 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$6,003 hf = 10,3711$$

$$hf = 1,728 \text{ m}$$

g. Tipe G



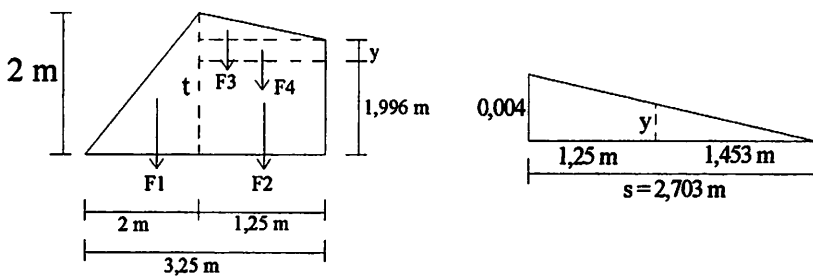
$$t = t \text{ pada tipe E} = 1,996 \text{ m}$$

$$\tan 48^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 48^\circ} = 1,797 \text{ m}$$

$$S = (6,5 - 2 - r) \text{ m}$$

$$= (6,5 - 2 - 1,797) \text{ m} = 2,703 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2$$

$$F_2 = 1,25 \cdot 1,996 = 2,495$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot (0,004 - 0,00215) = 0,00185$$

$$F_4 = 1,25 \cdot 0,00215 = 0,00269$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2 + 2,495 + 0,00185 + 0,00269$$

$$= 4,4995$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h g \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot hg \cdot 6,5^2$$

$$= 5,28125 \text{ hg}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 3,25) - (F_1 \cdot (3,25 - \frac{2}{3} \cdot 2)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,25))$$

$$(F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,25)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,25))$$

$$= (4,4995 \cdot 3,25) - (2 \cdot 1,9167) - (2,495 \cdot 0,625)$$

$$- (0,00185 \cdot 0,8333) - (0,00269 \cdot 0,625)$$

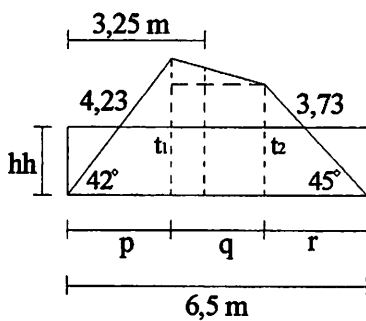
$$= 9,2274$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$5,28125 \text{ hg} = 9,2274$$

$$hg = 1,747 \text{ m}$$

h. Tipe H



$$\sin 42^\circ = \frac{t_1}{4,23}$$

$$t_1 = 2,83 \text{ m}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{t_2}{3,73}$$

$$t_2 = 2,64 \text{ m}$$

$$\tan 42^\circ = \frac{t_1}{p}$$

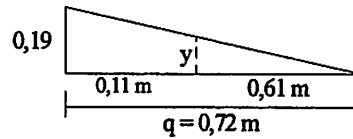
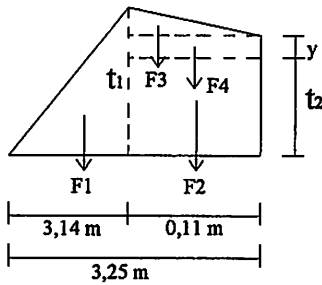
$$p = \frac{t_1}{\tan 42^\circ} = 3,14 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 2,64 \text{ m}$$

$$q = 6,5 - p - r$$

$$= 6,5 - 3,14 - 2,64 = 0,72 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 3,14 \cdot 2,83 = 4,4431$$

$$F_2 = 0,11 \cdot 2,64 = 0,2904$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 0,11 \cdot (0,19 - 0,16) = 0,00165$$

$$F_4 = 0,11 \cdot 0,16 = 0,0176$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 4,4431 + 0,2904 + 0,00165 + 0,0176$$

$$= 4,75275$$

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

$$= \frac{1}{8} \cdot hh \cdot 6,5^2$$

$$= 5,28125 \text{ hh}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 3,25) - (F_1 \cdot (3,25 - \frac{2}{3} \cdot 3,14)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0,11))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 0,11)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0,11))$$

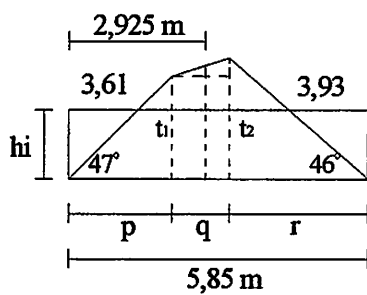
$$= 10,2947$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$5,28125 \text{ hh} = 10,2974$$

$$hh = 1,95 \text{ m} < 2,83 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

i. Tipe I



$$- \sin 47^\circ = \frac{t_1}{3,61}$$

$$t_1 = 2,64 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 2,46 \text{ m}$$

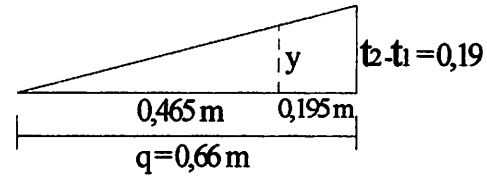
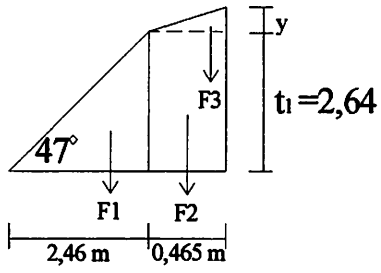
$$- \sin 46^\circ = \frac{t_2}{3,93}$$

$$t_2 = 2,83 \text{ m}$$

$$\tan 46^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 46^\circ} = 2,73 \text{ m}$$

$$q = (5,85 - p - r) \text{ m} = 0,66 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,46 \cdot 2,64 = 3,2472$$

$$F_2 = 0,465 \cdot 2,64 = 1,2276$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 0,465 \cdot 0,13 = 0,0302$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 3,2472 + 1,2276 + 0,0302$$

$$= 4,505$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_i \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_i \cdot 5,85^2$$

$$= 4,278 h_i$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,925) - (F_1 \cdot (2,925 - \frac{2}{3} \cdot 2,46)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0,465))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 0,465))$$

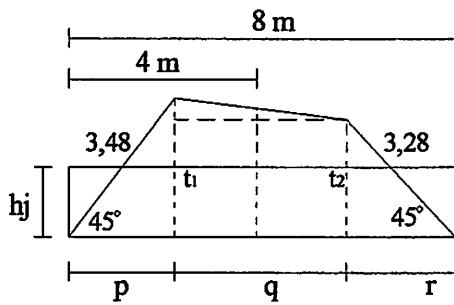
$$= 8,7144$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$4,278 h_i = 8,7144$$

$$h_i = 2,04 \text{ m} < 2,83 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

j. **Tipe J**



$$- \sin 45^\circ = \frac{t_1}{3,48}$$

$$t_1 = 2,46 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 45^\circ} = 2,46 \text{ m}$$

$$- \sin 45^\circ = \frac{t_2}{3,28}$$

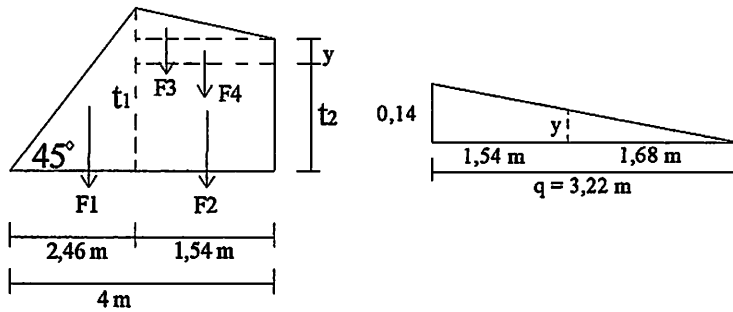
$$t_2 = 2,32 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 2,32 \text{ m}$$

$$q = (8 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8 - 2,46 - 2,32) = 3,22 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,46 \cdot 2,46 = 3,0258$$

$$F_2 = 1,54 \cdot 2,32 = 3,5728$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,54 \cdot (0,14 - 0,07) = 0,0539$$

$$F_4 = 1,54 \cdot 0,07 = 0,1078$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 3,0258 + 3,5728 + 0,0539 + 0,1078$$

$$= 6,7603$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_j \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_j \cdot 8^2$$

$$= 8 h_j$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (4 - \frac{2}{3} \cdot 2,46)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,54))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,54)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,54))$$

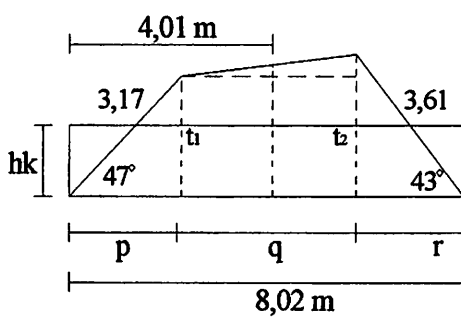
$$= 17,0109$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 h_j = 8,7144$$

$$h_j = 2,13 \text{ m} < 2,46 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

k. Tipe K



$$- \sin 47^\circ = \frac{t_1}{3,17}$$

$$t_1 = 2,32 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 2,16 \text{ m}$$

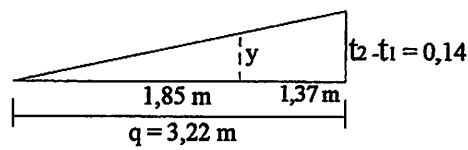
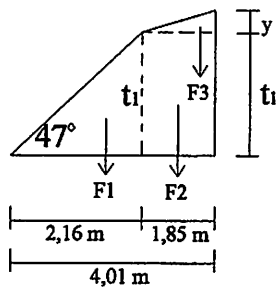
$$- \sin 43^\circ = \frac{t_2}{3,61}$$

$$t_2 = 2,46 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 43^\circ} = 2,64 \text{ m}$$

$$q = (8,02 - p - r) \text{ m} = 3,22 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,16 \cdot 2,32 = 2,5056$$

$$F_2 = 1,85 \cdot 2,32 = 4,292$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,85 \cdot 0,08 = 0,074$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 2,5056 + 4,292 + 0,074$$

$$= 6,8716$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h k \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h k \cdot 8,02^2$$

$$= 8,04 \text{ hk}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4,01) - (F_1 \cdot (4,01 - \frac{2}{3} \cdot 2,16)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,85))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 1,85))$$

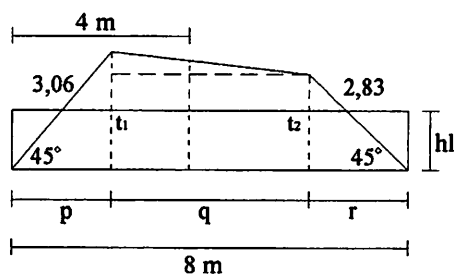
$$= 17,099$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8,04 \text{ hk} = 17,099$$

$$h k = 2,13 \text{ m} < 2,46 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

l. Tipe L



$$- \sin 45^\circ = \frac{t_1}{3,06}$$

$$t_1 = 2,16 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 45^\circ} = 2,16 \text{ m}$$

$$- \sin 45^\circ = \frac{t_2}{2,83}$$

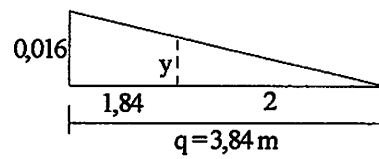
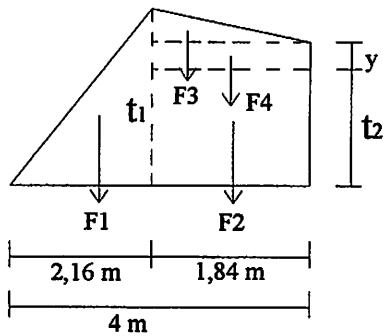
$$t_2 = 2 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 2 \text{ m}$$

$$q = (8 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8 - 2,16 - 2) = 3,84 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 2,16 \cdot 2,16 = 2,3328$$

$$F_2 = 1,84 \cdot 2 = 3,68$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 1,84 \cdot (0,16 - 0,08) = 0,0736$$

$$F_4 = 1,84 \cdot 0,08 = 0,1472$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 2,3328 + 3,68 + 0,0736 + 0,1472 = 6,2336$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_l \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_l \cdot 8^2$$

$$= 8 h_l$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (4 - \frac{2}{3} \cdot 2,16)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,84))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 1,84)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 1,84))$$

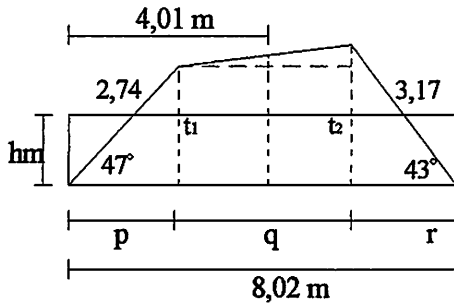
$$= 15,3511$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 h_l = 15,3511$$

$$hl = 1,92 \text{ m} < 2,16 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

m. Tipe M



$$- \sin 47^\circ = \frac{t_1}{2,74}$$

$$t_1 = 2 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 1,87 \text{ m}$$

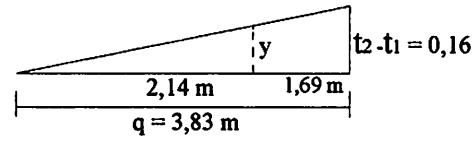
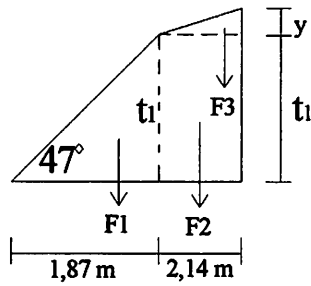
$$- \sin 43^\circ = \frac{t_2}{3,17}$$

$$t_2 = 2,16 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 43^\circ} = 2,32 \text{ m}$$

$$q = (8,02 - p - r) \text{ m} = 3,83 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,87 \cdot 2 = 1,87$$

$$F_2 = 2,14 \cdot 2 = 4,28$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,14 \cdot 0,09 = 0,0963$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 1,87 + 4,28 + 0,0963$$

$$= 6,2463$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h m \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h m \cdot 8,02^2$$

$$= 8,04 \text{ hm}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4,01) - (F_1 \cdot (4,01 - \frac{2}{3} \cdot 1,87)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,14))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 2,14))$$

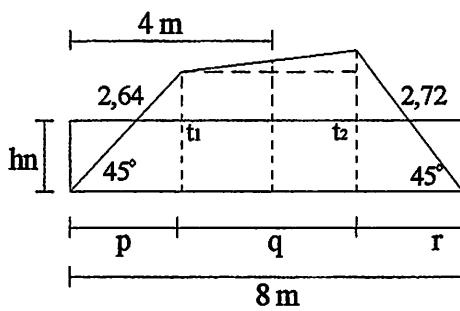
$$= 15,2319$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8,04 \text{ hm} = 15,2319$$

$$\text{hm} = 1,89 \text{ m} < 2,16 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

n. Tipe N



$$- \sin 45^\circ = \frac{t_1}{2,64}$$

$$t_1 = 1,87 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 45^\circ} = 1,87 \text{ m}$$

$$- \sin 45^\circ = \frac{t_2}{2,72}$$

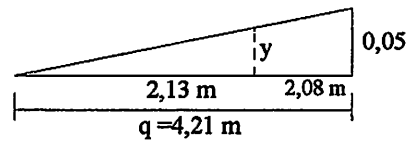
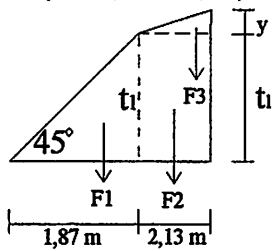
$$t_2 = 1,92 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 1,92 \text{ m}$$

$$q = (8 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8 - 1,87 - 1,92) = 4,21 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,87 \cdot 1,87$$

$$= 1,74845$$

$$F_2 = 2,13 \cdot 1,87$$

$$= 3,9831$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,13 \cdot 0,025$$

$$= 0,0266$$

$$F_4 = 1,84 \cdot 0,08$$

$$= 0,1472$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 1,74845 + 3,9831 + 0,0266$$

$$= 5,7582$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_n \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_n \cdot 8^2$$

$$= 8 h_n$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (4 - \frac{2}{3} \cdot 1,87)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,13))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 2,13))$$

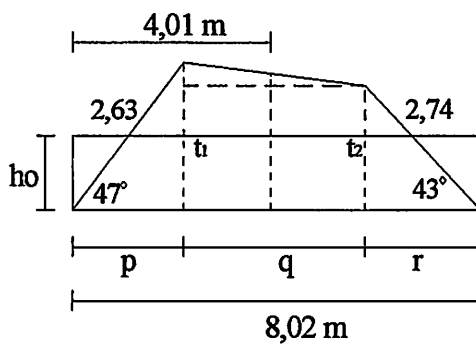
$$= 13,9578$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 h_n = 13,9578$$

$$h_n = 1,74 \text{ m} < 1,92 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

o. Tipe O



$$- \sin 47^\circ = \frac{t_1}{2,63}$$

$$t_1 = 1,92 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 1,79 \text{ m}$$

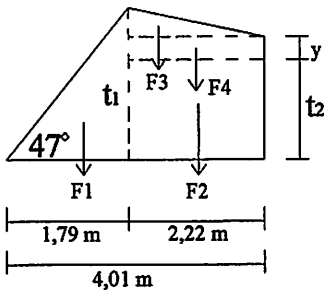
$$- \sin 43^\circ = \frac{t_2}{2,74}$$

$$t_2 = 1,87 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 43^\circ} = 2 \text{ m}$$

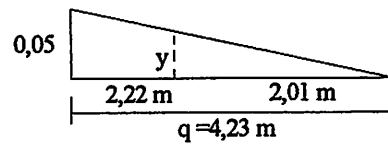
$$q = (8,02 - p - r) \text{ m} = 4,23 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,79 \cdot 1,92 = 1,7184$$

$$F_2 = 2,22 \cdot 1,87 = 4,1514$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,22 \cdot (0,05 - 0,02) = 0,0333$$



$$F_4 = 2,22 \cdot 0,02 = 0,0444$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 1,7184 + 4,1514 + 0,0333 + 0,0444$$

$$= 5,9475$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_o \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_o \cdot 8,02^2$$

$$= 8,04 h_o$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4,01) - (F_1 \cdot (4,01 - \frac{2}{3} \cdot 1,79)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,22))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 2,22)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,22))$$

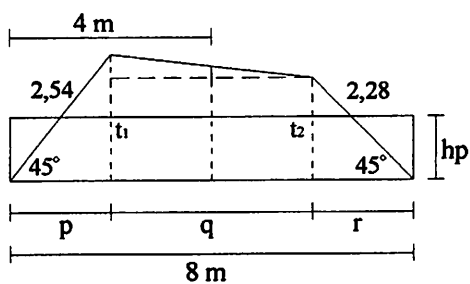
$$= 14,3027$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8,04 h_o = 14,3027$$

$$h_o = 1,78 \text{ m} < 1,92 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

p. Tipe P



$$- \sin 45^\circ = \frac{t_1}{2,54}$$

$$t_1 = 1,8 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 45^\circ} = 1,8 \text{ m}$$

$$- \sin 45^\circ = \frac{t_2}{2,28}$$

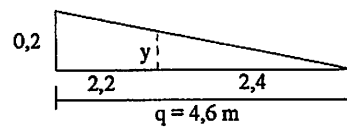
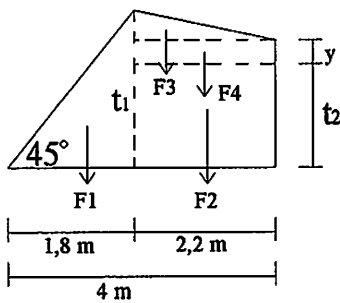
$$t_2 = 1,6 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 1,6 \text{ m}$$

$$q = (8 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8 - 1,8 - 1,6) = 4,6 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,8 \cdot 1,8 = 1,62$$

$$F_2 = 2,2 \cdot 1,6 = 3,52$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,2 \cdot (0,2 - 0,104) = 0,1056$$

$$F_4 = 2,2 \cdot 0,104 = 0,2288$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 1,62 + 3,52 + 0,1056 + 0,2288$$

$$= 5,4744$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot hp \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot hp \cdot 8^2$$

$$= 8 \text{ hp}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (4 - \frac{2}{3} \cdot 1,8)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,2))$$

$$- (F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 2,2)) - (F_4 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,2))$$

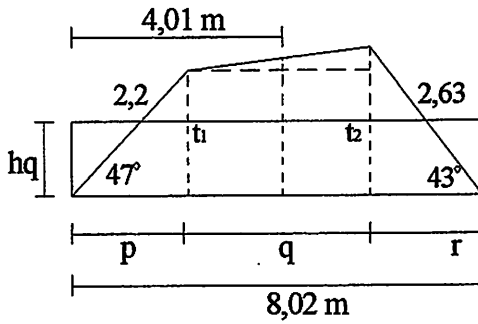
$$= 13,08304$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 \text{ hp} = 13,08304$$

$$\text{hp} = 1,635 \text{ m} < 1,8 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

q. Type Q



$$- \sin 47^\circ = \frac{t_1}{2,2}$$

$$t_1 = 1,61 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 1,5 \text{ m}$$

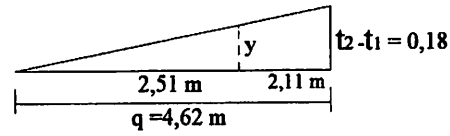
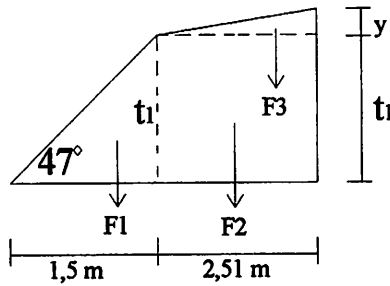
$$- \sin 43^\circ = \frac{t_2}{2,63}$$

$$t_2 = 1,79 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 43^\circ} = 1,9 \text{ m}$$

$$q = (8,02 - p - r) \text{ m} = 4,62 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,61 = 1,2075$$

$$F_2 = 2,51 \cdot 1,61 = 4,0411$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,51 \cdot 0,1 = 0,1255$$

$$\begin{aligned} R_A &= F_1 + F_2 + F_3 \\ &= 1,2075 + 4,0411 + 0,1255 \\ &= 5,3741 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\max I} &= \frac{1}{8} \cdot hq \cdot L^2 \\ &= \frac{1}{8} \cdot hq \cdot 8,02^2 \\ &= 8,04 hq \end{aligned}$$

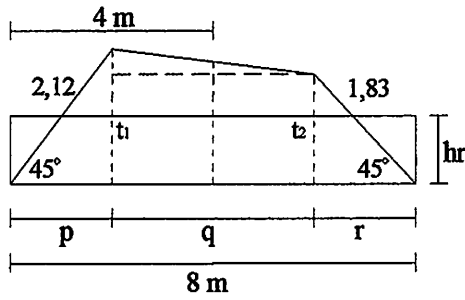
$$\begin{aligned} M_{\max II} &= (R_A \cdot 4,01) - (F_1 \cdot (4,01 - \frac{2}{3} \cdot 1,5)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,51)) \\ &\quad - (F_3 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 2,51)) = 12,739 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8,04 \text{ hq} = 12,739$$

$$\text{hq} = 1,584 \text{ m} < 1,79 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

r. **Type R**



$$- \sin 45^\circ = \frac{t_1}{2,12}$$

$$t_1 = 1,5 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 45^\circ} = 1,5 \text{ m}$$

$$- \sin 45^\circ = \frac{t_2}{1,83}$$

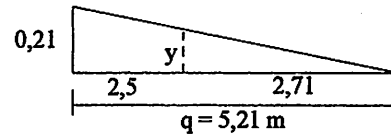
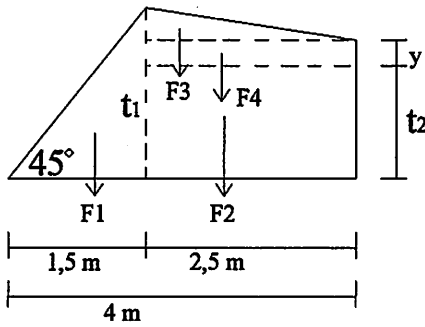
$$t_2 = 1,29 \text{ m}$$

$$\tan 45^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 45^\circ} = 1,29 \text{ m}$$

$$q = (8 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8 - 1,5 - 1,29 = 5,21 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 1,125$$

$$F_2 = 2,5 \cdot 1,29 = 3,225$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot (0,21 - 0,11) = 0,125$$

$$F_4 = 2,5 \cdot 0,11 = 0,275$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$$

$$= 1,125 + 3,225 + 0,125 + 0,275$$

$$= 4,75$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h \cdot 8^2 = 8 \text{ hr}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 4) - (F_1 \cdot (4 - \frac{2}{3} \cdot 1,5)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5))$$

$$(F_3 \cdot (\frac{2}{3} \cdot 2,5)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,5))$$

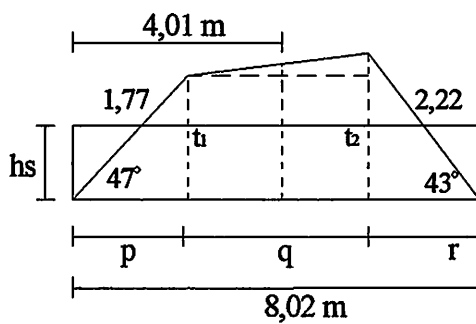
$$= 11,0417$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$8 \text{ hr} = 11,0417$$

$$\text{hr} = 1,38 \text{ m} < 1,5 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

s. Type S



$$\sin 47^\circ = \frac{t_1}{1,77}$$

$$t_1 = 1,29 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t_1}{p}$$

$$p = \frac{t_1}{\tan 47^\circ} = 1,21 \text{ m}$$

$$- \sin 43^\circ = \frac{t_2}{2,2}$$

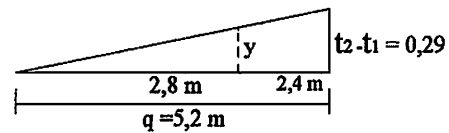
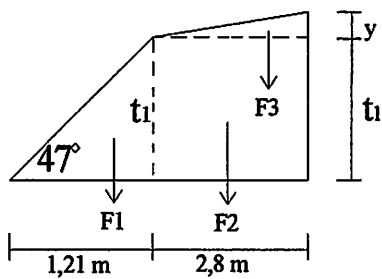
$$t_2 = 1,5 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t_2}{r}$$

$$r = \frac{t_2}{\tan 43^\circ} = 1,61 \text{ m}$$

$$q = (8,02 - p - r) \text{ m}$$

$$= (8,02 - 1,21 - 1,61) \text{ m} = 5,2 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,21 \cdot 1,29 = 0,78045$$

$$F_2 = 2,8 \cdot 1,29 = 3,612$$

$$F_3 = \frac{1}{2} \cdot 2,8 \cdot 0,16 = 0,224$$

$$R_A = F_1 + F_2 + F_3$$

$$= 0,78045 + 3,612 + 0,224 = 4,61645$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max I} &= \frac{1}{8} \cdot h_s \cdot L^2 \\
 &= \frac{1}{8} \cdot h_s \cdot 8,02^2 \\
 &= 8,04 h_s
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 4,01) - (F_1 \cdot (4,01 - \frac{2}{3} \cdot 1,21)) - (F_2 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 2,8)) \\
 &\quad (F_3 \cdot (\frac{1}{3} \cdot 2,8)) \\
 &= 10,7461
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max I} &= M_{\max II} \\
 8,04 h_s &= 10,7461 \\
 h_s &= 1,337 \text{ m} < 1,5 \text{ m} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

3.2.3.2 Pembebanan Balok Lantai

A. Beban mati merata (qd)

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

➤ Lantai 2 & 3

- Portal Memanjang Line A

Untuk $L = 8 \text{ m}$

- Berat sendiri balok = $0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$

- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1.83 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 658,8 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1282,8 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 7,8 \text{ m}$

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1,784 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 642,24 \text{ kg/m} +$
		$q_d = 266,24 \text{ kg/m}$

• Portal Memanjang Line B = Line C

Untuk $L = 8 \text{ m}$

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 24 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (2 \times 1,83 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1317,6 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1641,6 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 7.37 \text{ m}$

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (1.803 + 1.7595) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1282,5 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1606.5 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 6,93 \text{ m}$

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (1,777 + 1,728) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1261,8 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1585,8 \text{ kg/m}$

- Portal Memanjang Line D

Untuk L = 8 m (0-1)

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri} &= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 &= 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} &= (1,83 + 1,38) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 &= 1155,6 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 && \text{qd} = 1479,6 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Untuk L = 8 m (1-2)

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri} &= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} &= (1,83 + 1,635) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 &= 1247,4 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 && \text{qd} = 1571,4 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Untuk L = 8 m (2-3)

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri} &= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} &= (1,83 + 1,74) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 &= 1285,2 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 && \text{qd} = 1609,2 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Untuk L = 8 m (3-4)

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri} &= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 &= 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} &= (1,83 + 1,92) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 &= 1350 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 && \text{qd} = 1674 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Untuk L = 8 m (4-5)

$$\begin{aligned}
 - \text{ Berat sendiri} &= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} &= (1,83 + 2,13) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m} &= 1425,6 \text{ kg/m} \\
 && \hline
 && \text{qd} = 1749,6 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Untuk L = 6,5 m

- Berat sendiri = $0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $(1,747 + 1,95) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 1330,92\text{kg/m}$
-
- qd = 1654,92kg/m

• Portal Memanjang Line E

Untuk L = 8,02 m (0-1)

- Berat sendiri balok = $0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $1,337 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 481,32 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1105,32 kg/m

Untuk L = 8.02 m (1-2)

- Berat sendiri balok = $0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $1,584 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 570,24 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1194,24 kg/m

Untuk L = 8.02 m (2-3)

- Berat sendiri balok = $0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $1,78 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 640,8 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1264,8 kg/m

Untuk L = 8.02 m (3-4)

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1,89 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 680,4 \text{ kg/m}$
		qd = 1304,4 kg/m

Untuk L = 8.02 m (4-5)

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 2,13 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 766,8 \text{ kg/m}$
		qd = 1390,8 kg/m

Untuk L = 5.85 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 2,04 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 734,4 \text{ kg/m}$
		qd = 1358,4 kg/m

➤ **Lantai 4**

• Portal Memanjang Line A

Untuk L = 8 m (0-2)

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1,83 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 658,8 \text{ kg/m}$
		qd = 982,8 kg/m

Untuk L = 8 m (2-5)

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$	
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1,83 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 658,8 \text{ kg/m}$
		qd = 1282,8 kg/m

Untuk L = 7,8 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$	
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1,784 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 642,24 \text{ kg/m}$
		qd = 1266,24 kg/m

• Portal Memanjang Line B = Line C

Untuk L = 8 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$	
- Berat plat	$= (2 \times 1,83 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1317,6 \text{ kg/m}$
		qd = 1641,6 kg/m

Untuk L = 7,37 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$	
- Berat plat	$= (1,803 + 1,7595) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1282,5 \text{ kg/m}$
		qd = 1606,5 kg/m

Untuk L = 6.93 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324 \text{ kg/m}$	
-----------------------	---	--

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,777+1,728) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1261,8 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1585,8 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

• Portal Memanjang Line D

Untuk L = 8 m (0-1)

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 & = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1,83 + 1,38) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1155,6 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1479,6 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 8 m (1-2)

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 & = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1,83 + 1,635) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1247,4 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1571,4 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 8 m (2-3)

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 & = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1,83 + 1,74) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1285,2 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1609,2 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 8 m (3-4)

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 & = 324 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1,83 + 1,92) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1350 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1674 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 8 m (4-5)

– Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324$	kg/m
– Berat plat	$= (1,83 + 2,13) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1425,6 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1749,6 \text{ kg/m}$

Untuk L = 6,5 m

– Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324$	kg/m
– Berat plat	$= (1,747 + 1,95) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 1330,92 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1654,92 \text{ kg/m}$

- Portal Memanjang Line E

Untuk L = 8,02 m (0-1)

– Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324$	kg/m
– Berat plat	$= (1,337) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 481,32 \text{ kg/m}$
		$q_d = 805,32 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (1-2)

– Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324$	kg/m
– Berat plat	$= (1,584) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 570,24 \text{ kg/m}$
		$q_d = 894,24 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (2-3)

– Berat sendiri balok	$= 0,3\text{m} \times (0,6 - 0,15)\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^2 = 324$	kg/m
– Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$

- Berat plat	$= (1,78) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 640,8 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1264,8 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (3-4)

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (1,89) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 680,4 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1304,4 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (4-5)

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (2,13) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 766,8 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1390,8 \text{ kg/m}$

Untuk L = 5,85 m

- Berat sendiri balok	$= 0,3 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^2$	$= 324 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= (2,04) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 734,4 \text{ kg/m}$
		$q_d = 1358,4 \text{ kg/m}$

B. Beban hidup merata (q_l)

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

Beban hidup bangunan (gedung parkir) = 400 kg/m^2

➤ **Lantai 2-4**

- Portal Memanjang Line A

Untuk L = 8 m

- Perataan beban tipe a = 1,83 m
- Beban hidup (ql) = $1,83\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 732 \text{ kg/m}$

Untuk L = 7,8 m

- Perataan beban tipe b = 1,784 m
- Beban hidup (ql) = $1,784\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 713,6 \text{ kg/m}$

- Portal Memanjang Line B = Line C

Untuk L = 8 m

- Perataan beban tipe a = 1,83 m
- Beban hidup (ql) = $(2 \times 1,83\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1464 \text{ kg/m}$

Untuk L = 7,37 m

- Perataan beban tipe c = 1,803 m , tipe d = 1,7595 m
- Beban hidup (ql) = $(1,803\text{m} + 1,7595\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1425 \text{ kg/m}$

Untuk L = 6,93 m

- Perataan beban tipe e = 1,777 m , tipe f = 1,728 m
- Beban hidup (ql) = $(1,777\text{m} + 1,728\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1402 \text{ kg/m}$

- Portal Memanjang Line D

Untuk L = 8 m (0-1)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe r = 1,38 m
- Beban hidup (ql) = (1,83m + 1,38m) x 400 kg/m² = 1284 kg/m

Untuk L = 8 m (1-2)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe p = 1,635 m
- Beban hidup (ql) = (1,83m + 1,635m) x 400 kg/m² = 1386 kg/m

Untuk L = 8 m (2-3)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe n = 1,74 m
- Beban hidup (ql) = (1,83m + 1,74m) x 400 kg/m² = 1428 kg/m

Untuk L = 8 m (3-4)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe l = 1,92 m
- Beban hidup (ql) = (1,83m + 1,92m) x 400 kg/m² = 1500 kg/m

Untuk L = 8 m (4-5)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe j = 2,13 m
- Beban hidup (ql) = (1,83m + 2,13m) x 400 kg/m² = 1584 kg/m

Untuk L = 6,5 m

- Perataan beban tipe g = 1,747 m , tipe h = 1,95 m
- Beban hidup (ql) = (1,747m + 1,95m) x 400 kg/m² = 1478,8 kg/m

- Portal Memanjang Line E

Untuk L = 8,02 m (0-1)

- Perataan beban tipe s = 1,337 m
- Beban hidup (ql) = $1,337\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 534,8 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (1-2)

- Perataan beban tipe q = 1,584 m
- Beban hidup (ql) = $1,584\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 633,6 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (2-3)

- Perataan beban tipe o = 1,78 m
- Beban hidup (ql) = $1,78\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 712 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (3-4)

- Perataan beban tipe m = 1,89 m
- Beban hidup (ql) = $1,89\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 756 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (4-5)

- Perataan beban tipe k = 2,13 m
- Beban hidup (ql) = $2,13\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 852 \text{ kg/m}$

Untuk L = 5,85 m

- Perataan beban tipe i = 2,04 m
- Beban hidup (ql) = $2,04\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 816 \text{ kg/m}$

Beban air hujan (qr) = perataan beban x beban air hujan

Beban air hujan = 20 kg/m^2 (PPIUG 1983;13)

➤ **Lantai 4**

• Portal Memanjang Line A

Untul L = 8 m

- Perataan beban tipe a = 1,83 m

- Beban air hujan (qr) = $1,83\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 36,6 \text{ kg/m}$

Untuk L = 7,8 m

- Perataan beban tipe b = 1,784 m

- Beban air hujan (qr) = $1,784\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 35,68 \text{ kg/m}$

• Portal Memanjang Line B = Line C

Untul L = 8 m

- Perataan beban tipe a = 1,83 m

- Beban air hujan (qr) = $(2 \times 1,83\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 73,2 \text{ kg/m}$

Untuk L = 7,37 m

- Perataan beban tipe c = 1,803 m , tipe d = 1,7595 m

- Beban air hujan (qr) = $(1,803\text{m} + 1,7595\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 71,25 \text{ kg/m}$

Untuk L = 6,93 m

- Perataan beban tipe e = 1,777 m , tipe f = 1,728 m

- Beban air hujan (qr) = $(1,777\text{m} + 1,728\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 70,1 \text{ kg/m}$

- Portal Memanjang Line D

Untuk L = 8 m (0-1)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe r = 1,38 m
- Beban air hujan (qr) = (1,83m + 1,38m) x 20 kg/m² = 64,2 kg/m

Untuk L = 8 m (1-2)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe p = 1,635 m
- Beban air hujan (qr) = (1,83m + 1,635m) x 20 kg/m² = 69,3 kg/m

Untuk L = 8 m (2-3)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe n = 1,74 m
- Beban air hujan (qr) = (1,83m + 1,74m) x 20 kg/m² = 71,4 kg/m

Untuk L = 8 m (3-4)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe l = 1,92 m
- Beban air hujan (qr) = (1,83m + 1,92m) x 20 kg/m² = 75 kg/m

Untuk L = 8 m (4-5)

- Perataan beban tipe a = 1,83 m , tipe j = 2,13 m
- Beban air hujan (qr) = (1,83m + 2,13m) x 20 kg/m² = 79,2 kg/m

Untuk L = 6,5 m

- Perataan beban tipe g = 1,747 m , tipe h = 1,95 m
- Beban air hujan (qr) = (1,747m + 1,95m) x 20 kg/m² = 73,94 kg/m

- Portal Memanjang Line E

Untuk L = 8,02 m (0-1)

- Perataan beban tipe s = 1,337 m
- Beban air hujan (qr) = $1,337\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 26,74 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (1-2)

- Perataan beban tipe q = 1,584 m
- Beban air hujan (qr) = $1,584\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 31,68 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,2 m (2-3)

- Perataan beban tipe o = 1,78 m
- Beban air hujan (qr) = $1,78\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 35,6 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (3-4)

- Perataan beban tipe m = 1,89 m
- Beban air hujan (qr) = $1,89\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 37,8 \text{ kg/m}$

Untuk L = 8,02 m (4-5)

- Perataan beban tipe k = 2,13 m
- Beban air hujan (qr) = $2,13\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 42,6 \text{ kg/m}$

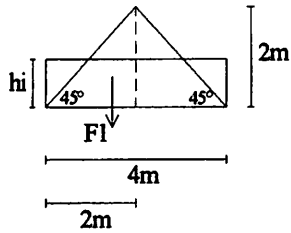
Untuk L = 5,85 m

- Perataan beban tipe i = 2,04 m
- Beban air hujan (qr) = $2,04\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 40,8 \text{ kg/m}$

3.2.4 Pembebanan pada Portal Melintang

3.2. 4.1 Perataan Beban Plat pada balok melintang

a. Tipe I



$$F_I = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 2 = 2 \text{ m}$$

$$R_A = R_B = F_I = 2$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_I \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_I \cdot 4^2$$

$$= 2 h_I$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2) - (F_I \cdot \frac{1}{3} \cdot 2)$$

$$= (2 \cdot 2) - (2 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2)$$

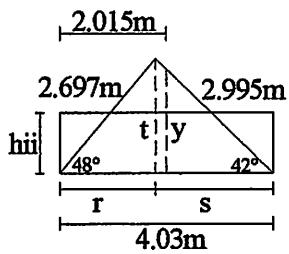
$$= 2,667$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$2 h_I = 14,667$$

$$h_I = 1,333 \text{ m} < 2 \text{ m} \text{ (OK)}$$

b. Type II



$$\sin 48^\circ = \frac{t}{2,697}$$

$$t = 2,004 \text{ m}$$

$$\sin 42^\circ = \frac{t}{2,995}$$

$$t = 2,004 \text{ m}$$

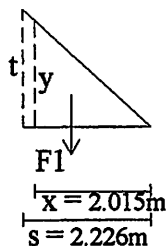
$$\tan 48^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 48^\circ} = 1,804 \text{ m}$$

$$s = (4,03 - r) \text{ m}$$

$$= (4,03 - 1,804) \text{ m}$$

$$= 2,226 \text{ m}$$



$$y/x = t/s$$

$$y = x \cdot t/s$$

$$= 2.015 \times 2.004 / 2.226 = 1.814 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2.015 \cdot 1.814 = 1.8276$$

$$R_B = F_1 = 1.8276$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{II} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{II} \cdot 4.03^2$$

$$= 2.03 h_{II}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2.015) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2.015)$$

$$= (1.8276 \cdot 2.015) - (1.8276 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2.015)$$

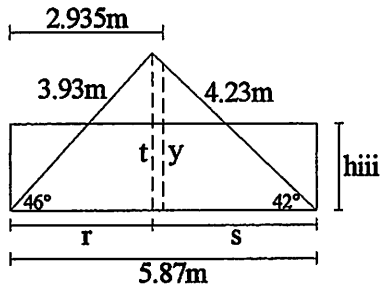
$$= 2.455076$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$2.03 h_{II} = 2.455076$$

$$h_{II} = 1,209 \text{ m} < 2,004 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

c. **Tipe III**



$$\sin 46^\circ = \frac{t}{3,93}$$

$$t = 2,8 \text{ m}$$

$$\sin 42^\circ = \frac{t}{4,23}$$

$$t = 2,8 \text{ m}$$

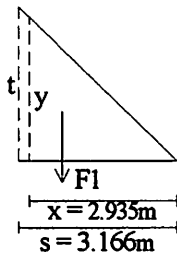
$$\tan 46^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 46^\circ} = 2,704 \text{ m}$$

$$s = (5,87 - r) \text{ m}$$

$$= (5,87 - 2,704) \text{ m}$$

$$= 3,166 \text{ m}$$



$$y / x = t / s$$

$$y = x \cdot t / s$$

$$= 2.935 \times 2.8 / 3.166 = 2.596 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2.935 \cdot 2.596 = 3,809$$

$$R_B = F_1 = 3,809$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{III} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{III} \cdot 5,87^2$$

$$= 4,307 h_{III}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,935) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,935)$$

$$= (3,809 \cdot 2,935) - (3,809 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,935)$$

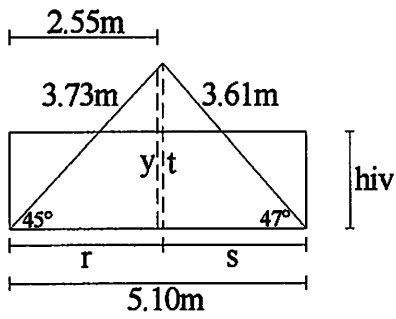
$$= 7,453$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$4,307 h_{II} = 7,453$$

$$h_{III} = 1,73 \text{ m} < 2,8 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

d. Type IV



$$\sin 47^\circ = \frac{t}{3,61}$$

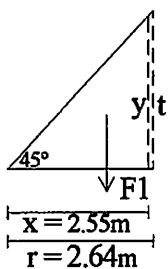
$$t = 2,64 \text{ m}$$

$$\sin 45^\circ = \frac{t}{3,73}$$

$$t = 2,64 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 47^\circ} = 2,46 \text{ m}$$



$$y/x = t/r$$

$$y = x \cdot t/r = 2.55 \text{ m}$$

$$r = (5,10 - r) \text{ m}$$

$$= (5,10 - 2,46) \text{ m} = 2,64 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,55 \cdot 2,55 = 3,25125$$

$$R_A = F_1 = 3,25125$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{IV} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{IV} \cdot 5,1^2$$

$$= 3,25125 h_{IV}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,55) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,55)$$

$$= (3,25125 \cdot 2,55) - (3,25125 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,55)$$

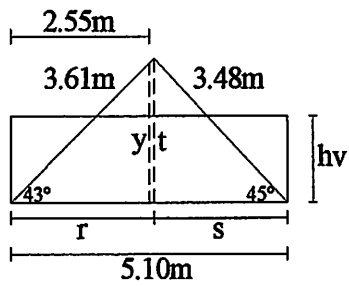
$$= 5,527125$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$3,25125 h_{IV} = 5,527125$$

$$h_{IV} = 1,7 \text{ m} < 2,64 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

e. Tipe V



$$\sin 45^\circ = \frac{t}{3,48}$$

$$t = 2,46 \text{ m}$$

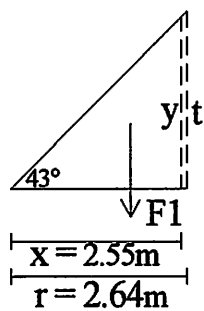
$$\sin 43^\circ = \frac{t}{3,61}$$

$$t = 2,46 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 2,64 \text{ m}$$

$$s = (5,10 - r) \text{ m} = (5,10 - 2,64) \text{ m} = 2,46 \text{ m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = x \cdot t / r$$

$$= 2.55 \times 2.46 / 2.64 = 2.38 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,55 \cdot 2,38 = 3,03$$

$$R_A = F_1 = 3,03$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_v \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_v \cdot 5,1^2 = 3,25125 h_v$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,55) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,55)$$

$$= (3,03 \cdot 2,55) - (3,03 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,55)$$

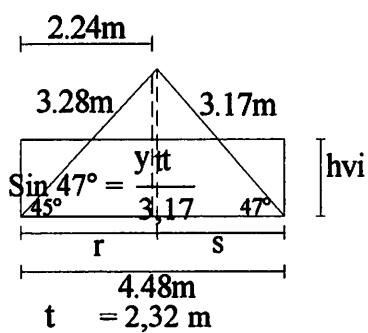
$$= 5,1255$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$3,25125 h_v = 5,1255$$

$$h_v = 1,58 \text{ m} < 2,46 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

f. Tipe VI

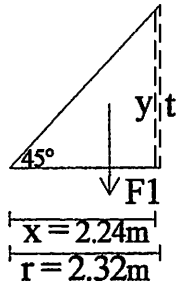


$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 47^\circ} = 2,16 \text{ m}$$

$$r = (4,48 - s) \text{ m}$$

$$= (4,48 - 2,16) \text{ m} = 2,32 \text{ m}$$



$$\begin{aligned} y/x &= t/r \\ y &= x \cdot t/r \\ &= 2,24 \text{ m} \end{aligned}$$

$x = 2,24 \text{ m}$
 $r = 2,32 \text{ m}$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,24 \cdot 2,24 = 2,5088$$

$$R_A = F_1 = 2,5088$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{VI} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{VI} \cdot 4,48^2$$

$$= 2,5088 h_{VI}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,24) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,24)$$

$$= (2,5088 \cdot 2,24) - (2,5088 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,24)$$

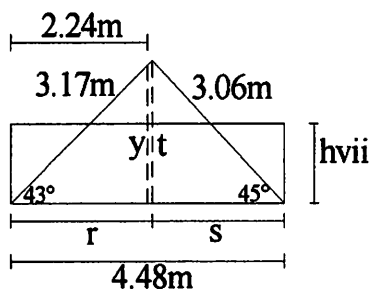
$$= 3,7465$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$2,5088 \, h_v = 3,7465$$

$$h_{vI} = 1,49 \, \text{m} < 2,32 \, \text{m} \quad (\text{OK})$$

g. Tipe VII



$$\sin 43^\circ = \frac{t}{3,17}$$

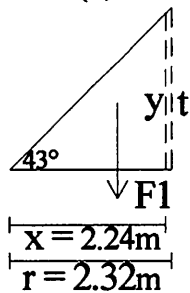
$$t = 2,16 \, \text{m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 2,32 \, \text{m}$$

$$s = (4,48 - r) \, \text{m}$$

$$= (4,48 - 2,32) \, \text{m} = 2,16 \, \text{m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = x \cdot t / r$$

$$= 2.24 \times 2.16 / 2.32 = 2.09 \, \text{m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 2,24 \cdot 2,09 = 2,3408$$

$$R_A = F_1 = 2,3408$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{VII} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{VII} \cdot 4,48^2$$

$$= 2,5088 h_{VII}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 2,24) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,24)$$

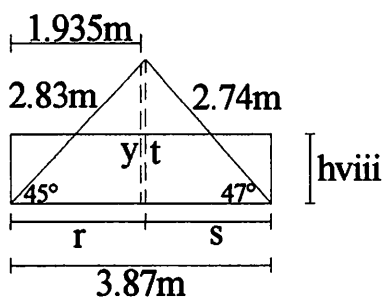
$$= (2,3408 \cdot 2,24) - (2,3408 \cdot \frac{1}{3} \cdot 2,24) = 3,4956$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$2,5088 h_{VII} = 3,4956$$

$$h_{VII} = 1,39 \text{ m} < 2,16 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

h. Tipe VIII



$$\sin 47^\circ = \frac{t}{2,74}$$

$$t = 2 \text{ m}$$

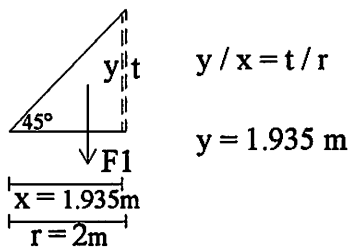
$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 1,87 \text{ m}$$

$$r = (3,87 - s) \text{ m}$$

$$= (3,87 - 1,87) \text{ m}$$

$$= 2 \text{ m}$$



$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,935 \cdot 1,935 = 1,872$$

$$R_A = F_1 = 1,872$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{\text{VIII}} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{\text{VIII}} \cdot 3,87^2 = 1,872 \cdot h_{\text{VIII}}$$

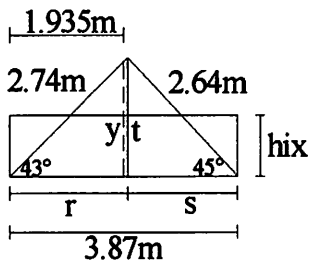
$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 1,935) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,935) \\
 &= (1,872 \cdot 1,935) - (1,872 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,935) \\
 &= 2,41488
 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$2,5088 \cdot h_{VIII} = 2,41488$$

$$h_{VIII} = 1,29 \text{ m} < 2 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

i. **Type IX**



$$\sin 43^\circ = \frac{t}{2,74}$$

$$t = 1,87 \text{ m}$$

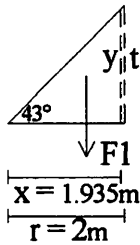
$$\tan 43^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 2 \text{ m}$$

$$s = (3,87 - r) \text{ m}$$

$$= (3,87 - 2) \text{ m}$$

$$= 1,87 \text{ m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = 1.935 \times 1.87 / 2 = 1.809 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,935 \cdot 1,809 = 1,75$$

$$R_A = F_1 = 1,75$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{IX} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{IX} \cdot 3,87^2 = 1,872 h_{IX}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 1,935) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,935)$$

$$= (1,75 \cdot 1,935) - (1,75 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,935)$$

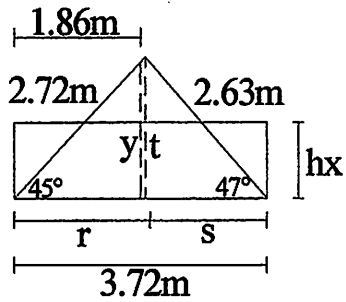
$$= 2,2575$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$1,872 h_{IX} = 2,2575$$

$$h_{IX} = 1,206 \text{ m} < 1,87 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

j. Tipe X



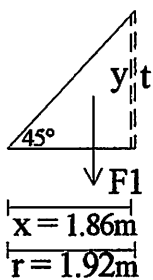
$$\sin 47^\circ = \frac{t}{2,63}$$

$$t = 1,92 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 47^\circ} = 1,8 \text{ m}$$

$$r = (3,72 - s) \text{ m} = (3,72 - 1,8) \text{ m} = 1,92 \text{ m}$$



$$y/x = t/r$$

$$y = x \cdot t/r$$

$$= 1.86 \times 1.92 / 1.92 = 1.86 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,86 \cdot 1,86 = 1,7298$$

$$R_A = F_1 = 1,7298$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_X \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_X \cdot 3,72^2$$

$$= 1,7298 h_X$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 1,86) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,86)$$

$$= (1,7298 \cdot 1,86) - (1,7298 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,86)$$

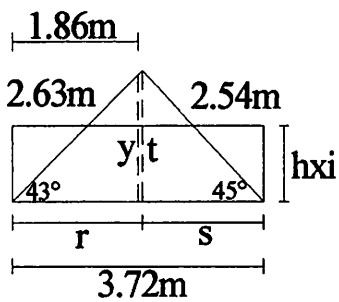
$$= 2,144952$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$1,7298 h_X = 2,144952$$

$$h_X = 1,24 \text{ m} < 1,92 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

k. Tipe XI



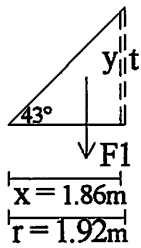
$$\sin 43^\circ = \frac{t}{2,63}$$

$$t = 1,8 \text{ m}$$

$$\tan 43^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 1,92 \text{ m}$$

$$s = (3,72 - r) \text{ m} = (3,72 - 1,92) \text{ m} = 1,8 \text{ m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = x \cdot t / r$$

$$= 1.86 \times 1.8 / 1.92 = 1.74 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,86 \cdot 1,86 = 1,6182$$

$$R_A = F_1 = 1,6182$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{XI} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{XI} \cdot 3,72^2 = 1,7298 h_{XI}$$

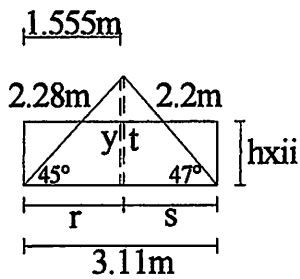
$$\begin{aligned}
 M_{\max II} &= (R_A \cdot 1,86) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,86) \\
 &= (1,6182 \cdot 1,86) - (1,6182 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,86) \\
 &= 2,006568
 \end{aligned}$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$1,7298 h_{XI} = 2,006568$$

$$h_{XI} = 1,16 \text{ m} < 1,8 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

1. Type XII



$$\sin 47^\circ = \frac{t}{2,2}$$

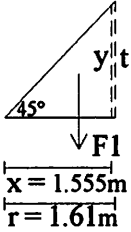
$$t = 1,61 \text{ m}$$

$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 47^\circ} = 1,5 \text{ m}$$

$$r = (3,11 - s) \text{ m}$$

$$= (3,11 - 1,5) \text{ m} = 1,61 \text{ m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = x \cdot t / r = 1.555 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,555 \cdot 1,555 = 1,209$$

$$R_A = F_1 = 1,209$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{XII} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{XII} \cdot 3,11^2$$

$$= 1,209 h_{XII}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 1,555) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,555)$$

$$= (1,209 \cdot 1,555) - (1,209 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,555)$$

$$= 1,25333$$

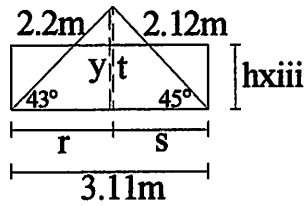
$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$1,209 h_{XII} = 1,25333$$

$$h_{XII} = 1,04 \text{ m} < 1,61 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

m. Tipe XIII

$$\underline{1.555\text{m}}$$



$$\sin 43^\circ = \frac{t}{2.2}$$

$$t = 1.5 \text{ m}$$

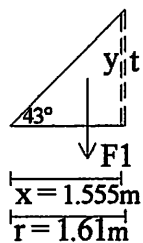
$$\tan 43^\circ = \frac{t}{r}$$

$$r = \frac{t}{\tan 43^\circ} = 1.61 \text{ m}$$

$$s = (3.11 - r) \text{ m}$$

$$= (3.11 - 1.61) \text{ m}$$

$$= 1.5 \text{ m}$$



$$y/x = t/r$$

$$y = x \cdot t/r$$

$$= 1.555 \times 1.5 / 1.61 = 1.45 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,555 \cdot 1,45 = 1,1274$$

$$R_A = F_1 = 1,1274$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{XIII} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{XIII} \cdot 3,11^2$$

$$= 1,209 \cdot h_{XIII}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 1,555) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,555)$$

$$= (1,1274 \cdot 1,555) - (1,1274 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,555)$$

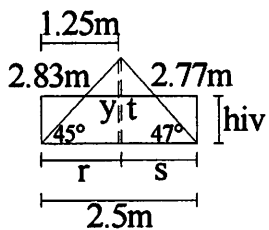
$$= 1,168738$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$1,209 \cdot h_{XIII} = 1,168738$$

$$h_{XIII} = 0,97 \text{ m} < 1,5 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

n. Tipe XIV



$$\sin 47^\circ = \frac{t}{1,77}$$

$$t = 1,29 \text{ m}$$

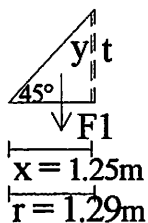
$$\tan 47^\circ = \frac{t}{s}$$

$$s = \frac{t}{\tan 47^\circ} = 1,21 \text{ m}$$

$$r = (2,5 - s) \text{ m}$$

$$= (2,5 - 1,21) \text{ m}$$

$$= 1,29 \text{ m}$$



$$y / x = t / r$$

$$y = x \cdot t / r = 1,25 \times 1,29 / 1,29 = 1,25 \text{ m}$$

$$F_1 = \frac{1}{2} \cdot x \cdot y$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 1,25 = 0,78125$$

$$R_A = F_1 = 0,78125$$

$$M_{\max I} = \frac{1}{8} \cdot h_{XIV} \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{8} \cdot h_{XIV} \cdot 2,5^2$$

$$= 0,78125 \cdot h_{XIV}$$

$$M_{\max II} = (R_A \cdot 1,25) - (F_1 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,25)$$

$$= (0,78125 \cdot 1,25) - (0,78125 \cdot \frac{1}{3} \cdot 1,25)$$

$$= 0,65104$$

$$M_{\max I} = M_{\max II}$$

$$0,78125 \cdot h_{XIV} = 0,65104$$

$$h_{XIV} = 0,833 \text{ m} < 1,29 \text{ m} \quad (\text{OK})$$

3.2.4.2 Pembebanan Balok Lantai

C. Beban mati merata (qd)

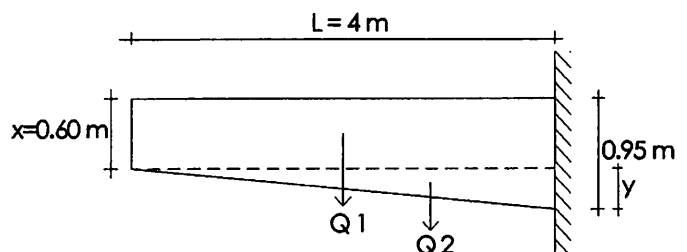
- Berat sendiri balok = $b \times (h-h_f) \times \text{BJ beton}$
- Berat dinding = berat dinding $\times$ tinggi dinding
- Berat plat = perataan beban $\times$ berat sendiri plat

➤ Lantai 2 & 3

• Portal Melintang Line 0

Untuk $L = 4 \text{ m}$ (konsol)

$$M_R = \frac{1}{2} \times q \times L^2$$



$$M_R = M_{Q1} + M_{Q2}$$

$$\begin{aligned} \sim Q_1 &= b \times (x - hf) \times BJ \text{ beton} \\ &= 0,4 \text{ m} \times (0,6 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 432 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sim Q_2 &= \frac{1}{2} \times (b \times y) \times BJ \text{ beton} \\ &= \frac{1}{2} \times (0,4 \times 0,35) \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 168 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Q1} &= \frac{1}{2} \times Q_1 \times L^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 432 \times 4^2 \\ &= 3456 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Q2} &= \frac{1}{6} \times Q_2 \times L^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 168 \times 4^2 \\ &= 448 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_R = M_{Q1} + M_{Q2}$$

$$\frac{1}{2} \times q \times L^2 = (3456 + 448) \text{ kgm}$$

$$\frac{1}{2} \times q \times 4^2 = 3904 \text{ kgm}$$

$$q = 488 \text{ kg/m}$$

- Berat sendiri balok	= q	= 488 kg/m
- Berat dinding	= 250 kg/m ² x 1,2 m	= 300 kg/m
- Berat plat	= 1,333 m x 360 kg/m ²	= 479,88 kg/m +
	qd	= 1267,88 kg/m

Untuk L = 4 m

- Berat sendiri balok = $0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $1,333 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 479,88 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1403,88 kg/m

Untuk L = 2,5 m

- Berat sendiri balok = $0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding = $250 \text{ kg/m}^2 \times 1,2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $0,833 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 299,88 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1223,88 kg/m

• Portal Melintang Line 1 – Line 5

Untuk L = 4 m (konsol)

- Berat sendiri balok = q = qd = 488 kg/m
 - Berat plat = $(2 \times 1,333 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2 = 959,76 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1447,76 kg/m

Untuk L = 4 m

- Berat sendiri balok = $0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$
 - Berat plat = $(2 \times 1,333 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2 = 959,76 \text{ kg/m}$
-
- qd = 1583,76 kg/m

Untuk L = 3,11 m

- Berat sendiri balok = $0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,04 + 0,97) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 723,60 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1347,60 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 3,72 m

$$- \text{ Berat sendiri balok} = 0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,24 + 1,16) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 864 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1488 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 3,87 m

$$- \text{ Berat sendiri balok} = 0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,29 + 1,206) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 898,56 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1522,56 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 4,48 m

$$- \text{ Berat sendiri balok} = 0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,49 + 1,39) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1036,80 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1660,80 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 5,10 m

$$- \text{ Berat sendiri balok} = 0,4 \text{ m} \times (0,8 - 0,15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1,7 + 1,58) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1180,80 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1804,80 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

- Portal Melintang Line 6

Untuk L = 4,03 m (konsol)

$$- \text{ Berat sendiri balok} = q = qd = 488 \text{ kg/m}$$

- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1.209 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 435.24 \text{ kg/m}$
		qd = 1223.24 kg/m

Untuk L = 4.03 m

- Berat sendiri balok	$= 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 624 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1.209 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 435.24 \text{ kg/m}$
		qd = 1359.24 kg/m

Untuk L = 5.87 m

- Berat sendiri balok	$= 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 624 \text{ kg/m}$
- Berat dinding	$= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m}$	$= 300 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1.73 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 622.80 \text{ kg/m}$
		qd = 1546.80 kg/m

➤ Lantai 4

- Portal Melintang Line 0

Untuk L = 4 m (konsol)

- Berat sendiri balok	$= q = \text{qd}$	$= 488 \text{ kg/m}$
- Berat plat	$= 1.333 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2$	$= 479.88 \text{ kg/m}$
		qd = 967.88 kg/m

Untuk L = 4 m

- Berat sendiri balok	$= 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$	$= 624 \text{ kg/m}$
-----------------------	--	----------------------

$$\begin{array}{rcl}
 - \text{ Berat plat} & = 1.33 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 479.88 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1103.88 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 2.5 m

$$\begin{array}{rcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = 0.833 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 299.88 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 923.88 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

- Portal Melintang Line 1 – Line 5

Untuk L = 4 m (konsol)

$$\begin{array}{rcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = q = qd & = 488 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (2 \times 1.333 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 959.76 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1447.76 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 4 m

$$\begin{array}{rcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (2 \times 1.333 \text{ m}) \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 959.76 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1583.76 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 3.11 m

$$\begin{array}{rcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1.04 + 0.97) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 723.60 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1347.60 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 3.72 m

$$- \text{ Berat sendiri balok} = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$$

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat plat} & = (1.24 + 1.16) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 864 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1488 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 3.87 m

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1.29 + 1.206) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 898.56 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1522.56 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 4.48 m

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1.49 + 1.39) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1036.80 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1660.80 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk L = 5.10 m

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 & = 624 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = (1.7 + 1.58) \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 1180.80 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1804.80 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

- Portal Melintang Line 6

Untuk L = 4.03 m (konsol)

$$\begin{array}{lcl}
 - \text{ Berat sendiri balok} & = q = qd & = 488 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat dinding} & = 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m} & = 300 \text{ kg/m} \\
 - \text{ Berat plat} & = 1.209 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 & = 435.24 \text{ kg/m} \\
 & & \hline
 & & qd = 1223.24 \text{ kg/m}
 \end{array}$$

Untuk $L = 4.03 \text{ m}$

- Berat sendiri balok $= 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding $= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat $= 1.209 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 435.24 \text{ kg/m}$
-
- $q_d = 1359.24 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 5.87 \text{ m}$

- Berat sendiri balok $= 0.4 \text{ m} \times (0.8 - 0.15) \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 = 624 \text{ kg/m}$
 - Berat dinding $= 250 \text{ kg/m}^2 \times 1.2 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$
 - Berat plat $= 1.73 \text{ m} \times 360 \text{ kg/m}^2 = 622.80 \text{ kg/m}$
-
- $q_d = 1546.80 \text{ kg/m}$

D. Beban hidup merata (q_l)

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

Beban hidup bangunan (gedung parkir) $= 400 \text{ kg/m}^2$

➤ Lantai 2-4

- Portal Melintang Line 0

Untuk $L = 4 \text{ m}$

- Perataan beban tipe I $= 1.333 \text{ m}$
- Beban hidup (q_l) $= 1.333 \text{ m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 533.2 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 2.5 \text{ m}$

- Perataan beban tipe XIV $= 0.833 \text{ m}$

- Beban hidup (q_l) = $0.833\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 333.2 \text{ kg/m}$

- Portal Melintang Line 1 – Line 5
 - Untuk $L = 4 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe I = 1.333 m
 - Beban hidup (q_l) = $(2 \times 1.333\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1066.4 \text{ kg/m}$
 - Untuk $L = 3.11 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe XII = 1.04 m , tipe XIII = 0.97 m
 - Beban hidup (q_l) = $(1.04\text{m} + 0.97\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 804 \text{ kg/m}$
 - Untuk $L = 3.72 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe X = 1.24 m , tipe XI = 1.16 m
 - Beban hidup (q_l) = $(1.24\text{m} + 1.16\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 960 \text{ kg/m}$
 - Untuk $L = 3.87 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe VIII = 1.29 m , tipe IX = 1.206 m
 - Beban hidup (q_l) = $(1.29\text{m} + 1.206\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 998.4 \text{ kg/m}$
 - Untuk $L = 4.48 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe VI = 1.49 m , tipe VII = 1.39 m
 - Beban hidup (q_l) = $(1.49\text{m} + 1.39\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1152 \text{ kg/m}$
 - Untuk $L = 5.10 \text{ m}$
 - Perataan beban tipe IV = 1.7 m , tipe V = 1.58 m
 - Beban hidup (q_l) = $(1.7\text{m} + 1.58\text{m}) \times 400 \text{ kg/m}^2 = 1312 \text{ kg/m}$

- Portal Melintang Line 6

Untuk $L = 4.03 \text{ m}$

- Perataan beban tipe II = 1.209 m
- Beban hidup (q_l) = $1.209\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 483.6 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 5.87 \text{ m}$

- Perataan beban tipe III = 1.73 m
- Beban hidup (q_l) = $1.73\text{m} \times 400 \text{ kg/m}^2 = 692 \text{ kg/m}$

Beban air hujan (q_r) = perataan beban x beban air hujan

Beban air hujan = 20 kg/m^2 (PPIUG 1983;13)

➤ **Lantai 4**

- Portal Melintang Line 0

Untuk $L = 4 \text{ m}$

- Perataan beban tipe I = 1.333 m
- Beban air hujan (q_r) = $1.333\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 26.66 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 2.5 \text{ m}$

- Perataan beban tipe XIV = 0.833 m
- Beban air hujan (q_r) = $0.833\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 16.66 \text{ kg/m}$

- Portal Melintang Line 1 – Line 5

Untuk $L = 4 \text{ m}$

- Perataan beban tipe I = 1.333 m
- Beban air hujan (q_r) = $(2 \times 1.333\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 53.32 \text{ kg/m}$

Untuk L = 3.11 m

- Perataan beban tipe XII = 1.04 m, tipe XIII = 0.97 m
- Beban air hujan (qr) = $(1.04\text{m} + 0.97\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 40.2 \text{ kg/m}$

Untuk L = 3.72 m

- Perataan beban tipe X = 1.24 m, tipe XI = 1.16 m
- Beban air hujan (qr) = $(1.24\text{m} + 1.16\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 48 \text{ kg/m}$

Untuk L = 3.87 m

- Perataan beban tipe VIII = 1.29 m, tipe IX = 1.206 m
- Beban air hujan (qr) = $(1.29\text{m} + 1.206\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 49.92 \text{ kg/m}$

Untuk L = 4.48 m

- Perataan beban tipe VI = 1.49 m, tipe VII = 1.39 m
- Beban air hujan (qr) = $(1.49\text{m} + 1.39\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 57.6 \text{ kg/m}$

Untuk L = 5.10 m

- Perataan beban tipe IV = 1.7 m, tipe V = 1.58 m
- Beban air hujan (qr) = $(1.7\text{m} + 1.58\text{m}) \times 20 \text{ kg/m}^2 = 65.6 \text{ kg/m}$

- Portal Melintang Line 6

Untuk L = 4.03 m

- Perataan beban tipe II = 1.209 m
- Beban air hujan (qr) = $1.209\text{m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 24.18 \text{ kg/m}$

Untuk $L = 5.87 \text{ m}$

- Perataan beban tipe III = 1.73 m
- Beban air hujan (q_r) = $1.73 \text{ m} \times 20 \text{ kg/m}^2 = 34.6 \text{ kg/m}$

E. Beban mati terpusat (P_d)

- Akibat beban kolom

$$\begin{aligned}\sim P_{d1} &= \text{berat kolom lantai 1} \\ &= 0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 4.6 \text{ m} = 4416 \text{ kg} \\ \sim P_{d2} &= \text{berat kolom lantai 2 \& 3} \\ &= 0.5 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 3.1 \text{ m} = 2976 \text{ kg}\end{aligned}$$

F. Beban hidup terpusat (P_l)

Pada lantai 4, beban hidup terpusat adalah beban pada landasan helipad, yang terbagi pada 2 tumpuan. Beban pada masing-masing tumpuan adalah 935.25 kg .

3.3 Perhitungan Pembebanan Gempa

3.3.1 Perhitungan Berat Total Bangunan

Lantai 2

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= (4 \text{ m} \times 8 \text{ m} \times 15) + \left(\frac{1}{2} (7.8 + 7.37) \text{ m} \times 4 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} (7.37 + 6.93) \text{ m} \times 4 \text{ m}\right) + \\ &\quad \left(\frac{1}{2} (6.93 + 6.5) \text{ m} \times 4 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} (6.5 + 5.93) \text{ m} \times 5.1 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} \times 0.58 \text{ m} \times \right. \\ &\quad \left. 5.85 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} (5.1 + 4.48) \text{ m} \times 8 \text{ m}\right) + \left(\frac{1}{2} (4.48 + 3.87) \text{ m} \times 8 \text{ m}\right) +\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{1}{2} (3.87 + 3.72) \text{m} \times 8 \text{ m} \right) + \left(\frac{1}{2} (3.72 + 3.11) \text{m} \times 8 \text{ m} \right) + \left(\frac{1}{2} (3.11 + 2.5) \text{m} \right. \\
 & \quad \left. \times 8 \text{ m} \right) \\
 & = 751.033 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

a) Beban Mati (qd)

▮ Beban plat lantai

Luas x beban sendiri plat (qd)

$$751.033 \text{ m}^2 \times 360 \text{ kg/m}^2 = 270371.88 \text{ kg}$$

▮ Beban balok

Beban balok memanjang

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

$0.3 (0.6-0.15) \times 8.00 \times 2400 \times 20$	$= 51840 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 7.80 \times 2400 \times 1$	$= 2527.20 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 7.37 \times 2400 \times 1$	$= 2387.88 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 6.93 \times 2400 \times 1$	$= 2245.32 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 6.50 \times 2400 \times 1$	$= 2106 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 5.85 \times 2400 \times 1$	$= 1895.40 \quad \text{kg}$
$0.3 (0.6-0.15) \times 8.02 \times 2400 \times 5$	$= 12992.40 \quad \text{kg} \quad +$
	$\Sigma = 75994.20 \quad \text{kg}$

Beban balok melintang

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

$$\begin{aligned} 0.4 (0.8-0.15) \times 4.00 \times 2400 \times 12 &= 29952 \quad \text{kg} \\ 488 \text{ kg/m } (q_{\text{konsol}}) \times 4 \text{ m} \times 6 &= 11712 \quad \text{kg} \\ 488 \text{ kg/m } (q_{\text{konsol}}) \times 4.03 \text{ m} \times 1 &= 1966.64 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 4.02 \times 2400 \times 2 &= 5016.96 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 5.87 \times 2400 \times 1 &= 3662.88 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 5.1 \times 2400 \times 1 &= 3182.40 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 4.48 \times 2400 \times 1 &= 2795.52 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 3.87 \times 2400 \times 1 &= 2414.88 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 3.72 \times 2400 \times 1 &= 2321.28 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 3.11 \times 2400 \times 1 &= 1940.64 \quad \text{kg} \\ 0.4 (0.8-0.15) \times 2.5 \times 2400 \times 1 &= 1560 \quad \text{kg} + \\ \Sigma &= 66525.20 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

Beban kolom

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

$$\begin{aligned} (0.5 \times 0.8) \times 3.1 \times 2400 \times 18 &= 53568 \quad \text{kg} \\ (0.15 \times 0.15) \times 1.2 \times 2400 \times 11 &= 712.80 \quad \text{kg} + \\ \Sigma &= 54280.80 \quad \text{kg} \end{aligned}$$

▮ Beban dinding

Beban dinding arah memanjang

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

$$3.00 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 2 = 1836 \text{ kg}$$

$$8.00 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 4 = 9792 \text{ kg}$$

$$8.02 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 5 = 12270.60 \text{ kg}$$

$$5.85 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = \underline{1790.10 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 25688.70 \text{ kg}$$

Beban dinding arah melintang

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

$$4.00 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 3 = 3672 \text{ kg}$$

$$2.50 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = 765 \text{ kg}$$

$$4.03 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 3 = 3699.54 \text{ kg}$$

$$5.87 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = \underline{1796.22 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 9932.76 \text{ kg}$$

▮ Beban dinding penahan roda mobil

Panjang dinding x tinggi dinding x tebal dinding x berat jenis beton x
jumlah dinding

$$3.0 \times 0.2 \times 0.15 \times 2200 \times 2 = 396 \text{ kg}$$

$$8.0 \times 0.2 \times 0.15 \times 2200 \times 4 = 2112 \text{ kg} +$$

$$\Sigma = 2508 \text{ kg}$$

Total beban mati lantai 2

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

$$= 270371.88 \text{ kg} + (75994.20 + 66525.20) \text{ kg} + 54280.80 \text{ kg} + (25688.70 + 9932.76) \text{ kg} + 2508 \text{ kg}$$

$$= 505301.54 \text{ kg}$$

b) Beban Hidup (ql)

$$\left. \begin{array}{l} \text{Beban guna (ql)} = 400 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Koefisien reduksi tinjauan gempa} = 0.5 \end{array} \right\} \text{ (PPIUG 1983 ; 17 dan 21)}$$

Beban hidup

Luas x beban guna x koef. Reduksi

$$751.033 \text{ m}^2 \times 400 \text{ kg/m}^2 \times 0.5 = 150206.60 \text{ kg}$$

► **Total beban lantai 2 (W₂)** = total beban mati + total beban hidup

$$= 505301.54 \text{ kg} + 150206.60 \text{ kg}$$

$$= 655508.14 \text{ kg}$$

Lantai 2 = Lantai 3

$$W_2 = W_3 = 655508.14 \text{ kg}$$

Lantai 4

$$\text{Luas} = \text{luas lantai 2} = 751.033 \text{ m}^2$$

a) Beban Mati (qd)

▮ Beban plat lantai

Luas x beban sendiri plat (qd)

$$751.033 \text{ m}^2 \times 360 \text{ kg/m}^2 = 270371.88 \text{ kg}$$

▮ Beban balok

Beban balok memanjang

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

$$0.3 (0.6-0.15) \times 8.00 \times 2400 \times 20 = 51840 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 7.80 \times 2400 \times 1 = 2527.20 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 7.37 \times 2400 \times 1 = 2387.88 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 6.93 \times 2400 \times 1 = 2245.32 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 6.50 \times 2400 \times 1 = 2106 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 5.85 \times 2400 \times 1 = 1895.40 \text{ kg}$$

$$0.3 (0.6-0.15) \times 8.02 \times 2400 \times 5 = 12992.40 \text{ kg} \quad +$$

$$\Sigma = 75994.20 \text{ kg}$$

Beban balok melintang

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

$0.4 (0.8-0.15) \times 4.00 \times 2400 \times 12$	$= 29952 \quad \text{kg}$
$488 \text{ kg/m } (q_{\text{konsol}}) \times 4 \text{ m} \times 6$	$= 11712 \quad \text{kg}$
$488 \text{ kg/m } (q_{\text{konsol}}) \times 4.03 \text{ m} \times 1$	$= 1966.64 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 4.02 \times 2400 \times 2$	$= 5016.96 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 5.87 \times 2400 \times 1$	$= 3662.88 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 5.1 \times 2400 \times 1$	$= 3182.40 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 4.48 \times 2400 \times 1$	$= 2795.52 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 3.87 \times 2400 \times 1$	$= 2414.88 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 3.72 \times 2400 \times 1$	$= 2321.28 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 3.11 \times 2400 \times 1$	$= 1940.64 \quad \text{kg}$
$0.4 (0.8-0.15) \times 2.5 \times 2400 \times 1$	$= 1560 \quad \text{kg} \quad +$
$\Sigma = 66525.20 \quad \text{kg}$	

Beban kolom

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

$$(0.5 \times 0.8) \times \left(\frac{1}{2} \times 3.1\right) \times 2400 \times 18 = 26784 \quad \text{kg}$$

D Beban dinding

Beban dinding arah memanjang

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

$$3.00 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = 918 \text{ kg}$$

$$8.00 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 3 = 7344 \text{ kg}$$

$$8.02 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 3 = 7362.36 \text{ kg}$$

$$5.85 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = \underline{1790.10 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 17414.46 \text{ kg}$$

Beban dinding arah melintang

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

$$4.03 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 3 = 3699.54 \text{ kg}$$

$$5.87 \times 1.2 \times 0.15 \times 1700 \times 1 = \underline{1796.22 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 5495.79 \text{ kg}$$

D Beban dinding penahan roda mobil

Panjang dinding x tinggi dinding x tebal dinding x berat jenis beton x
jumlah dinding

$$3.0 \times 0.2 \times 0.15 \times 2200 \times 1 = 198 \text{ kg}$$

$$8.0 \times 0.2 \times 0.15 \times 2200 \times 3 = \underline{1584 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 1782 \text{ kg}$$

Total beban mati lantai 4

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

$$= 270371.88 \text{ kg} + (75994.20 + 66525.20) \text{ kg} + 26784 \text{ kg} + (17414.46 + 5495.79) \text{ kg} + 1782 \text{ kg}$$

$$= 464367.53 \text{ kg}$$

b) Beban Hidup (ql)

Beban guna di luar landasan helipad = 400 kg/m^2 (PPIUG 1983 ; 17)

Koefisien reduksi tinjauan gempa = 0.5 (PPIUG 1983 ; 21)

Beban pada daerah landasan helipad = 1870.5 kg (PPIUG 1983 ; 18)

Beban hidup

Luas x beban guna x koef. Reduksi

$$751.033 \text{ m}^2 \times 400 \text{ kg/m}^2 \times 0.5 = 150206.60 \text{ kg}$$

$$\text{Beban pada landasan helipad} = \underline{1870.50 \text{ kg} +}$$

$$\Sigma = 152077.10 \text{ kg}$$

• **Total beban lantai 4 (W_4)** = total beban mati + total beban hidup

$$= 464367.53 \text{ kg} + 152077.10 \text{ kg}$$

$$= 616444.63 \text{ kg}$$

• **Berat Total Bangunan** = $W_2 + W_3 + W_4$

$$= (655508.14 \times 2) \text{ kg} + 616444.63 \text{ kg}$$

$$= 1927460.91 \text{ kg}$$

3.3.2 Perhitungan Waktu Getar Bangunan (T)

$$H = 4.6 \text{ m} + 3.1 \text{ m} + 3.1 \text{ m}$$

$$= 10.8 \text{ m}$$

$$T = 0.063 H^{3/4} \quad (\text{SNI 03-1726-2002 ps1 5.6})$$

$$= 0.063 \times 10.8^{3/4}$$

$$= 0.3753$$

3.3.3 Perhitungan Gaya Geser Horizontal

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

$$R = 5.5 \text{ (Tabel 3, SNI 1726)}$$

Berdasarkan wilayah gempa 4, jenis tanah keras dan nilai $T = 0.3753$, dengan menggunakan gambar 2 SNI 1726, diperoleh $C_1 = 0.6$

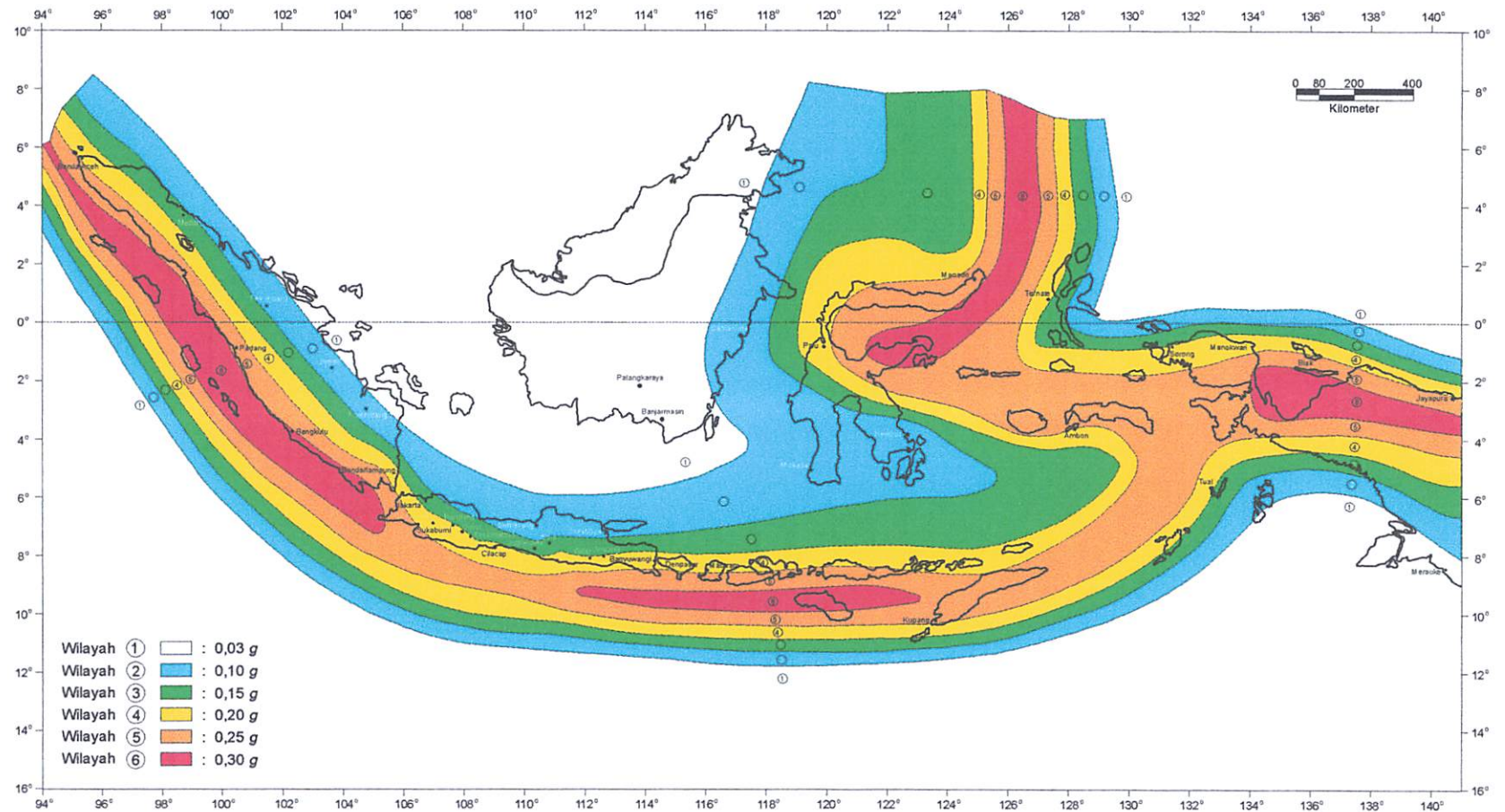
I sesuai SNI 1726, Tabel 1 di dapat $I = 1.4$

Maka diperoleh :

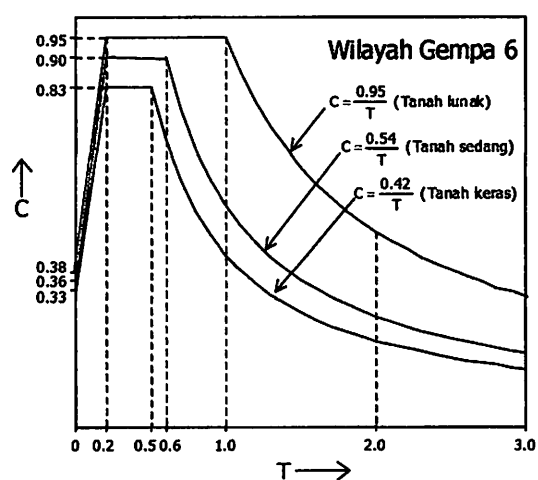
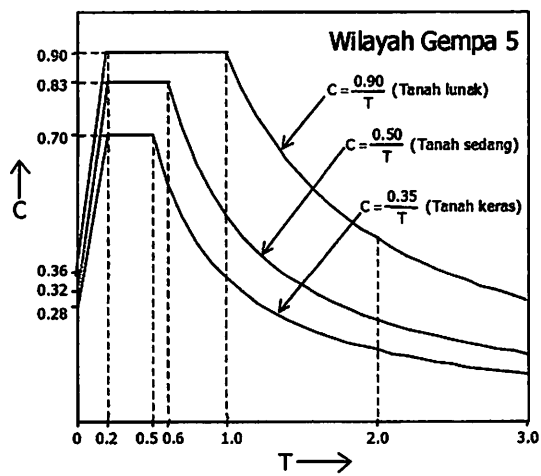
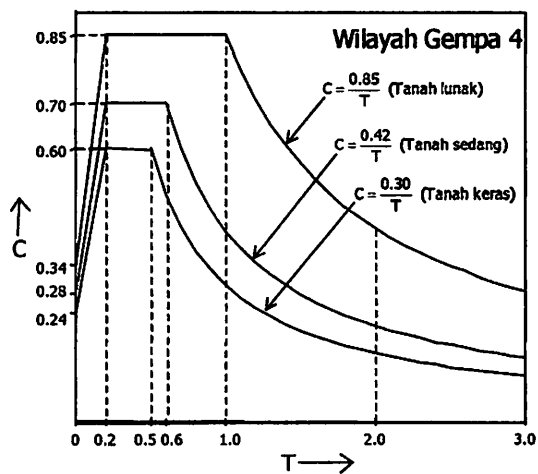
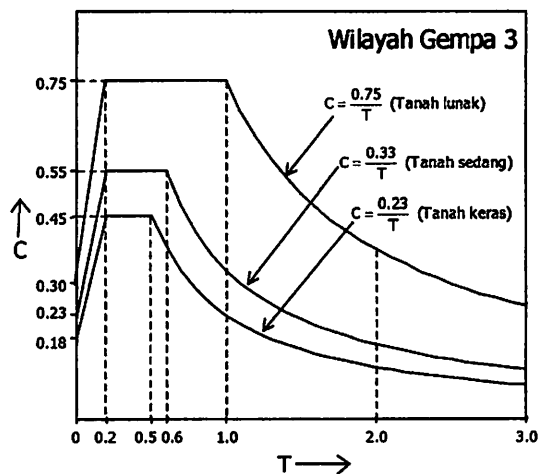
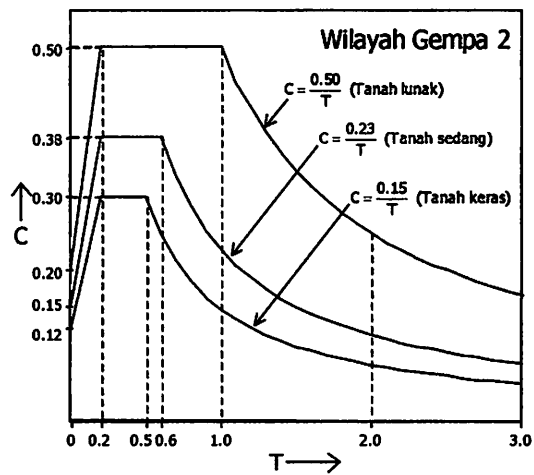
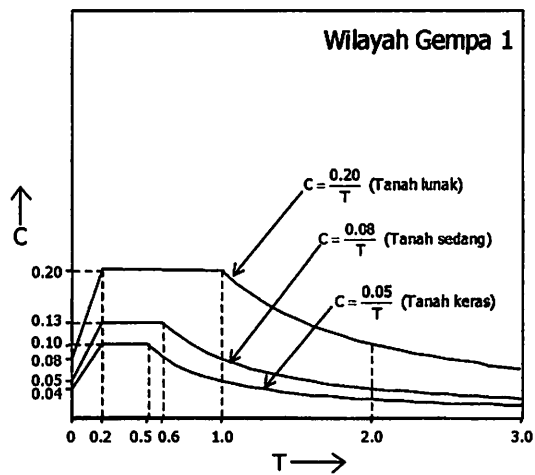
$$\begin{aligned} V &= \frac{C_1 \times I}{R} \times W_t \\ &= \frac{0.6 \times 1.4}{5.5} \times 1927460.91 \text{ kg} \\ &= 294375,8481 \text{ kg} \end{aligned}$$

Distribusi gaya geser horizontal total gempa sepanjang tinggi bangunan :

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



Gambar 3.7 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan perioda ulang 500 tahun



Tabel 3.1 Distribusi Gaya Geser Horizontal Akibat Gempa ke tiap Portal

Lantai	hi (m)	wi (kg)	hi x wi	V	Fi	1/7Fi	1/3Fi
4	10.8	616444.63	6657602.004	294375,848	92301.507	13185.93	30767.169
3	7.7	655508.14	5047412.678	294375,848	69977.718	9996.817	23325.906
2	4.6	655508.14	3015337.444	294375,848	41804.871	5972.124	13934.957
Σ		1927460.91	14720352.13				

3.4 Menghitung Lebar Efektif Balok (b_{ef})

3.4.1 Lebar Efektif (b_{ef}) Balok Memanjang

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

1) Untuk L = 8 m

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

$$< b_w + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.7\text{ m}$$

$$\begin{aligned} < b_w + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.3 + 1/2 (4-0.3)\text{m} + 1/2 (4-0.3)\text{m} = 0.3 + 3.7\text{ m} = 4\text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 2\text{ m}$

2) Untuk L = 7.37 m

$$b_e < 1/4 \times L = 1/4 \times 7.37\text{m} = 1.8425\text{ m}$$

$$< b_w + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.7\text{ m}$$

$$\begin{aligned} < b_w + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.3 + 1/2 (4-0.3)\text{m} + 1/2 (4-0.3)\text{m} = 0.3 + 3.7\text{ m} = 4\text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 1.8425\text{ m}$

3) Untuk $L = 6.93 \text{ m}$

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 6.93 \text{ m} = 1.7325 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.3 + 1/2 (4-0.3)\text{m} + 1/2 (4-0.3)\text{m} = 0.3 + 3.7 \text{ m} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1.7325 m

4) Untuk $L = 6.5 \text{ m}$

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 6.5 = 1.625 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.3 + 1/2 (4-0.3)\text{m} + 1/2 (4-0.3)\text{m} = 0.3 + 3.7 \text{ m} = 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1.625 m

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

1) Untuk $L = 8 \text{ m}$

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 8 \text{ m} = 0.667 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{\text{kiri}} + 6.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.3 + 1/2 (4-0.3)\text{m} = 0.3 + 1/2 (3.7\text{m}) = 2.15 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.667 m

2) Untuk $L = 7.8 \text{ m}$

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 7.8 \text{ m} = 0.65 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (4-0.3)m = 0.3 + 1/2 (3.7m) = 2.15 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.65 m

3) Untuk L = 8.02 m (0-1)

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 8.02m = 0.6683 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (2.5-0.3)m = 0.3 + 1/2 (2.2m) = 1.4 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.6683 m

4) Untuk L = 8.02 m (1-2)

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 8.02m = 0.6683 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (3.11-0.3)m = 0.3 + 1/2 (2.81m) = 1.705 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.6683 m

5) Untuk L = 8.02 m (2-3)

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 8.02m = 0.6683 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (3.72-0.3)m = 0.3 + 1/2 (3.42m) = 2.01 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.6683 m

6) Untuk $L = 8.02 \text{ m}$ (3-4)

$$b_e < 1/12 \times L = 1/12 \times 8.02 \text{ m} = 0.6683 \text{ m}$$

$$< b_w + 6.hf_{\text{kiri}} + 6.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (3.87-0.3) \text{ m} = 0.3 + 1/2 (3.57 \text{ m}) = 2.085 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 0.6683 \text{ m}$

7) Untuk $L = 8.02 \text{ m}$ (4-5)

$$b_e < 1/12 \times L = 1/12 \times 8.02 \text{ m} = 0.6683 \text{ m}$$

$$< b_w + 6.hf_{\text{kiri}} + 6.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (4.48-0.3) \text{ m} = 0.3 + 1/2 (4.18 \text{ m}) = 2.39 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 0.6683 \text{ m}$

8) Untuk $L = 5.85 \text{ m}$

$$b_e < 1/12 \times L = 1/12 \times 5.85 \text{ m} = 0.4875 \text{ m}$$

$$< b_w + 6.hf_{\text{kiri}} + 6.hf_{\text{kanan}} = 0.3 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.1 \text{ m}$$

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

$$= 0.3 + 1/2 (5.1-0.3) \text{ m} = 0.3 + 1/2 (4.8 \text{ m}) = 2.7 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil $b_e = 0.4875 \text{ m}$

3.4.2 Lebar Efektif (b_{ef}) Balok Melintang

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

1) Untuk $L = 4 \text{ m}$

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

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} + 1/2 (8-0.4)\text{m} = 0.4 + 7.6 \text{ m} = 8 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1 m

2) Untuk $L = 4 \text{ m}$ (line 5;AB)

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

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} + 1/2 (7.37-0.4)\text{m} = 0.4 + 7.285 \text{ m} = 7.685 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1 m

3) Untuk $L = 4 \text{ m}$ (line 5;BC)

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

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} < bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kiri}} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{\text{kanan}} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} + 1/2 (6.93-0.4)\text{m} = 0.4 + 7.065 = 7.465 \text{ m} \end{aligned}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1 m

4) Untuk $L = 4 \text{ m}$ (line 5;CD)

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

$$< bw + 8.hf_{\text{kiri}} + 8.hf_{\text{kanan}} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (8-0.4)m + 1/2 (6.5-0.4)m = 0.4 + 6.85 = 7.25 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1 m

5) Untuk L = 3.11 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 3.11m = 0.7775 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (8-0.4)m + 1/2 (8-0.4)m = 0.4 + 7.6 = 8 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.7775 m

6) Untuk L = 3.72 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 3.72m = 0.93 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (8-0.4)m + 1/2 (8-0.4)m = 0.4 + 7.6 = 8 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.93 m

7) Untuk L = 3.87 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 3.87m = 1.935 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (8-0.4)m + 1/2 (8-0.4)m = 0.4 + 7.6 = 8 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1.935 m

8) Untuk L = 4.48 m

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 4.48m = 1.12 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} + 1/2 (8-0.4)\text{m} = 0.4 + 7.6 = 8 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1.12 m

9) Untuk $L = 5.10 \text{ m}$

$$be < 1/4 \times L = 1/4 \times 5.1\text{m} = 1.275 \text{ m}$$

$$< bw + 8.hf_{kiri} + 8.hf_{kanan} = 0.4 + (8 \times 0.15) + (8 \times 0.15) = 2.8 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kiri} + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} + 1/2 (5.93-0.4)\text{m} = 0.4 + 6.565 = 6.965 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 1.275 m

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

1) Untuk $L = 4 \text{ m}$

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 4\text{m} = 0.333 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

$$< bw + 1/2 \text{ jarak bersih balok}_{kanan} \\ = 0.4 + 1/2 (8-0.4)\text{m} = 0.4 + 1/2 (7.6\text{m}) = 4.2 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.333 m

2) Untuk $L = 2.5 \text{ m}$

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 2.5\text{m} = 0.21 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (8-0.4)m = 0.4 + 1/2 (7.6m) = 4.2 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.21 m

3) Untuk L = 4.03 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 4.03m = 0.34 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (7.37-0.4)m = 0.4 + 1/2 (6.97m) = 3.885 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.34 m

4) Untuk L = 4.03 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 4.03m = 0.34 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (6.93-0.4)m = 0.4 + 1/2 (6.53m) = 3.665 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.34 m

5) Untuk L = 4.03 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 4.03m = 0.34 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{kiri} + 6.hf_{kanan} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (6.5-0.4)m = 0.4 + 1/2 (6.1m) = 3.45 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.34 m

6) Untuk L = 5.87 m

$$be < 1/12 \times L = 1/12 \times 5.87m = 0.4892 \text{ m}$$

$$< bw + 6.hf_{\text{kiri}} + 6.hf_{\text{kanan}} = 0.4 + (6 \times 0.15) + (6 \times 0.15) = 2.2 \text{ m}$$

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

$$= 0.4 + 1/2 (5.93-0.4)\text{m} = 0.4 + 1/2 (5.53\text{m}) = 3.165 \text{ m}$$

Dipakai nilai terkecil be = 0.4892 m

- Modulus Elastisitas beton (E_c) = $4700\sqrt{f'c} = 4700 \sqrt{30}$
 $= 25742.9602 \text{ MPa}$
 $= 25742.9602 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$

BAB IV

PERENCANAAN PONDASI

4.1 Spesifikasi dan Parameter Perencanaan

4.1.1. Spesifikasi Umum :

1. Fungsi bangunan atas : Gudang (lantai 1) dan parkir (lantai 2-4)
2. Struktur bawah : Alternatif pondasi telapak menerus
3. Struktur atas : Portal beton bertulang
4. Konstruksi atap : Plat beton bertulang

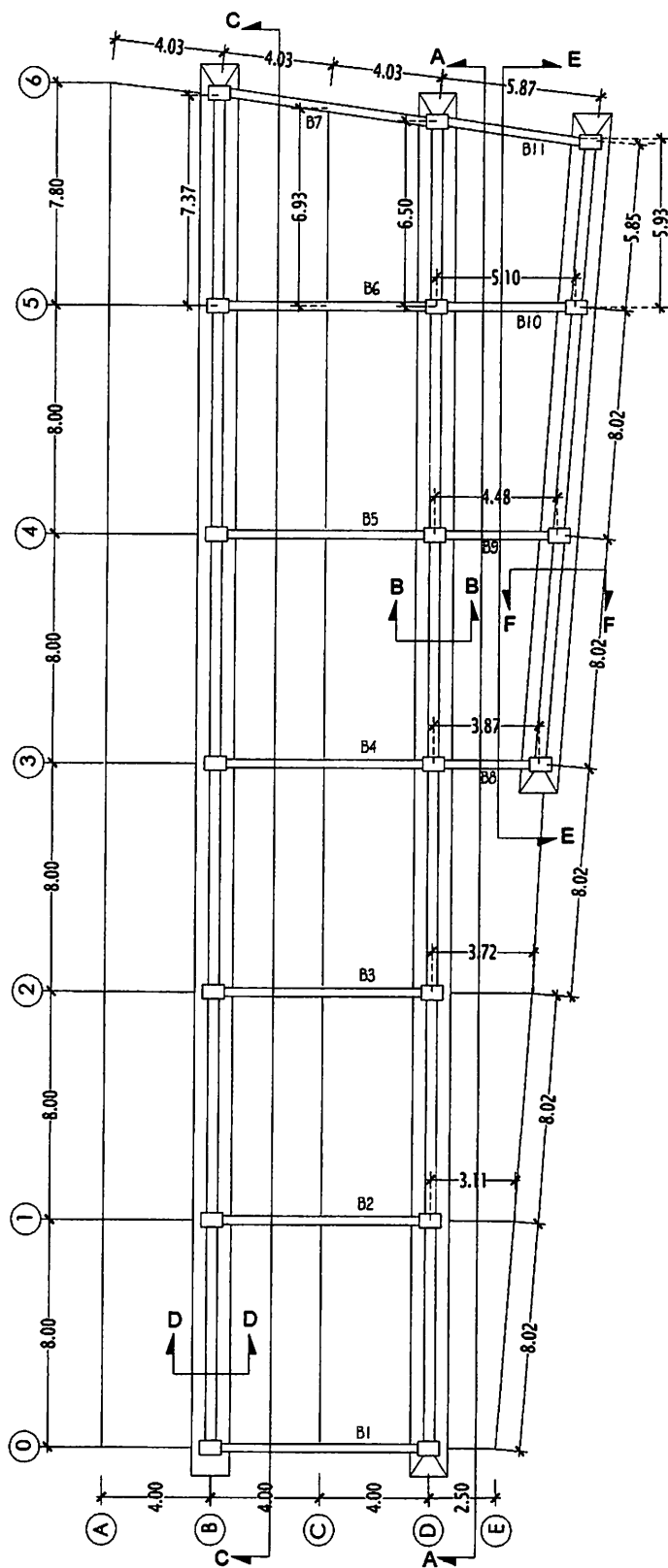
4.1.2. Data Perencanaan :

Parameter perencanaan dasar, yaitu :

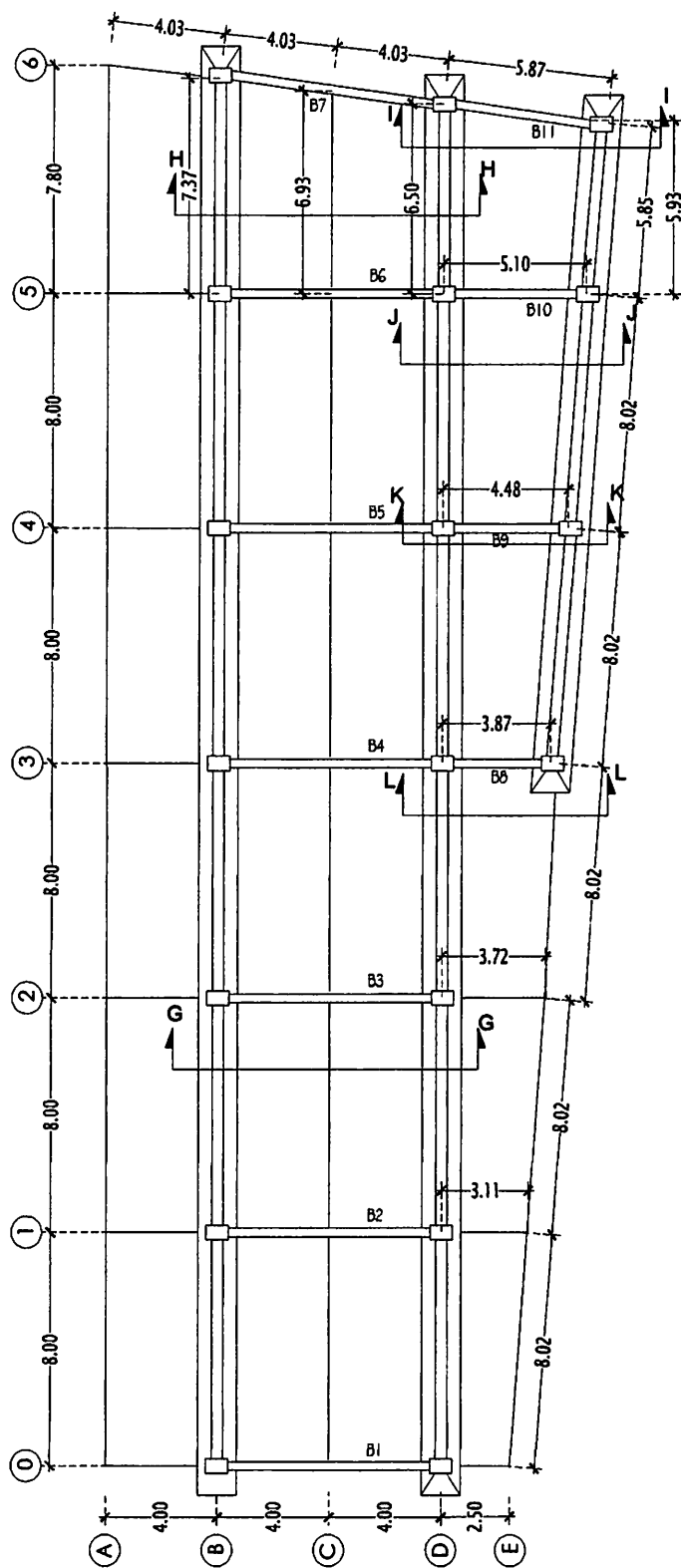
- a. Standart beton : SNI 03-2847-2002
- b. Standart beban : PPIUG 1983

Mutu bahan, berdasarkan pemakaian dilapangan, yaitu :

- a. Mutu beton (f_c') : 30 MPa
- b. Mutu baja tulangan (f_y) : 350 MPa



DENAH RENCANA PONDASI & BALOK KOPEL SLOOF



DENAH RENCANA PONDASI & BALOK KOPEL SLOOF

4.2 Perhitungan Pondasi Telapak Menerus

4.2.1. Parameter – Parameter Tanah

Parameter-parameter tanah didapatkan dari hasil konversi nilai sondir kedalam nilai kohesi (c_u), jenis tanah, berat jenis (G_s), kadar air (w), angka pori (e) dan porositas (n), γ_{dry} , γ_{sat} , dan γ_m . Nilai kohesi (c_u) diperoleh dari $c_u = qc/14$, jenis tanah diperoleh dari grafik pada gambar 2.12, berat jenis tanah (G_s) diperoleh dari tabel 2.8, sedangkan kadar air (w), angka pori(e), dan porositas (n) diperoleh dari tabel 2.5. Setelah nilai n , e , w , dan G_s diketahui, dapat digunakan untuk mencari nilai γ_{dry} , γ_{sat} , dan γ_m dengan rumus no. 2.22 (γ_{dry}), no.2.23 (γ_{sat}), dan rumus no.2.24 (γ_m). Nilai-nilai parameter-parameter tanah tersebut dapat di lihat pada tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil Konversi Parameter-Parameter Tanah dititik 3 (S3)

H (m)	qc Kg/cm ²	c_u Kg/cm ²	N	Jenis Tanah	G_s	w	e	n	γ_{dry}	γ_{sat}	γ_m
									gr/cm ³		
0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
0,2	25	1,79	6	Lempung sedang	2,69	45	1,2	0,55	1,22	1,77	1,77
0,4	30	2,14	8	Lempung sedang	2,69	45	1,2	0,55	1,22	1,77	1,77
0,6	35	2,50	9	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
0,8	25	1,79	6	Lempung sedang	2,69	45	1,2	0,55	1,22	1,77	1,77
1,0	30	2,14	8	Lempung sedang	2,69	45	1,2	0,55	1,22	1,77	1,77
1,2	40	2,86	10	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,4	50	3,57	13	Lempung beralanau kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,6	55	3,93	14	Lempung beralanau kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,8	45	3,21	11	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,0	40	2,86	10	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,2	50	3,57	13	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,4	55	3,93	14	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,6	60	4,29	15	Lempung beralanau kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,8	60	4,29	15	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07

3,0	55	3,93	14	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
3,2	60	4,29	15	Lempung kaku	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07

Sumber : Hasil analisa hitungan

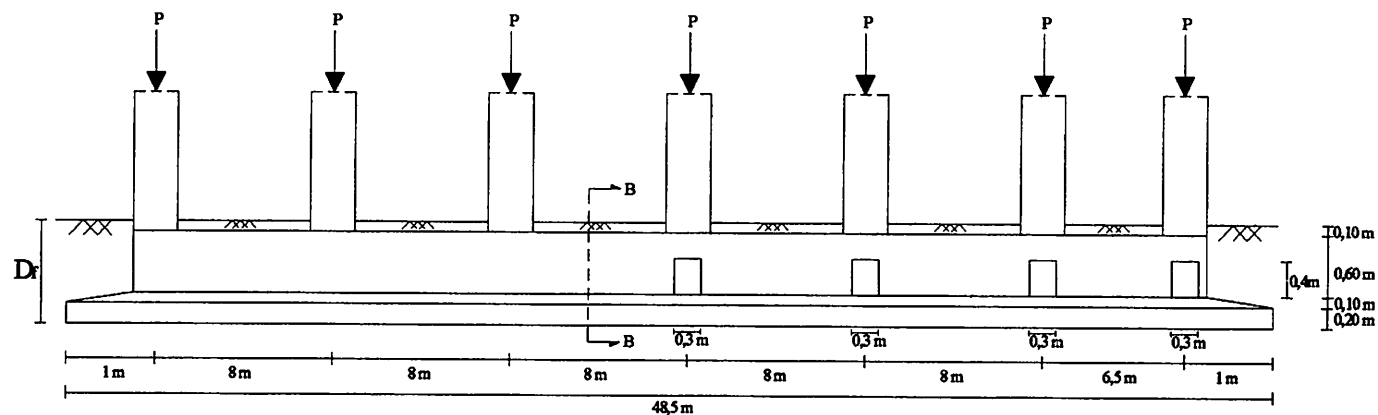
4.2.2. Perencanaan Pondasi Telapak Menerus

Perhitungan pondasi telapak menerus meliputi perhitungan daya dukung, tegangan maksimum, penurunan, serta penulangannya ditinjau terhadap line D (denah). Untuk merencanakan pondasi telapak menerus digunakan data tanah dititik 3 seperti pada tabel 4.1, karena pada kedalaman 3.0 meter nilai q_c paling kecil (kritis) daripada titik yang lain. Untuk menentukan tebal pondasi digunakan peraturan SNI 03-2487-2002 pasal 17.7 yang memberikan ketebalan pondasi telapak di atas lapisan tulangan bawah tidak boleh kurang dari 150 mm untuk pondasi telapak di atas tanah.

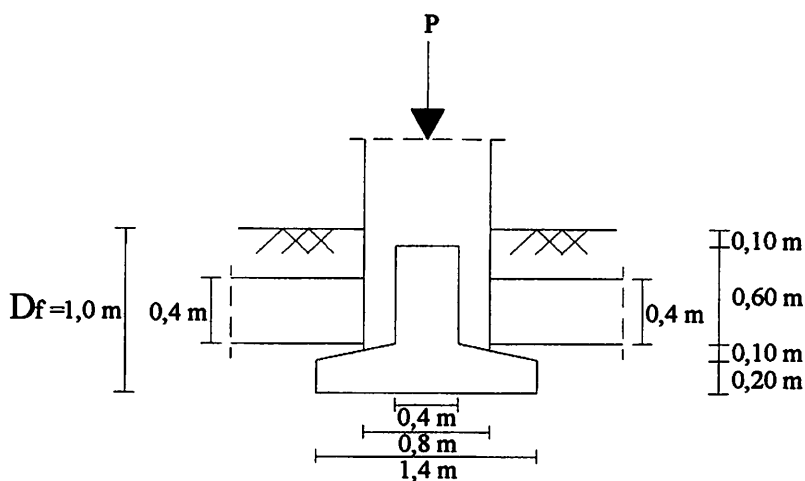
Tebal rencana = 200 mm > 150 mm (Ok)

Data perencanaan :

- Kedalaman pondasi (D_f) = 1,0 m
- Nilai q_c pada kedalaman 2.4 meter = 55 kg/cm²
- Dimensi kolom = 50/80 cm
- Dicoba dengan lebar pondasi (B) = 1,4 meter
- Panjang pondasi = 48,5 meter
- Tebal pondasi = 0,2 meter
- Dimensi balok RIB = 40/90
- Panjang balok RIB = 46,5 meter
- Angka keamanan, SF = 3



Gambar 4.1. Potongan memanjang pondasi telapak menerus Line D (Pot. A-A)



Gambar 4.2. Potongan B – B

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$V = (83900 + 209000 + 209000 + 207000 + 213000 + 202000 + 134000) \text{ kg}$$

$$= 1257900 \text{ kg}$$

- Momen arah x (Mx), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mx diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$M_x = (35158,1 + 41434,7 + 42082,6 + 42103,7 + 42515,5 + 44852,3 + 44457,5) \\ = 292604,4 \text{ kgm}$$

- Momen arah z (Mz), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mz diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$M_z = (43219,3 + 46801,9 + 45666,5 + 41753,7 + 39755,3 + 39061,5 + 39023,6) \text{kgm} \\ = 295281,8 \text{ kgm}$$

- Balok kopel sloof (pengikat antar pondasi telapak menerus)

Balok pengikat antar poer atau pondasi telapak ukuran penampang minimumnya $\geq 1/20 L$, tapi $< 450 \text{ mm}$. Sengkang tertutup harus dipasang dengan spasi $< 1/2$ dimensi terkecil penampang tapi harus $< 300 \text{ mm}$.

- a. Balok bentang 8,06 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 8,06 = 0,403$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

- b. Balok bentang 8 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 8 = 0,4$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

c. Balok bentang 5,87 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 5,87 = 0,293$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

d. Balok bentang 5,1 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 5,1 = 0,255$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

e. Balok bentang 4,48 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 4,48 = 0,224$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

f. Balok bentang 3,87 m

$$\sim \text{Tinggi balok (h)} = 1/20.L = 1/20 \times 3,87 = 0,1935$$

$$\text{Dipakai } h = 0,4 \text{ m}$$

$$\sim \text{Lebar balok (b)} = 1/2.h - 2/3.h = 1/2 \times 0,4 - 2/3 \times 0,4 = 0,2 - 0,267$$

$$\sim \text{Dipakai } b = 0,3 \text{ m}$$

4.2.3.Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line D
Berdasarkan Terzaghi

Nilai parameter tanah (c_u , G_s , w , e , n , γ_{dry} , γ_{sat} , dan γ_m) lapisan di atas dasar pondasi yaitu pada kedalaman 1,4 – 2,2 m dan lapisan bawah (dasar pondasi) pada kedalaman 2,4 m. (Data terdapat pada tabel 4.2).

Tabel 4.2 Perhitungan nilai parameter tanah per-lapisan

H (m)	qc (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Gs	w	e	n	γ_{dry}	γ_{sat}	γ_m
							(gr/cm ³)		
1,4	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,6	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,8	45	3,21	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,0	40	2,86	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,2	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,4	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07

Sumber : Hasil analisa hitungan

Diasumsikan nilai S_r (derajat kejenuhan) tanah adalah 50%, sehingga nilai berat volume (γ) yang digunakan pada perhitungan daya dukung adalah sebagai berikut :

$$S_r = 50\%$$

$$e \cdot S_r = G_s \cdot w$$

$$0,6 \times 0,5 = 2,71 \times w_m$$

$$w_m = 0,1107 = 11,07\%$$

Maka :

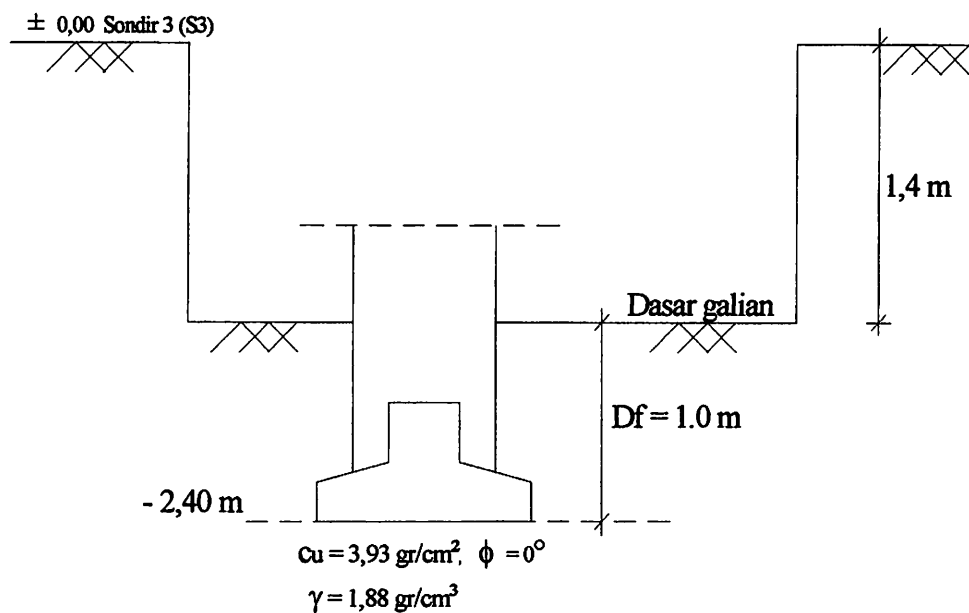
$$\begin{aligned} \gamma = \gamma_m &= \frac{G_s \cdot \gamma_w \cdot (1+w_m)}{1 + e} \\ &= \frac{2,71 \times 1 \times (1+0,1107)}{1 + 0,6} = 1,88 \text{ gr/cm}^3 = 1,88 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \end{aligned}$$

γ pada lapisan di atas pondasi $= \gamma_1 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$

γ pada dasar pondasi $= \gamma_2 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$

$C_u = C_u \text{ 2,4 meter} = 3,93 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = \phi \text{ 2,4 meter} \cong 0^\circ \text{ (tanah lempung, } c \neq 0, \phi = 0^\circ \text{)}$



Untuk menghitung daya dukung ultimate pondasi telapak menerus digunakan persamaan umum seperti rumus no. 2.2 dengan tinjauan keruntuhan geser menyeluruh (general shear) yang terjadi pada tanah padat atau agak keras. Untuk menghitung faktor daya dukung tanah digunakan N_c , N_q , N_γ pada tabel 2.1.

Nilai sudut geser $\phi_2 = 0^\circ$

Maka didapatkan nilai faktor kapasitas dukung :

1. Nilai $N_c = 5,7$
2. Nilai $N_q = 1,0$

3. Nilai $N\gamma = 0$

Kapasitas daya dukung maksimum ($q_{ultimate}$) untuk pondasi telapak menerus digunakan rumus yang dikemukakan oleh Terzaghi, yaitu :

Rumus :

$$\begin{aligned} q_{ultimate} &= (c \cdot N_c) + (p_o \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \\ &= (c_u \cdot N_c) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma) \end{aligned}$$

Sehingga :

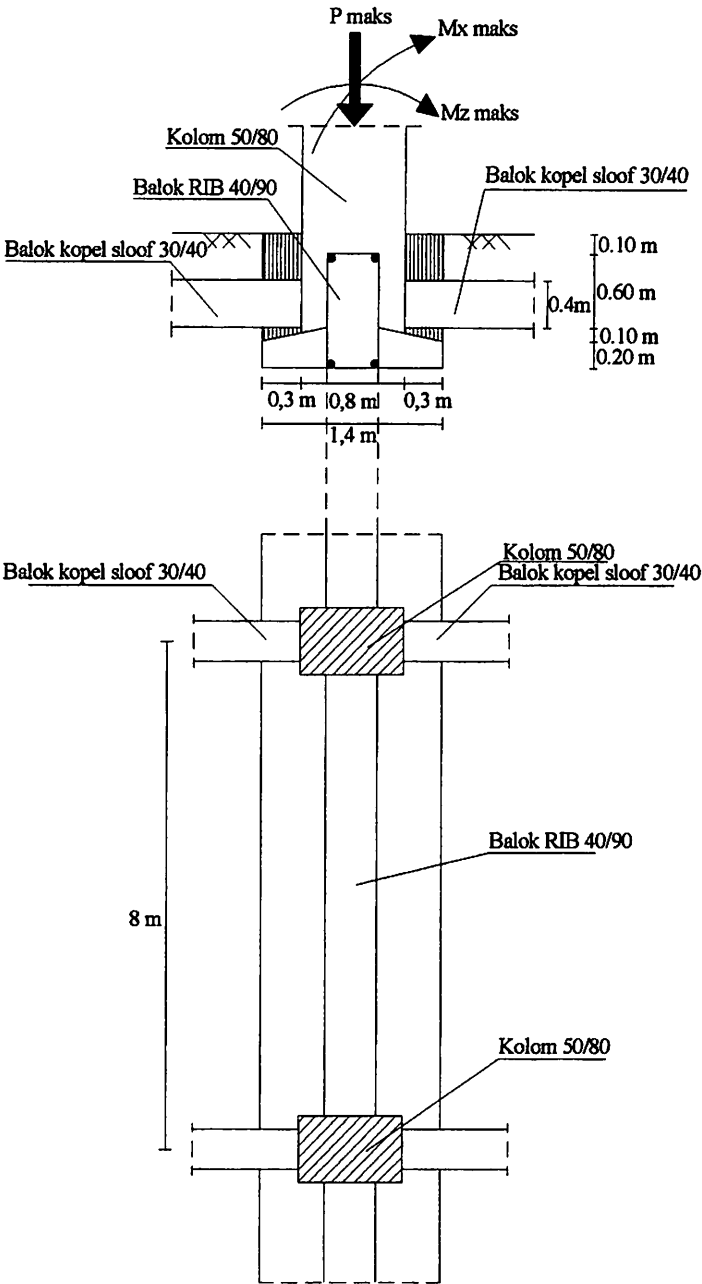
- $q_{ultimate} = (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 100 \cdot 1) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 140 \cdot 0)$
 $= 22,589 \text{ kg/cm}^2$

- $q_{netto} = (c_2 \cdot N_c) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot (N_q - 1)) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma)$
 $= (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 100 \cdot (1 - 1)) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 140 \cdot 0)$
 $= 22,401 \text{ kg/cm}^2$

- $q_{aman} = \sigma_{tnh} = \frac{q_{netto}}{SF}$
 $= \frac{22,401}{3} \text{ kg/cm}^2$
 $= 7,467 \text{ kg/cm}^2$

4.2.4. Perhitungan Tegangan Maksimum yang Terjadi

4.2.4.1. Perhitungan Berat Pondasi Telapak Menerus



Gambar 4.3 Potongan tampak depan & tampak atas pondasi telapak menerus

- Berat sendiri pondasi = Luas pondasi x L x BJ beton x faktor beban mati

$$= \left\{ (1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,4) \times 0,1}{2} \right) \right\} \times 48,5 \times 2400 \times 1,2$$

$$= 51681,6 \text{ kg}$$

- Berat tanah = $(V_{\text{galian}} - V_{\text{pondasi}} - V_{\text{balok}}) \times \text{Berat tanah} \times \text{faktor beban mati}$

$$= \left\{ (1 \times 1,4 \times 48,5) - \left(\left((1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,4) \times 0,1}{2} \right) \right) \times 48,5 \right) - \right.$$

$$\left. ((0,4 \times 0,6 \times 46,5)) \right\} \times 1880 \times 1,2$$

$$= 87521,52 \text{ kg}$$

- Berat balok RIB = $0,4 \times (0,90 - 0,3) \times 46,5 \times 2400 \times 1,2$
= 32140,8 kg

- Berat balok kopel /pengikat = $b \times h \times L \times \text{BJ beton} \times \text{faktor beban mati}$
= $(\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 8,06 \times 2400 \times 1,2) + (6 \times \frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 8 \times 2400 \times 1,2) +$
 $(\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 5,87 \times 2400 \times 1,2) + (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 5,1 \times 2400 \times 1,2) +$
 $(\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 4,8 \times 2400 \times 1,2) + (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 3,87 \times 2400 \times 1,2)$
= 13080,96 kg

- Jumlah reaksi kolom = 1257900 kg (hal. 111)

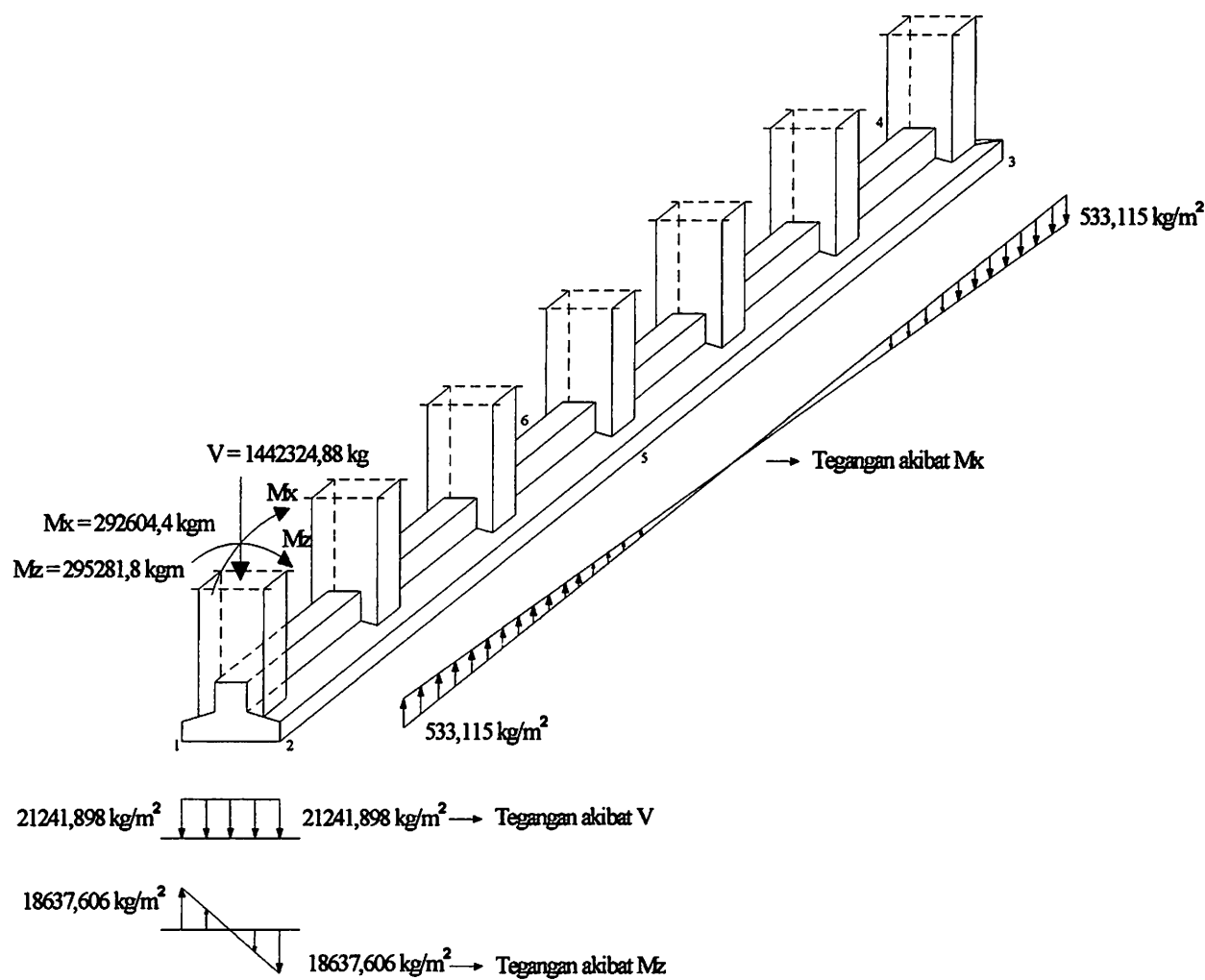
4.2.4.2. Perhitungan P total yang Terjadi

Konfigurasi beban hasil perhitungan program bantu STAAD PRO 2004 (3D) terdapat pada lampiran diberlakukan beban maksimum untuk setiap kolomnya. Jadi

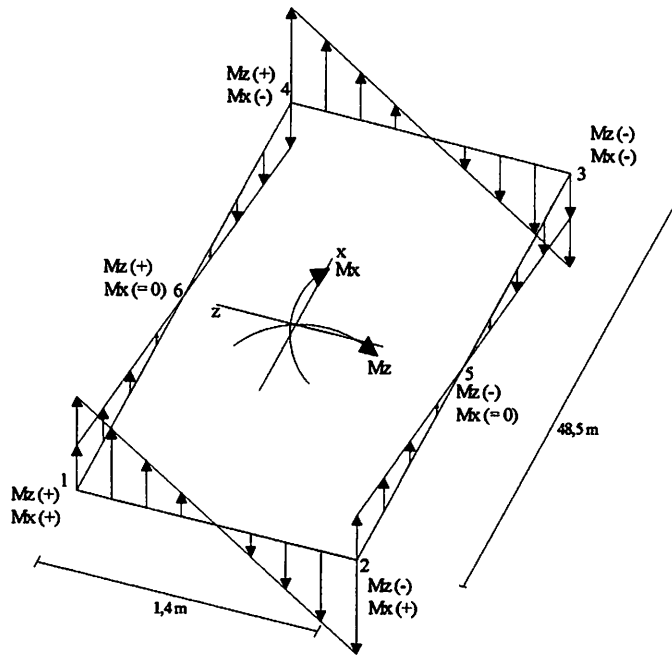
beban total yang diterima pondasi akibat beban P maks dan berat total pondasi adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{\text{total}} &= \text{jumlah reaksi kolom} + \text{berat sendiri pondasi} + \text{berat tanah} + \text{berat balok RIB} + \text{berat balok kopel/pengikat} \\
 &= (1257900 + 51681,6 + 87521,52 + 32140,8 + 13080,96) \text{ kg} \\
 &= 1442324,88 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4.2.4.3.Perhitungan Tegangan yang Terjadi



- Tegangan akibat V $= \frac{V_{tot}}{A} = \frac{1442324,88}{(1,4 \times 48,5)} = 21241,898 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mz $= \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = \frac{295281,8 \times 0,6}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = 18637,606 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mx $= \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} = \frac{292604,4 \times 24,25}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} = 533,115 \text{ kg/m}^2$



Gambar 4.4. Diagram tegangan yang terjadi akibat Mz dan Mx

Rumus :

$$\sigma_{ult} = - \frac{V_{tot}}{A} \pm \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{Mz \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} + \frac{292604,4 \times 24,25}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} + \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 2071,178 \text{ kg/m}^2$$

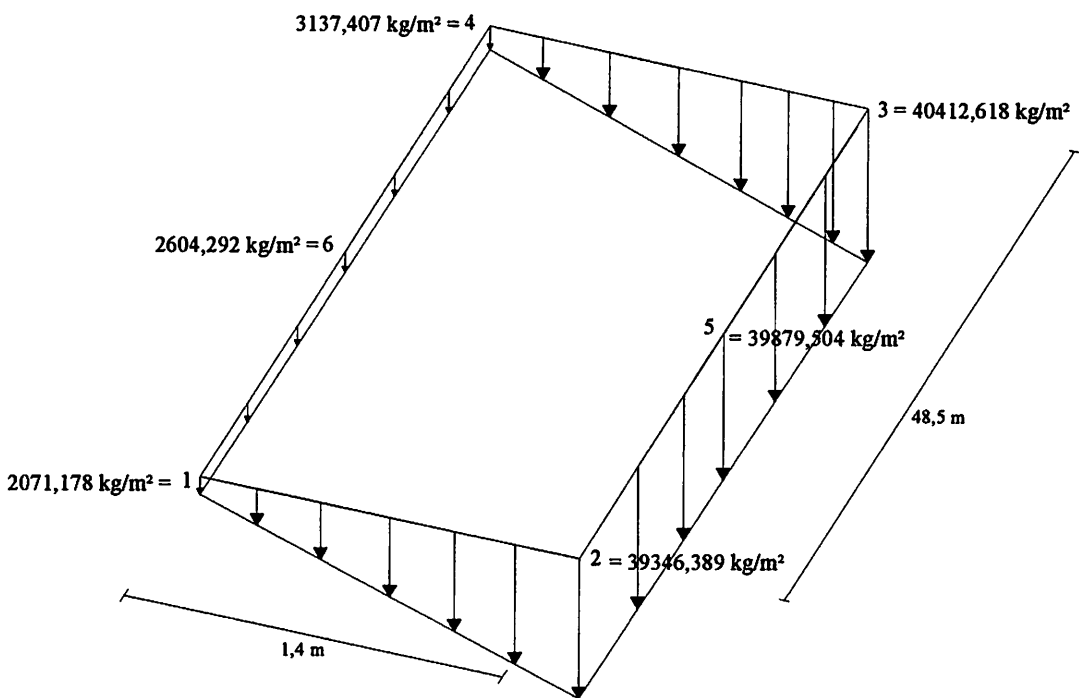
$$\sigma_2 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} + \frac{292604,4 \times 24,25}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} - \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 39346,389 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} - \frac{292604,4 \times 24,25}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} - \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 40412,618 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} - \frac{292604,4 \times 24,25}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} + \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 3137,407 \text{ kg/m}^2$$

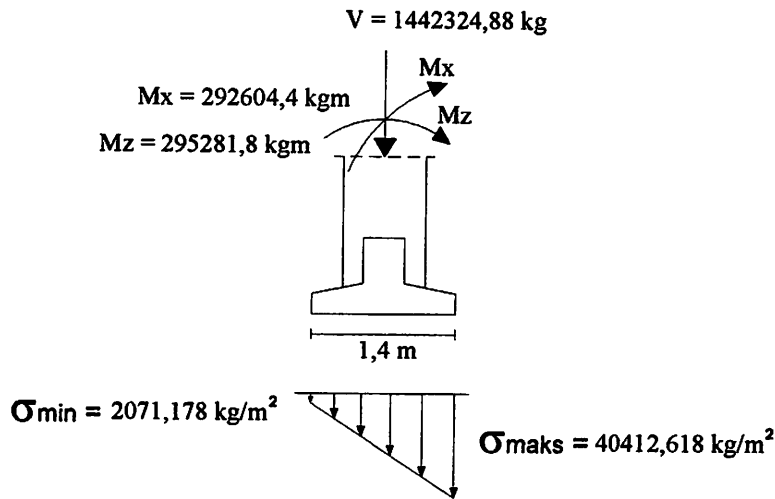
$$\sigma_5 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} + 0 - \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 39879,504 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_6 = - \frac{1442324,88}{1,4 \times 48,5} + 0 + \frac{295281,8 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = - 2604,292 \text{ kg/m}^2$$



Gambar 4.5. Diagram tegangan yang terjadi disetiap titik (1,2,3,4,5 dan 6)

- $\sigma_{\text{maks}} = 40412,618 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{\text{th}} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$
- $\sigma_{\text{min}} = 2071,178 \text{ kg/m}^2$



Gambar 4.6. Diagram tegangan maksimum dan minimum akibat V dan M

Tegangan rata-rata,

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sigma_{\text{maks}} + \sigma_{\text{min}}}{2} \\
 &= \frac{40412,618 + 2071,178}{2} \\
 &= 21241,898 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

4.2.4.4. Kontrol Daya Dukung Line D

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned}
 V &= (130000 + 225000 + 224000 + 154000 + 167000 + 171000 + 76400) \text{ kg} \\
 &= 1147400 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Momen arah x (M_x), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai M_x diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$M_x = (43817 + 43787 + 43152,7 + 43063,8 + 43425,6 + 42710,8 + 39712,9) \\ = 299669,8 \text{ kgm}$$

- Momen arah z (Mz), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mz diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$M_z = (37054,5 + 34883,2 + 32473,9 + 38288,1 + 36390,9 + 34723,6 + 32286,8) \\ = 246101 \text{ kgm}$$

V_{total} = jumlah reaksi kolom + berat sendiri pondasi + berat tanah + berat balok RIB
+ berat balok kopel/pengikat

$$= (1147400 + 51681,6 + 87521,52 + 32140,8 + 13080,96) \text{ kg} = 1331824,880 \text{ kg}$$

Tegangan yang terjadi :

- Tegangan akibat V $= \frac{V_{\text{tot}}}{A} = \frac{1331824,880}{(1,4 \times 48,5)} = 19614,505 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mz $= \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = \frac{246101 \times 0,6}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 48,5} = 15533,411 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mx $= \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} = \frac{299669,8 \times 0,6}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 48,5^3} = 545,988 \text{ kg/m}^2$

Rumus :

$$\sigma_{\text{ult}} = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} \pm \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{M_z \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} + \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = - 3535,107 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_2 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} - \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = - 4627,082 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = -\frac{V_{tot}}{A} - \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} - \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -35693,928 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = -\frac{V_{tot}}{A} - \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} + \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -34601,928 \text{ kg/m}^2$$

Kontrol :

- $\sigma_{maks} = 35693,928 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{tnh} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$
- $\sigma_{min} = 3535,107 \text{ kg/m}^2$

4.2.5. Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line D

Penurunan pondasi pada tanah lempung jenuh, merupakan jumlah *penurunan-segera* dan penurunan konsolidasi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 331). Akan tetapi, hitungan penurunan konsolidasi tidak perlu dilakukan bila pondasi terletak pada tanah lempung kaku sampai keras. Faktor aman 2.5 sampai 3 yang diperhitungkan terhadap keruntuhan kapasitas dukung, umumnya cukup memenuhi batas penurunan toleransi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 333).

Rumus :

$$S_i = \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

dengan,

~ μ = angka poisson

Nilai perkiraan angka poisson dapat dilihat pada tabel 2.2. Berdasarkan tabel 4.1, perencanaan pondasi telapak pada kedalaman 2,4 m berjenis tanah

lempung kaku. Terzaghi menyarankan nilai angka poisson untuk lempung $\mu = 0.4$.

- ~ $q = \sigma$ yang terjadi pada dasar pondasi = 21241,898 kg/m²
- ~ $E =$ modulus elastisitas

Nilai perkiraan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel 2.3. Berdasarkan tabel 4.1, jenis tanah pada kedalaman 2,4 m yaitu lempung kaku. Modulus elastisitas untuk lempung kaku, $E = 7000 \text{ kN/m}^2 - 20000 \text{ kN/m}^2$. Sehingga dapat diambil nilai $E = 7000 \text{ kN/m}^2 = 7 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$

- ~ $I_p =$ faktor pengaruh untuk penurunan

❖ **Perhitungan penurunan berdasarkan teori Terzaghi :**

$$I_p = \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left(\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right]$$

$$= \frac{1}{\pi} \left[\frac{48.5}{1.4} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{48.5}{1.4}\right)^2 + 1}}{48.5/1.4} \right) + \ln \left(\frac{48.5}{1.4} + \sqrt{\left(\frac{48.5}{1.4}\right)^2 + 1} \right) \right]$$

$$= 1,66741$$

$$S_i = \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

$$= \frac{21241,898 \times 1.4}{700000} (1 - 0,4^2) 1,66741$$

$$= 0,059504 \text{ m}$$

$$= 59,504 \text{ mm}$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.4) adalah :

Bangunan rangka beton bertulang = $0,0025 - 0,004L$

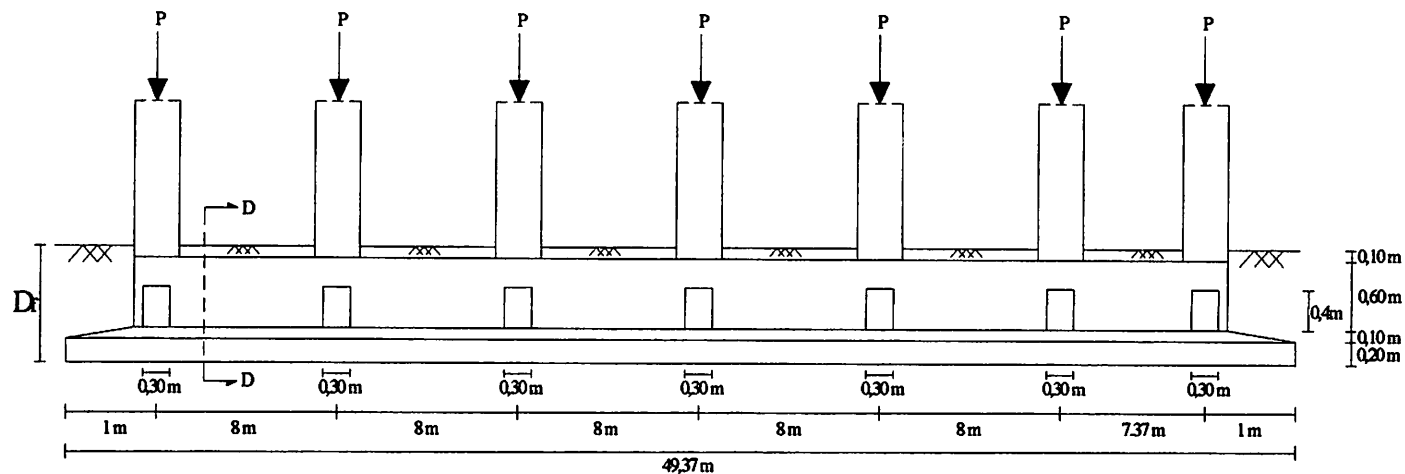
$$\blacksquare 0,0025L = 0,0025 \times 48,5 \text{ m} = 0,12125 \text{ m} = 121,25 \text{ mm} > S_i = 59,504 \text{ mm}$$

$$\blacksquare 0,004L = 0,004 \times 48,5 \text{ m} = 0,194 \text{ m} = 194 \text{ mm} > S_i = 59,504 \text{ mm}$$

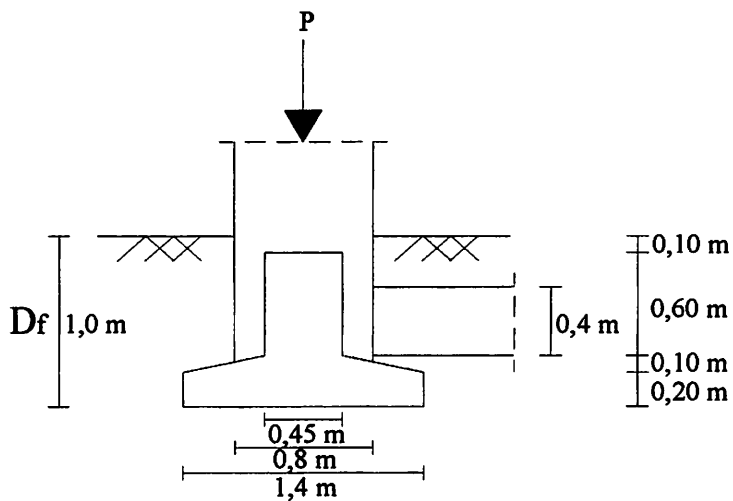
4.2.6. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line B Berdasarkan Terzaghi

Data perencanaan :

- Kedalaman pondasi (D_f) = 1,0 m
- Nilai q_c pada kedalaman 2.4 meter = 55 kg/cm^2
- Dimensi kolom = 50/80 cm
- Dicoba dengan lebar pondasi (B) = 1,4 meter
- Panjang pondasi = 49,37 meter
- Tebal pondasi = 0,2 meter
- Dimensi balok RIB = 45/90
- Panjang balok RIB = 47,37 meter
- Angka keamanan, SF = 3



Gambar 4.7. Potongan memanjang pondasi telapak menerus Line B(Pot. C-C)



Gambar 4.8. Potongan D - D

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 3 :

$$V = (144000 + 254000 + 251000 + 267000 + 270000 + 268000 + 121000) \text{ kg}$$

$$= 1575000 \text{ kg}$$

- Momen arah x (Mx), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mx diambil pada kombinasi beban ke 3 :

$$M_x = (46750,1 + 46084,8 + 45984,1 + 45929,4 + 45843,2 + 45481,4 + 40643,9) \\ = 316716,9 \text{ kgm}$$

- Momen arah z (M_z), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai M_z diambil pada kombinasi beban ke 3 :

$$M_z = (39944 + 42267,6 + 40280,1 + 37659 + 35992,9 + 34803,6 + 30977) \text{kgm} \\ = 261924,2 \text{ kgm}$$

Nilai parameter tanah (c_u , G_s , w , e , n , γ_{dry} , γ_{sat} , dan γ_m) lapisan di atas dasar pondasi yaitu pada kedalaman 1,4 – 2,2 m dan lapisan bawah (dasar pondasi) pada kedalaman 2,4 m. (Data terdapat pada tabel 4.3).

Tabel 4.3 Perhitungan nilai parameter tanah per-lapisan

H (m)	q_c (kg/cm^2)	c_u (kg/cm^2)	G_s	w	e	n	γ_{dry}	γ_{sat}	γ_m
							(gr/cm ³)		
1,4	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,6	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,8	45	3,21	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,0	40	2,86	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,2	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,4	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07

Sumber : Hasil analisa hitungan

Diasumsikan nilai S_r (derajat kejenuhan) tanah adalah 50%, sehingga nilai berat volume (γ) yang digunakan pada perhitungan daya dukung adalah sebagai berikut :

$$S_r = 50\%$$

$$e \cdot S_r = G_s \cdot w$$

$$0,6 \times 0,5 = 2,71 \times w_m$$

$$w_m = 0,1107 = 11,07\%$$

Maka :

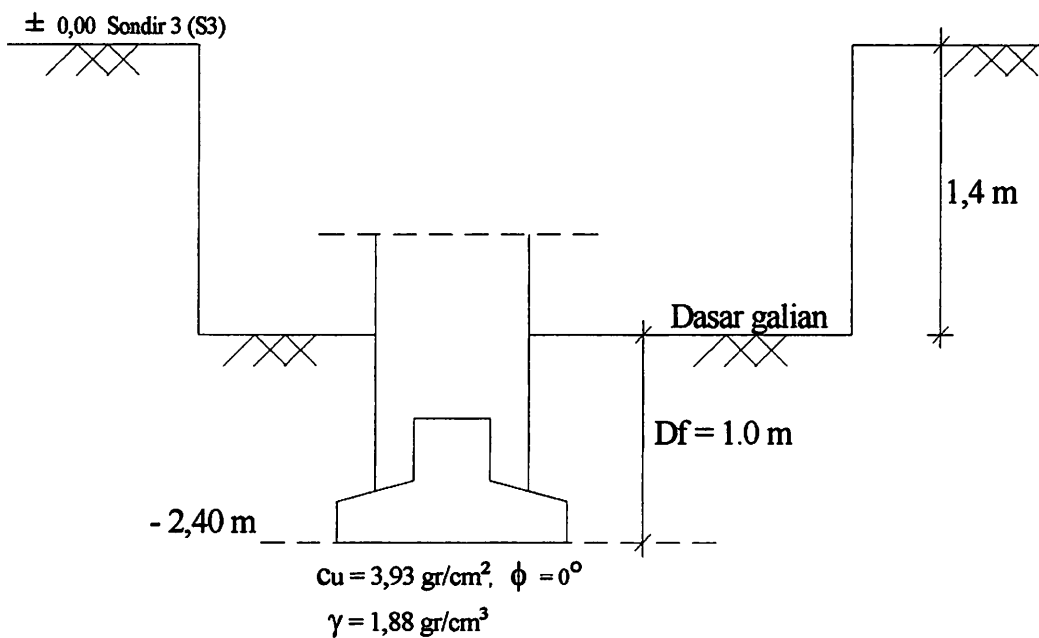
$$\begin{aligned}\gamma = \gamma_m &= \frac{G_s \cdot \gamma_w \cdot (1+wm)}{1+e} \\ &= \frac{2,71 \times 1 \times (1+0,1107)}{1+0,6} \\ &= 1,88 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1,88 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3\end{aligned}$$

$$\gamma \text{ pada lapisan di atas pondasi} = \gamma_1 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$$

$$\gamma \text{ pada dasar pondasi} = \gamma_2 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$$

$$c_u = c_{u \text{ 2,4 meter}} = 3,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = \phi_{2,4 \text{ meter}} \cong 0^\circ \text{ (tanah lempung, } c \neq 0, \phi = 0^\circ \text{)}$$



Untuk menghitung daya dukung ultimate pondasi telapak menerus digunakan persamaan umum seperti rumus no. 2.2 dengan tinjauan keruntuhan geser

menyeluruh (general shear) yang terjadi pada tanah padat atau agak keras. Untuk menghitung faktor daya dukung tanah digunakan N_c , N_q , N_γ pada tabel 2.1.

Nilai sudut geser $\phi_2 = 0^\circ$

Maka didapatkan nilai faktor kapasitas dukung :

4. Nilai $N_c = 5,7$

5. Nilai $N_q = 1,0$

6. Nilai $N_\gamma = 0$

Kapasitas daya dukung maksimum ($q_{ultimate}$) untuk pondasi telapak menerus digunakan rumus yang dikemukakan oleh Terzaghi, yaitu :

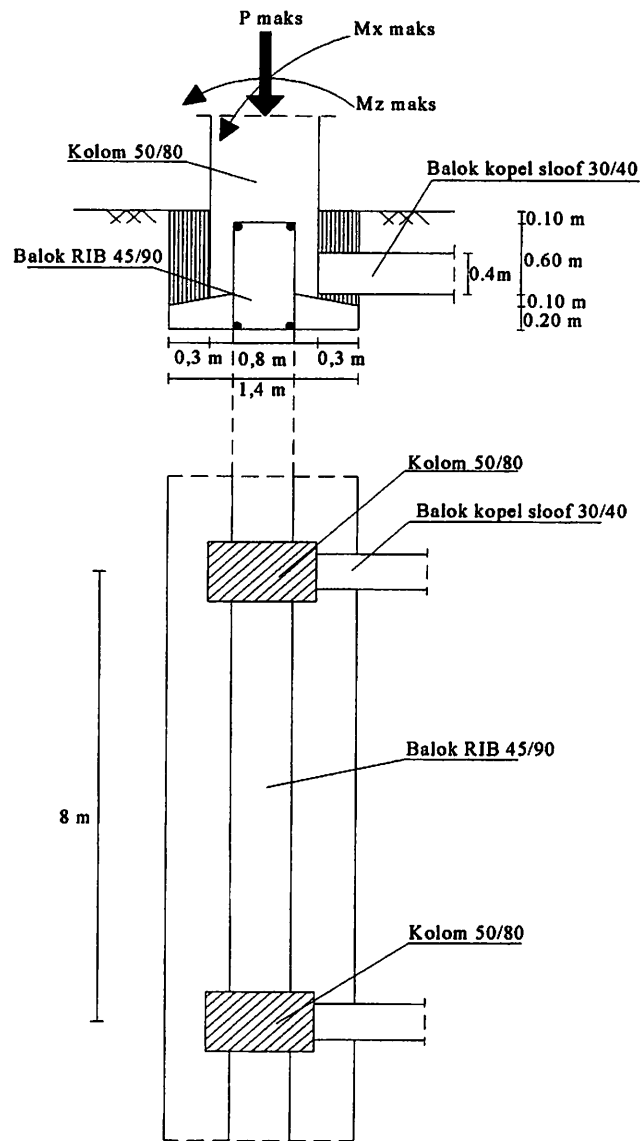
Rumus :

$$\begin{aligned} q_{ultimate} &= (c \cdot N_c) + (p_o \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma) \\ &= (c_u \cdot N_c) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma) \end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} \blacksquare \quad q_{ultimate} &= (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 100 \cdot 1) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 140 \cdot 0) \\ &= 22,589 \text{ kg/cm}^2 \\ \blacksquare \quad q_{netto} &= (c_2 \cdot N_c) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot (N_q - 1)) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma) \\ &= (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 100 \cdot (1 - 1)) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 140 \cdot 0) \\ &= 22,401 \text{ kg/cm}^2 \\ \blacksquare \quad q_{aman} &= \sigma_{tnh} = \frac{q_{netto}}{SF} \\ &= \frac{22,401}{3} \text{ kg/cm}^2 = 7,467 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

4.2.6.1. Perhitungan Tegangan yang Terjadi



Gambar 4.9 Potongan tampak depan & tampak atas pondasi telapak menerus

- Berat sendiri pondasi = Luas pondasi x L x BJ beton x faktor beban mati

$$= \left\{ (1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,45) \times 0,1}{2} \right) \right\} \times 49,37 \times 2400 \times 1,2$$

$$= 52964,136 \text{ kg}$$

- Berat tanah $= (V_{\text{galian}} - V_{\text{pondasi}} - V_{\text{balok}}) \times \text{Berat tanah} \times \text{faktor beban mati}$

$$= \left\{ (1 \times 1,4 \times 49,37) - \left(\left((1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,45) \times 0,1}{2} \right) \right) \times 49,37 \right) - (0,45 \times 0,6 \times 47,37) \right\} \times 1880 \times 1,2$$

$$= 85587,6204 \text{ kg}$$

- Berat balok RIB $= 0,45 \times (0,90 - 0,3) \times 47,37 \times 2400 \times 1,2$
 $= 36834,912 \text{ kg}$

- Berat balok kopel /pengikat $= b \times h \times L \times \text{BJ beton} \times \text{faktor beban mati}$
 $= (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 8,06 \times 2400 \times 1,2) + (6 \times \frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 8 \times 2400 \times 1,2)$
 $= 9687,168 \text{ kg}$

- Jumlah reaksi kolom $= 1575000 \text{ kg}$ (hal. 123)

Jadi beban total yang diterima pondasi akibat beban P maks dan berat total pondasi adalah sebagai berikut :

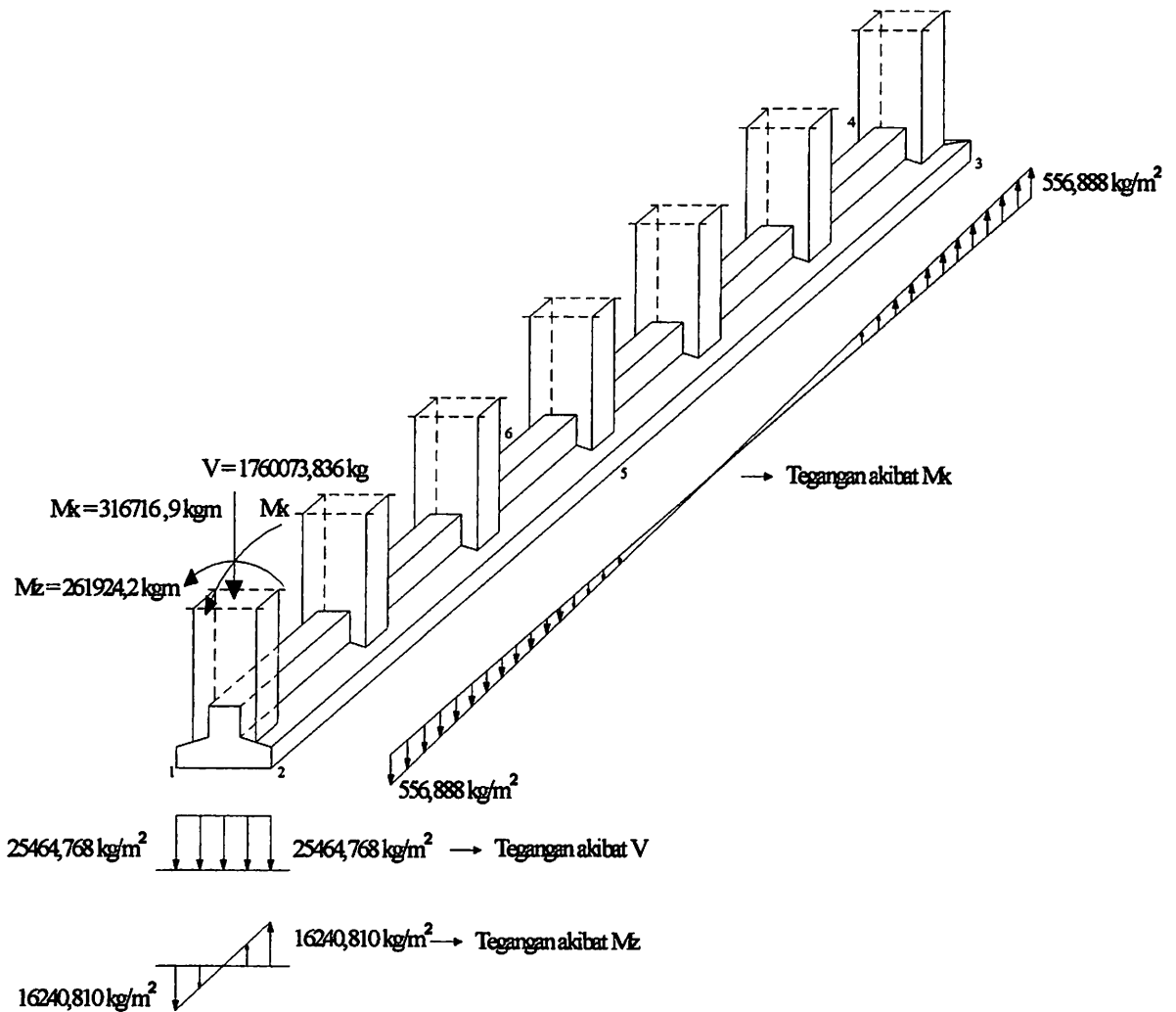
$$V_{\text{total}} = \text{jumlah reaksi kolom} + \text{berat sendiri pondasi} + \text{berat tanah} + \text{berat balok RIB} + \text{berat balok kopel/pengikat}$$

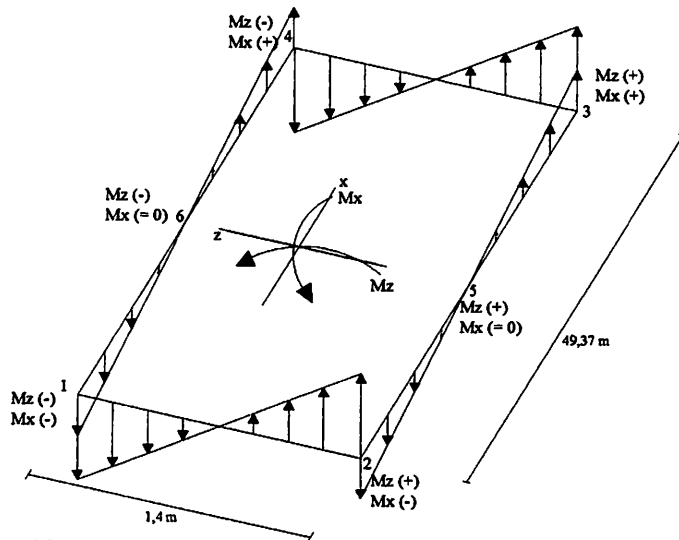
$$= (1575000 + 52964,136 + 85587,6204 + 36834,912 + 9687,168) \text{ kg}$$

$$= 1760073,836 \text{ kg}$$

- Tegangan akibat V $= \frac{V_{\text{tot}}}{A} = \frac{1760073,836}{(1,4 \times 49,37)} = 25464,768 \text{ kg/m}^2$

- Tegangan akibat $M_z = \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = 16240,810 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat $M_x = \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} = \frac{316716,9 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} = 566,888 \text{ kg/m}^2$





Gambar 4.10. Diagram tegangan yang terjadi akibat M_z dan M_x

Rumus :

$$\sigma_{ult} = - \frac{V_{tot}}{A} \pm \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{M_z \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} - \frac{316716,9 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} - \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 42262,466 \text{ kg/m}^2$$

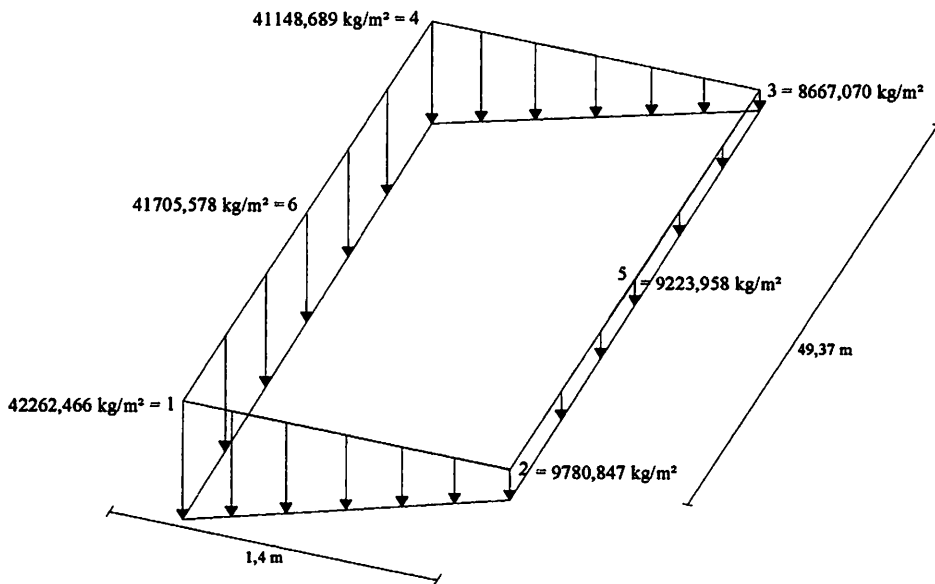
$$\sigma_2 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} - \frac{316716,9 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} + \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 9780,847 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} + \frac{316716,9 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} + \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 8667,070 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} + \frac{316716,9 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} - \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 41148,689 \text{ kg/m}^2$$

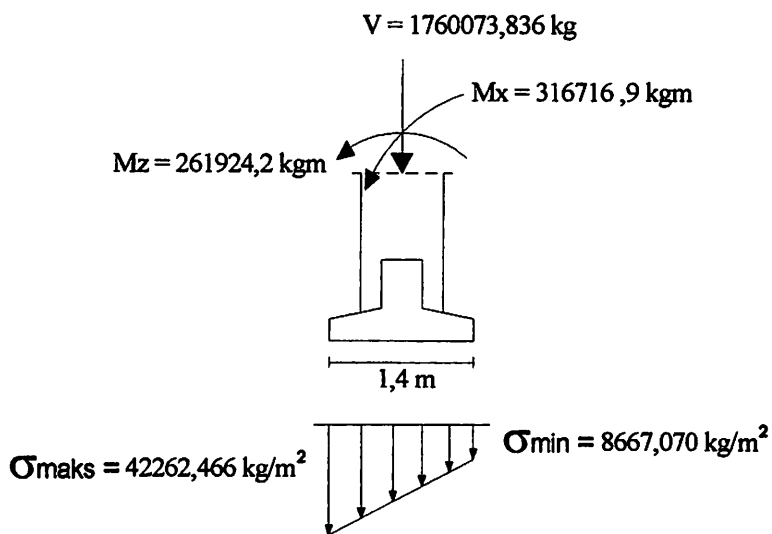
$$\sigma_5 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} + 0 + \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 9223,958 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_6 = - \frac{1760073,836}{1,4 \times 49,37} + 0 - \frac{261924,2 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = - 41705,578 \text{ kg/m}^2$$



Gambar 4.11. Diagram tegangan yang terjadi disetiap titik (1,2,3,4,5 dan 6)

- $\sigma_{maks} = 42262,466 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{tth} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$
- $\sigma_{min} = 8667,070 \text{ kg/m}^2$



Gambar 4.12. Diagram tegangan maksimum dan minimum akibat V dan M

Tegangan rata-rata,

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sigma_{\text{maks}} + \sigma_{\text{min}}}{2} \\ &= \frac{42262,466 + 8667,070}{2} = 25464,768 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

4.2.6.2. Kontrol Daya Dukung Line B

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned}V &= (127000 + 226000 + 223000 + 237000 + 240000 + 238000 + 104000) \text{ kg} \\ &= 1395000 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Momen arah x (Mx), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mx diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned}Mx &= (46234,6 + 45936,1 + 45855,9 + 45831,7 + 45775,1 + 45492,2 + 40909,5) \\ &= 316035,1 \text{ kgm}\end{aligned}$$

- Momen arah z (Mz), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mz diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned}Mz &= (39920,1 + 42008,4 + 40043,7 + 47436,3 + 35757,9 + 34570,8 + 31029,4) \\ &= 270766,6 \text{ kgm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{total}} &= \text{jumlah reaksi kolom} + \text{berat sendiri pondasi} + \text{berat tanah} + \text{berat balok RIB} \\ &\quad + \text{berat balok kopel/pengikat}\end{aligned}$$

$$= (1395000 + 52964,136 + 85587,6204 + 36834,912 + 9687,168) \text{ kg}$$

$$= 1580073,854 \text{ kg}$$

Tegangan yang terjadi :

- Tegangan akibat V $= \frac{V_{\text{tot}}}{A} = \frac{1580073,854}{(1,4 \times 49,37)} = 22860,526 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mz $= \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = \frac{270766,6 \times 0,7}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 49,37} = 16789,090 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mx $= \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} = \frac{316035,1 \times 24,685}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 49,37^3} = 555,690 \text{ kg/m}^2$

Rumus :

$$\sigma_{\text{ult}} = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} \pm \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{Mz \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} + \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = - 5515,747 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_2 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} + \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} - \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = - 6627,126 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} - \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} - \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = - 40205,305 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = - \frac{V_{\text{tot}}}{A} - \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} + \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = - 39093,926 \text{ kg/m}^2$$

Kontrol :

$$\sigma_{\text{maks}} = 40205,305 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{\text{th}} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$$

$$\sigma_{\text{min}} = 5515,747 \text{ kg/m}^2$$

4.2.7. Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line B

Penurunan pondasi pada tanah lempung jenuh, merupakan jumlah *penurunan-segera* dan penurunan konsolidasi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 331). Akan tetapi, hitungan penurunan konsolidasi tidak perlu dilakukan bila pondasi terletak pada tanah lempung kaku sampai keras. Faktor aman 2.5 sampai 3 yang diperhitungkan terhadap keruntuhan kapasitas dukung, umumnya cukup memenuhi batas penurunan toleransi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 333).

Rumus :

$$S_i = \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

dengan,

~ μ = angka poisson

Nilai perkiraan angka poisson dapat dilihat pada tabel 2.2. Berdasarkan tabel 4.1, perencanaan pondasi telapak pada kedalaman 2,4 m berjenis tanah lempung kaku. Terzaghi menyarankan nilai angka poisson untuk lempung $\mu = 0.4$.

~ q = σ yang terjadi pada dasar pondasi = 25464,768 kg/m²

~ E = modulus elastisitas

Nilai perkiraan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel 2.3. Berdasarkan tabel 4.1, jenis tanah pada kedalaman 2,4 m yaitu lempung kaku. Modulus elastisitas untuk lempung kaku, $E = 7000 \text{ kN/m}^2 - 20000 \text{ kN/m}^2$. Sehingga dapat diambil nilai $E = 7000 \text{ kN/m}^2 = 7 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$

~ I_p = faktor pengaruh untuk penurunan

❖ **Perhitungan penurunan berdasarkan teori Terzaghi :**

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left(\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right] \\
 &= \frac{1}{\pi} \left[\frac{49.37}{1.4} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{49.37}{1.4}\right)^2 + 1}}{49.37/1.4} \right) + \ln \left(\frac{49.37}{1.4} + \sqrt{\left(\frac{49.37}{1.4}\right)^2 + 1} \right) \right] \\
 &= 1,67306
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_i &= \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p \\
 &= \frac{25464,768 \times 1.4}{700000} (1 - 0,4^2) 1,67306 \\
 &= 0,071575 \text{ m} \\
 &= 71,575 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.4) adalah :

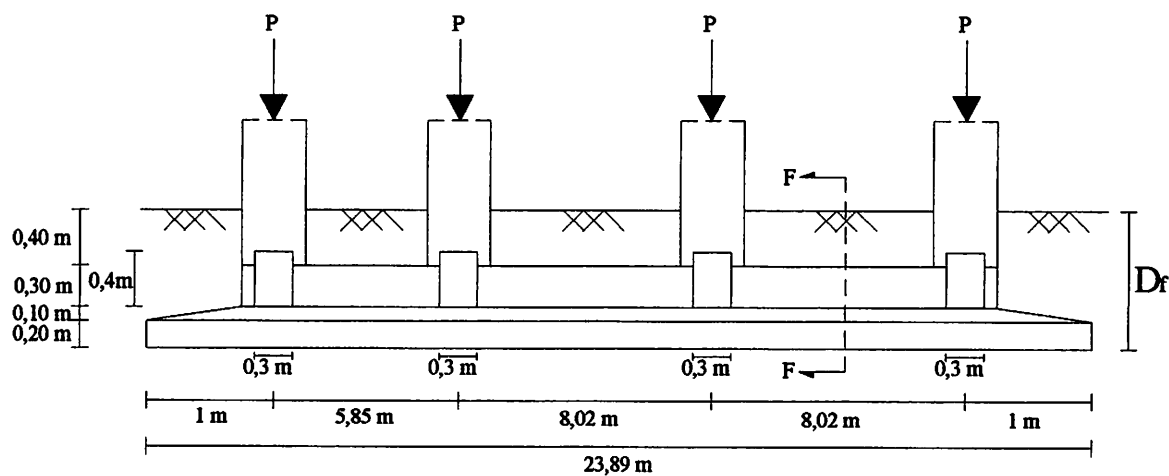
Bangunan rangka beton bertulang = $0,0025 - 0,004L$

- $0,0025L = 0,0025 \times 49,37 \text{ m} = 0,12343 \text{ m} = 123,43 \text{ mm} > S_i = 71,575 \text{ mm}$
- $0,004L = 0,004 \times 49,37 \text{ m} = 0,19748 \text{ m} = 197,48 \text{ mm} > S_i = 71,575 \text{ mm}$

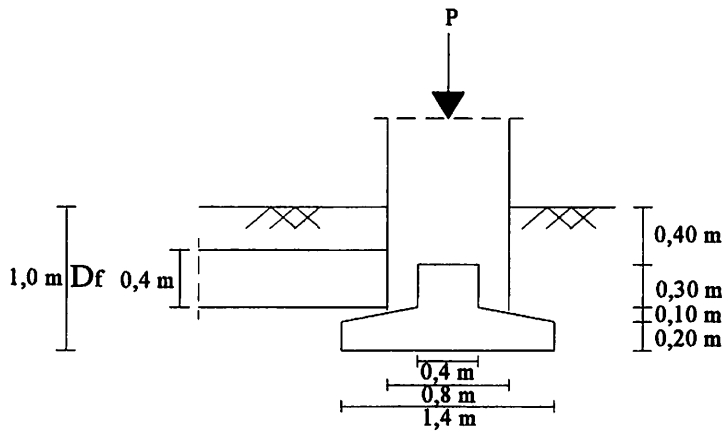
4.2.8. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Telapak Menerus pada Line E
Berdasarkan Terzaghi

Data perencanaan :

- Kedalaman pondasi (D_f) = 1,0 m
- Nilai q_c pada kedalaman 2,4 meter = 55 kg/cm²
- Dimensi kolom = 50/80 cm
- Dicoba dengan lebar pondasi (B) = 1,4 meter
- Panjang pondasi = 23,89 meter
- Tebal pondasi = 0,2 meter
- Dimensi balok RIB = 40/60
- Panjang balok RIB = 21,89 meter
- Angka keamanan, SF = 3



Gambar 4.13. Potongan memanjang pondasi telapak menerus Line E



Gambar 4.14. Potongan F - F

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$V = (34900 + 11500 + 11000 + 10500) \text{ kg}$$

$$= 170000 \text{ kg}$$

- Momen arah x (Mx), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mx diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$Mx = (39285,7 + 39345,5 + 41276,9 + 40549,4) \text{ kgm}$$

$$= 160457,5 \text{ kgm}$$

- Momen arah z (Mz), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mz diambil pada kombinasi beban ke 4 :

$$Mz = (40175,6 + 37879 + 36620,7 + 35673,1) \text{ kgm}$$

$$= 150348,4 \text{ kgm}$$

Nilai parameter tanah (c_u , G_s , w , e , n , γ_{dry} , γ_{sat} , dan γ_m) lapisan di atas dasar pondasi yaitu pada kedalaman 1,4 – 2,8 m dan lapisan bawah (dasar pondasi) pada kedalaman 3,0 m. (Data terdapat pada tabel 4.4).

Tabel 4.4 Perhitungan nilai parameter tanah per-lapisan

H (m)	qc (kg/cm ²)	cu (kg/cm ²)	Gs	w	e	n	γ _{dry}	γ _{sat}	γ _m
							(gr/cm ³)		
1,4	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,6	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
1,8	45	3,21	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,0	40	2,86	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,2	50	3,57	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07
2,4	55	3,93	2,71	22	0,6	0,37	1,69	2,07	2,07

Sumber : Hasil analisa hitungan

Diasumsikan nilai S_r (derajat kejenuhan) tanah adalah 50%, sehingga nilai berat volume (γ) yang digunakan pada perhitungan daya dukung adalah sebagai berikut :

$$S_r = 50\%$$

$$e \cdot S_r = G_s \cdot w$$

$$0,6 \times 0,5 = 2,71 \times w_m$$

$$w_m = 0,1107 = 11,07\%$$

Maka :

$$\begin{aligned} \gamma &= \gamma_m = \frac{G_s \cdot \gamma_w \cdot (1 + w_m)}{1 + e} \\ &= \frac{2,71 \times 1 \times (1 + 0,1107)}{1 + 0,6} \end{aligned}$$

$$= 1,88 \text{ gr/cm}^3$$

$$= 1,88 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$$

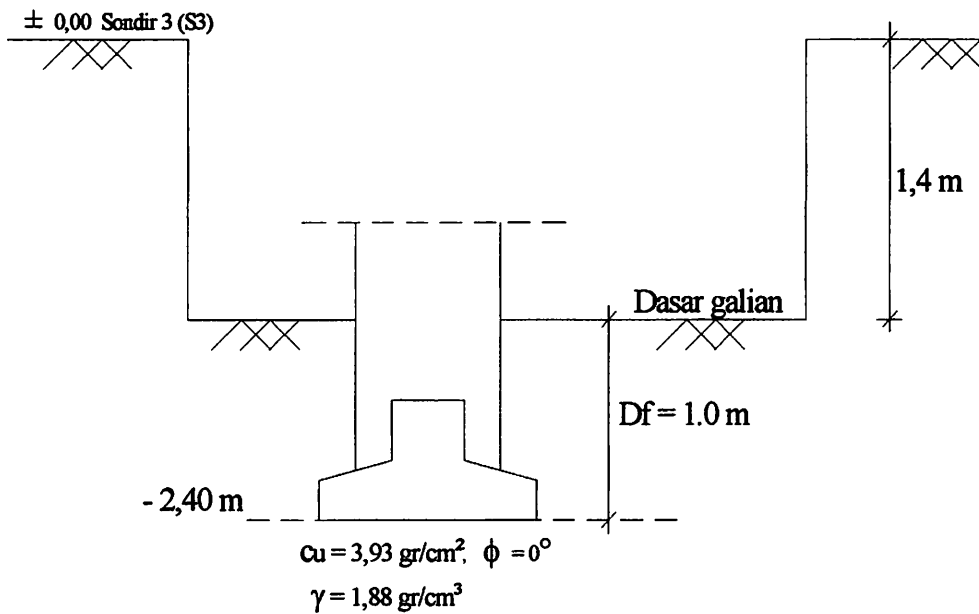
$$\gamma \text{ pada lapisan di atas pondasi} = \gamma_1 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$$

$$\gamma \text{ pada dasar pondasi} = \gamma_2 = \gamma_m = 0,00188 \text{ kg/cm}^3$$

$$c_u = c_{u \text{ 2,4 meter}} = 3,93 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = \phi_{2,4 \text{ meter}}$$

$$\cong 0^\circ \text{ (tanah lempung, } c \neq 0, \phi = 0^\circ \text{)}$$



Untuk menghitung daya dukung ultimate pondasi telapak menerus digunakan persamaan umum seperti rumus no. 2.2 dengan tinjauan keruntuhan geser menyeluruh (general shear) yang terjadi pada tanah padat atau agak keras. Untuk menghitung faktor daya dukung tanah digunakan N_c , N_q , N_γ pada tabel 2.1.

Nilai sudut geser $\phi_2 = 0^\circ$

Maka didapatkan nilai faktor kapasitas dukung :

7. Nilai $N_c = 5,7$
8. Nilai $N_q = 1,0$
9. Nilai $N_\gamma = 0$

Kapasitas daya dukung maksimum ($q_{ultimate}$) untuk pondasi telapak menerus digunakan rumus yang dikemukakan oleh Terzaghi, yaitu :

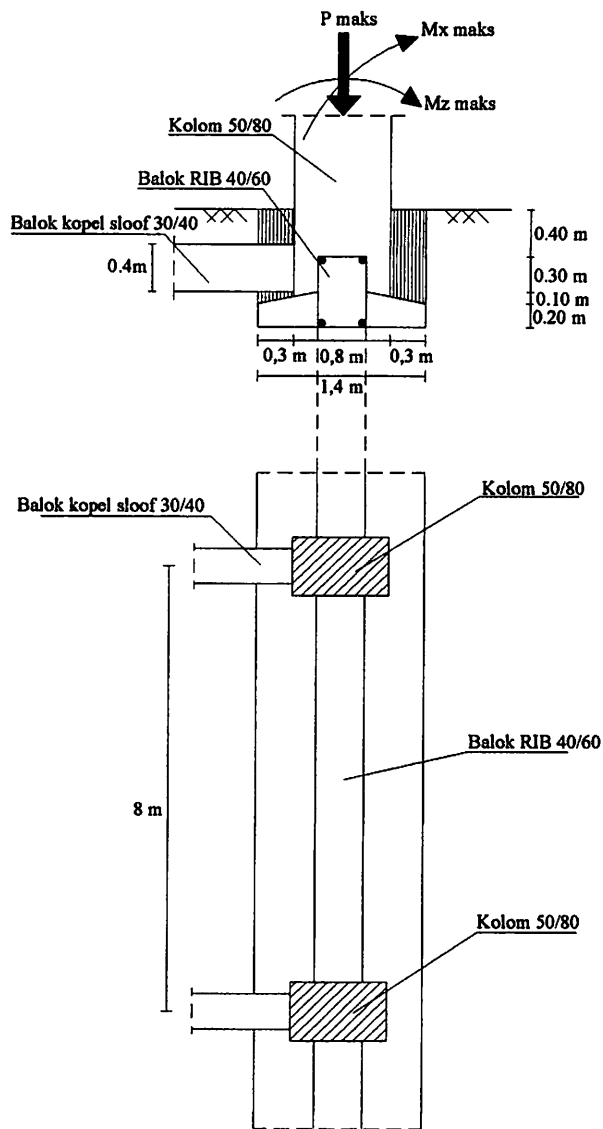
Rumus :

$$\begin{aligned}q_{ultimate} &= (c \cdot Nc) + (p_o \cdot Nq) + (0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma) \\&= (c_u \cdot Nc) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot Nq) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N\gamma)\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}\blacksquare \quad q_{ultimate} &= (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 160 \cdot 1) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 220 \cdot 0) \\&= 22,7018 \text{ kg/cm}^2 \\[10pt]\blacksquare \quad q_{netto} &= (c_2 \cdot Nc) + (\gamma_1 \cdot D_f \cdot (Nq-1)) + (0,5 \cdot \gamma_2 \cdot B \cdot N\gamma) \\&= (3,93 \cdot 5,7) + (0,00188 \cdot 160 \cdot (1-1)) + (0,5 \cdot 0,00188 \cdot 220 \cdot 0) \\&= 22,401 \text{ kg/cm}^2 \\[10pt]\blacksquare \quad q_{aman} &= \sigma_{tnh} = \frac{q_{netto}}{SF} \\&= \frac{22,401}{3} \text{ kg/cm}^2 \\&= 7,467 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

4.2.8.1. Perhitungan Tegangan yang Terjadi



Gambar 4.15 Potongan tampak depan & tampak atas pondasi telapak menerus

- Berat sendiri pondasi = Luas pondasi x L x BJ beton x faktor beban mati

$$= \left\{ (1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,4) \times 0,1}{2} \right) \right\} \times 23,89 \times 2400 \times 1,2$$

$$= 25457,184 \text{ kg}$$

- Berat tanah $= (V_{\text{galian}} - V_{\text{pondasi}} - V_{\text{balok}}) \times \text{Berat tanah} \times \text{faktor beban mati}$

$$= \left\{ (1,0 \times 1,4 \times 23,89) - \left((1,4 \times 0,2) + \left(\frac{(1,4+0,4) \times 0,1}{2} \right) \right) \times 23,89 \right\} - (0,4 \times 0,3 \times 21,89) \times 1880 \times 1,2$$

$$= 49586,654 \text{ kg}$$

- Berat balok RIB $= 0,4 \times (0,6 - 0,3) \times 21,89 \times 2400 \times 1,2$
 $= 7565,184 \text{ kg}$

- Berat balok kopel /pengikat $= b \times h \times L \times \text{BJ beton} \times \text{faktor beban mati}$
 $= (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 5,87 \times 2400 \times 1,2) + (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 5,1 \times 2400 \times 1,2) + (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 4,8 \times 2400 \times 1,2) + (\frac{1}{2} \times 0,3 \times 0,4 \times 3,87 \times 2400 \times 1,2)$
 $= 3393,792 \text{ kg}$

- Jumlah reaksi kolom $= 170000 \text{ kg (hal. 135)}$

Jadi beban total yang diterima pondasi akibat beban P maks dan berat total pondasi adalah sebagai berikut :

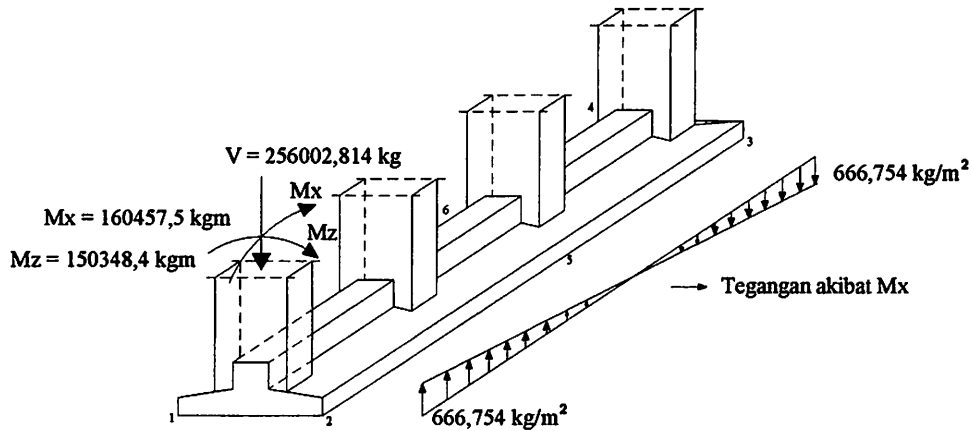
$$V_{\text{total}} = \text{jumlah reaksi kolom} + \text{berat sendiri pondasi} + \text{berat tanah} + \text{berat balok RIB} + \text{berat balok kopel/pengikat}$$

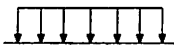
$$= (170000 + 25457,184 + 49586,654 + 7565,184 + 3392,792) \text{ kg}$$

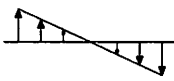
$$= 256002,814 \text{ kg}$$

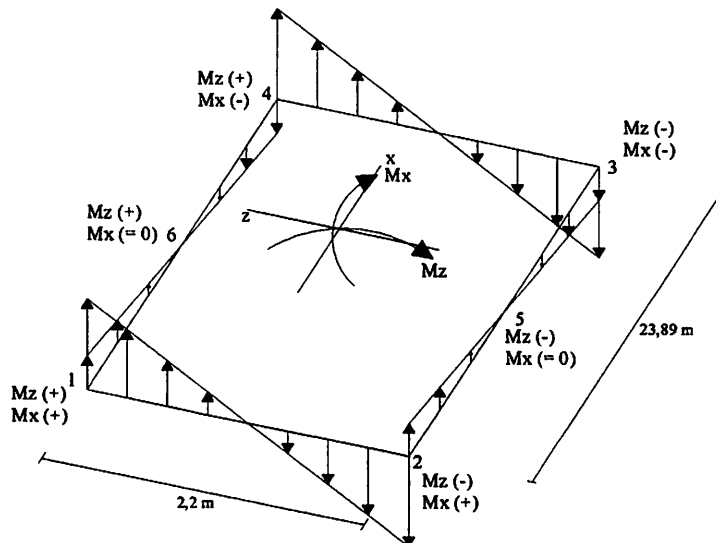
- Tegangan akibat V $= \frac{V_{\text{tot}}}{A} = \frac{256002,814}{(1,4 \times 23,89)} = 7654,213 \text{ kg/m}^2$

- Tegangan akibat $M_z = \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = 6301,688 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat $M_x = \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} = \frac{160457,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} = 666,754 \text{ kg/m}^2$



7654,213 kg/m^2  7654,213 kg/m^2 → Tegangan akibat V

6301,688 kg/m^2  6301,688 kg/m^2 → Tegangan akibat M_z



Gambar 4.16. Diagram tegangan yang terjadi akibat M_z dan M_x

Rumus :

$$\sigma_{ult} = -\frac{V_{tot}}{A} \pm \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{M_z \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} + \frac{160457,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} + \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -685,771 \text{ kg/m}^2$$

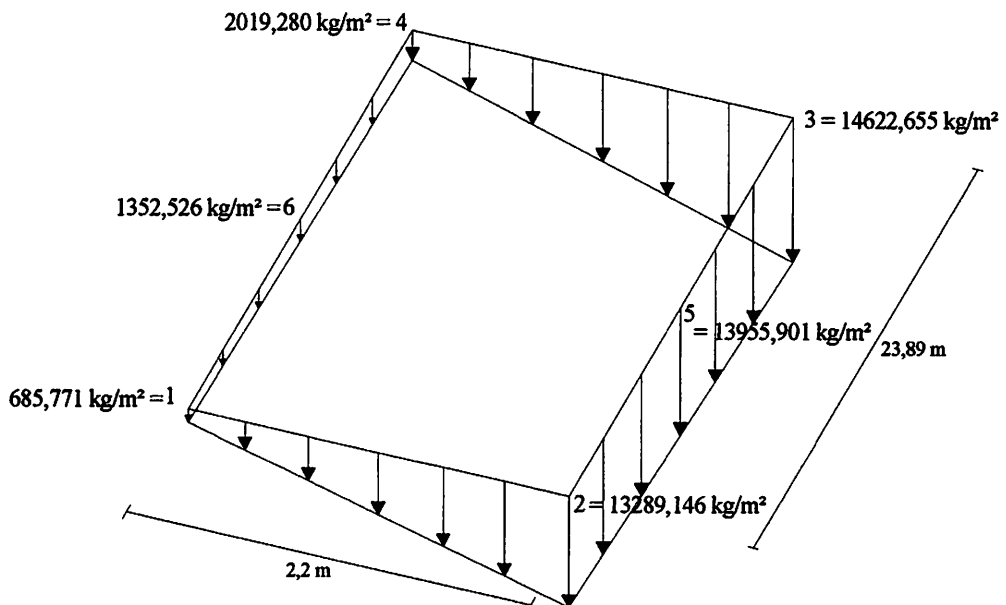
$$\sigma_2 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} + \frac{160457,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} - \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -13289,146 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} - \frac{160457,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} - \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -14622,655 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} - \frac{160457,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} + \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -2019,280 \text{ kg/m}^2$$

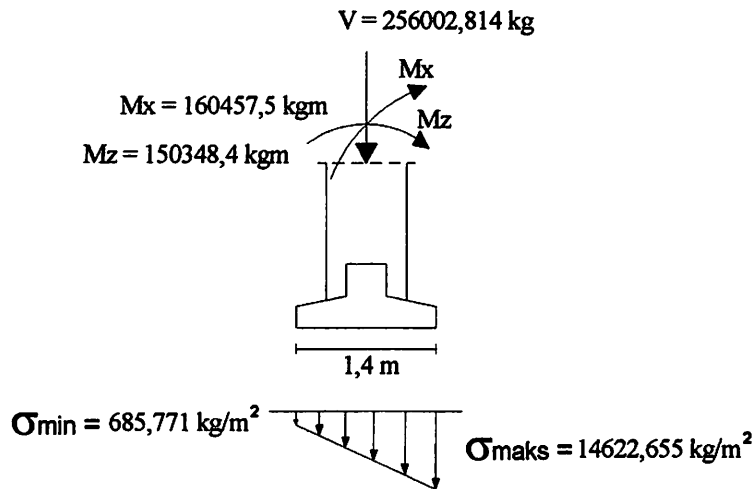
$$\sigma_5 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} + 0 - \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -13955,901 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_6 = -\frac{256002,814}{1,4 \times 23,89} + 0 + \frac{150348,4 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = -1352,526 \text{ kg/m}^2$$



Gambar 4.17. Diagram tegangan yang terjadi disetiap titik (1,2,3,4,5 dan 6)

- $\sigma_{\text{maks}} = 14622,655 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{\text{mh}} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$
- $\sigma_{\text{min}} = 685,771 \text{ kg/m}^2$



Gambar 4.18. Diagram tegangan maksimum dan minimum akibat V dan M

Tegangan rata-rata,

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{rata-rata}} &= \frac{\sigma_{\text{maks}} + \sigma_{\text{min}}}{2} \\
 &= \frac{14622,655 + 685,771}{2} \\
 &= 7654,213 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

4.2.8.2. Kontrol Daya Dukung Line E

- Reaksi kolom (V), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai V diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$V = (100000 + 90600 + 94300 + 45800) \text{ kg}$$

$$= 330700 \text{ kg}$$

- Momen arah x (Mx), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mx diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned} Mx &= (36096,3 + 39083,9 + 38637,4 + 36798,9) \\ &= 150616,5 \text{ kgm} \end{aligned}$$

- Momen arah z (Mz), dapat dilihat pada lampiran kombinasi beban (reaction dari Staad Pro). Nilai Mz diambil pada kombinasi beban ke 8 :

$$\begin{aligned} Mz &= (34809,3 + 33122,7 + 31795,7 + 30204,3) \\ &= 129932 \text{ kgm} \end{aligned}$$

V_{total} = jumlah reaksi kolom + berat sendiri pondasi + berat tanah + berat balok RIB
+ berat balok kopel/pengikat

$$\begin{aligned} &= (330700 + 25457,184 + 49586,654 + 7565,184 + 3392,792) \text{ kg} \\ &= 416702,814 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tegangan yang terjadi :

- Tegangan akibat V $= \frac{V_{\text{tot}}}{A} = \frac{416702,814}{(1,4 \times 23,89)} = 12458,973 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mz $= \frac{Mz \cdot x_o}{I_z} = \frac{129932 \times 1,1}{\frac{1}{12} \times 1,4^3 \times 23,89} = 6649,268 \text{ kg/m}^2$
- Tegangan akibat Mx $= \frac{Mx \cdot z_o}{I_x} = \frac{150616,5 \times 11,945}{\frac{1}{12} \times 1,4 \times 23,89^3} = 1131,002 \text{ kg/m}^2$

Rumus :

$$\sigma_{ult} = -\frac{V_{tot}}{A} \pm \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} \pm \frac{M_z \cdot x_o}{I_z}$$

$$\sigma_1 = -\frac{V_{tot}}{A} + \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} + \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -4678,703 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_2 = -\frac{V_{tot}}{A} + \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} - \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -6940,707 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_3 = -\frac{V_{tot}}{A} - \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} - \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -20239,243 \text{ kg/m}^2$$

$$\sigma_4 = -\frac{V_{tot}}{A} - \frac{M_x \cdot z_o}{I_x} + \frac{M_z \cdot x_o}{I_z} = -17977,239 \text{ kg/m}^2$$

Kontrol :

$$\sigma_{maks} = 20239,243 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{tmb} = 74670 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{ok})$$

$$\sigma_{min} = 4678,703 \text{ kg/m}^2$$

4.2.9. Perhitungan Penurunan Pondasi Telapak Menerus pada Line E

Penurunan pondasi pada tanah lempung jenuh, merupakan jumlah *penurunan-segera* dan penurunan konsolidasi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 331). Akan tetapi, hitungan penurunan konsolidasi tidak perlu dilakukan bila pondasi terletak pada tanah lempung kaku sampai keras. Faktor aman 2.5 sampai 3 yang diperhitungkan terhadap keruntuhan kapasitas dukung, umumnya cukup memenuhi batas penurunan toleransi (Hardiyatmo, H.C., Yogyakarta, 2011., Hal 333).

Rumus :

$$S_i = \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

dengan,

~ μ = angka poisson

Nilai perkiraan angka poisson dapat dilihat pada tabel 2.2. Berdasarkan tabel 4.1, perencanaan pondasi telapak pada kedalaman 2,4 m berjenis tanah lempung kaku. Terzaghi menyarankan nilai angka poisson untuk lempung $\mu = 0.4$.

~ q = σ yang terjadi pada dasar pondasi = $7654,213 \text{ kg/m}^2$

~ E = modulus elastisitas

Nilai perkiraan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel 2.3. Berdasarkan tabel 4.1, jenis tanah pada kedalaman 2,4 m yaitu lempung kaku. Modulus elastisitas untuk lempung kaku, $E = 7000 \text{ kN/m}^2 - 20000 \text{ kN/m}^2$. Sehingga dapat diambil nilai $E = 7000 \text{ kN/m}^2 = 7 \times 10^5 \text{ kg/m}^2$

~ I_p = faktor pengaruh untuk penurunan

❖ **Perhitungan penurunan berdasarkan teori Terzaghi :**

$$\begin{aligned}
 I_p &= \frac{1}{\pi} \left[\frac{L}{B} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1}}{L/B} \right) + \ln \left(\frac{L}{B} + \sqrt{\left(\frac{L}{B}\right)^2 + 1} \right) \right] \\
 &= \frac{1}{\pi} \left[\frac{23,89}{1,4} \ln \left(\frac{1 + \sqrt{\left(\frac{23,89}{1,4}\right)^2 + 1}}{23,89/1,4} \right) + \ln \left(\frac{23,89}{1,4} + \sqrt{\left(\frac{23,89}{1,4}\right)^2 + 1} \right) \right] \\
 &= 1,2983
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_i &= \frac{q \times B}{E} (1 - \mu^2) I_p \\
 &= \frac{7654,213 \times 1,4}{700000} (1 - 0,4^2) 1,2983 \\
 &= 0,016695 \text{ m} \\
 &= 16,695 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

► Penurunan ijin menurut Showers, 1962 (lihat pada tabel 2.4) adalah :

Bangunan rangka beton bertulang = 0,0025 – 0,004L

- 0,0025L = 0,0025 x 23,89 m = 0,05973 m = 59,73 mm > $S_i = 16,695 \text{ mm}$
- 0,004L = 0,004 x 23,89 m = 0,09556 m = 95,56 mm > $S_i = 16,695 \text{ mm}$

4.2.10. Perhitungan Balok Kopel Sloof

Direncanakan :

$$b = 300 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$f_y = 350 \text{ MPa}$$

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

$f_{ct} : 0,1.f_c' < f_{ct} < 0,2.f_c'$ (Nawy,Edward G., *Beton Bertulang Jilid 1*, ITSPress., Surabaya., 2010., Hal 53)

$$f_{ct} = 3 < f_{ct} < 6 \rightarrow \text{dipakai } f_{ct} = 5 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0,8 \text{ (tarik)}$$

$$\phi = 0,65 \text{ (tekan)}$$

Direncanakan diameter tulangan yang digunakan D12

$n = 4$ buah (jumlah tulangan pokok, 2 tulangan atas dan 2 tulangan bawah)

$$A_{st} = n \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 4 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2 = 452,571 \text{ mm}^2$$

$$A_g = b \times h = 300 \times 400 = 120000 \text{ mm}^2$$

Kuat Tekan (P_n) :

$$\text{Tekan : } \phi P_n = 0,8\phi ((0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st})) + (f_y \cdot A_{st}))$$

$$\text{Tarik : } \phi P_n = \phi ((f_{ct} \cdot (A_g - A_{st})) + (f_y \cdot A_{st}))$$

(SNI 03-2847-2002, pasal 12.3.5)

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{tekan}) &= 0,8 \times 0,65 ((0,85 \times 30 (120000 - 452,571)) + (452,571 \times 350)) \\ &= 1667566,903 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_n = 1667566,903 \text{ N} / \phi = 1667566,903 \text{ N} / 0,65 = 2565487,543 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{tarik}) &= 0,8 ((5 \times (120000 - 452,571)) + (452,571 \times 350)) \\ &= 604909,714 \text{ N} \end{aligned}$$

$$P_n = 604909,714 \text{ N} / \phi = 604909,714 \text{ N} / 0,8 = 756137,1425 \text{ N}$$

Balok B1 (node 1 & 8)

$$F_x \text{ node 1} = 125000 \text{ N}$$

$$F_x \text{ node 8} = 126000 \text{ N}$$

$$P_n (\text{tekan}) = 2084458,629 \text{ N} > F_x = 126000 \text{ N} \quad (\text{Ok})$$

$$P_n (\text{tarik}) = 604909,714 \text{ N} > F_x = 126000 \text{ N} \quad (\text{Ok})$$

Tabel 4.5 Kuat Tekan pada Balok Kopel Sloof

	B2 (node 2 & 9)	B3 (node 3 &10)	B4 (node 4 &11)	B5 (node 5 & 12)	B6 (node 6 & 13)	B7 (node 7 &14)
Pn (tekan) (N)	2565487,543	2565487,543	2565487,543	2565487,543	2565487,543	2565487,543
Pn (tarik) (N)	756137,1425	756137,1425	756137,1425	756137,1425	756137,1425	756137,1425
Fx (N)	140000	135000	125000	120000	117000	99600
Fx (N)	146000	145000	130000	124000	122000	122000
Pn (tekan) > Fx	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Pn (tarik) > Fx	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
	B8 (node11&15)	B9 (node 12 & 186)	B10 (node 13 & 185)	B11 (node 14 & 184)		
Pn (tekan) (N)	2565487,543	2565487,543	2565487,543	2565487,543		
Pn (tarik) (N)	756137,1425	756137,1425	756137,1425	756137,1425		
Fx (N)	130000	124000	122000	122000		
Fx (N)	122000	115000	110000	105000		
Pn (tekan) > Fx	Ok	Ok	Ok	Ok		
Pn (tarik) > Fx	Ok	Ok	Ok	Ok		

Akibat menerima gaya tekan, maka balok akan mengalami lentur, sehingga menyebabkan perpindahan titik sumbu batang dari sumbu awal. Perpindahan tersebut sejauh e (eksentris).

$$e = I / A.c \text{ atau } e = h / 6$$

(Schodek, Daniel L., *Struktur Edisi kedua*, Erlangga, Jakarta, 1999., Hal 267)

$$I = \frac{1}{12} b.h^3 = \frac{1}{12} \times 300 \text{ mm} \times (400\text{mm})^3 = 1600000000 \text{ mm}^4$$

$$A = b.h = 300\text{mm} \times 400\text{mm} = 120000 \text{ mm}^2$$

$$c = h / 2 = 400\text{mm} / 2 = 200 \text{ mm}$$

Didapat :

$$\begin{aligned} \text{➤ } e &= I / A.c = 1600000000 \text{ mm}^4 / (120000 \text{ mm}^2 \times 200 \text{ mm}) \\ &= 66,667 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{➤ } e = h / 6 = 400 \text{ mm} / 6 = 66,667 \text{ mm}$$

Maka momen yang terjadi pada balok, yaitu :

- Pada balok B1 (node 1 & 8)

$$M = P \times e$$

$$P = \text{nilai } F_x \text{ terbesar dari node 1 \& 8} = 126000 \text{ N}$$

$$M = 126000 \text{ N} \times 66,667 \text{ mm} = 8400000 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M / \phi = 8400000 \text{ Nmm} / 0,65 = 12923076,92 \text{ Nmm}$$

Dipakai tulang tarik D12

Diameter sengkang $\phi 10$

$d = h - \text{tebal penutup beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tul. Tarik}$

$$= 400 - 75 - 10 - \frac{1}{2} \times 12$$

$$= 309 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ perlu} &= \frac{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_n}{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \right) \\ &= \frac{0.85 \cdot 30 \cdot 300 \cdot 309}{350} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 12923076,92}{0.85 \cdot 30 \cdot 300 \cdot 309^2}} \right) \\ &= 120,568 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_s \text{ maks} = 0.75 \times \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \times b \times d$$

$$= 0.75 \times \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600+350} \times 300 \times 309$$

$$= 2719,316 \text{ mm}^2$$

$$As_{\min} = \frac{1.4}{f_y} \times b \times d = \frac{1.4}{350} \times 300 \times 309 = 370,8 \text{ mm}^2$$

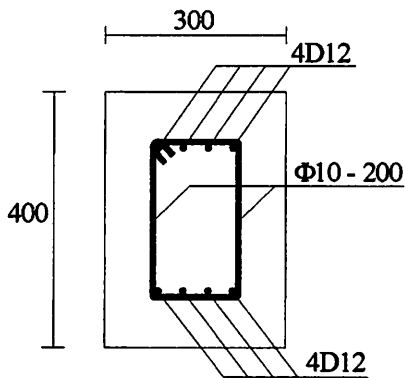
$$As_{\text{perlu}} = 210,239 \text{ mm}^2 < As_{\text{maks}} = 2719,316 \text{ mm}^2$$

$$< As_{\min} = 370,8 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulang tunggal dengan $As_{\text{perlu}} = 370,8 \text{ mm}^2$.

$$n = \frac{As_{\text{perlu}}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2} = \frac{370,8}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = 3,279 \approx 4 \text{ buah}$$

Maka : dipakai tulangan 4 D 12



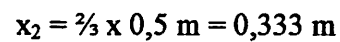
Kemudian dipasang sengkang praktis $\phi 10 - 200$ sepanjang bentang balok.

4.2.11. Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line D

Data :

$$\text{- Jumlah reaksi kolom (V)} = 1257900 \text{ kg}$$

- #### 4.2.11.1. Penulangan Plat Pondasi



Dari perbandingan segitiga :

$$y_1 / (1,4 - 0,5) = (40412,618 - 2071,178) / 1,4$$

$$1,4 \cdot y_1 = (1,4 - 0,5) \times (40412,618 - 2071,178)$$

$$y_1 = 0,9 \times 38341,441 / 1,4 = 24648,069 \text{ kg/m}^2$$

$$y = y_1 + 2071,178 \text{ kg/m}^2$$

$$= 24648,069 \text{ kg/m}^2 + 2071,178 \text{ kg/m}^2 = 26719,247 \text{ kg/m}^2$$

$$b = 40412,618 - y$$

$$= 40412,618 - 26719,247 = 13693,372 \text{ kg/m}^2$$

Untuk pias 1 m (lebar memanjang arah pondasi yang ditinjau) :

$$Q_1 = a \times y \times 1 \text{ m}$$

$$= 0,5 \text{ m} \times 26719,247 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 13359,623 \text{ kg}$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times a \times b \times 1 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,5 \text{ m} \times 13693,372 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 3423,343 \text{ kg}$$

$$Mu = Q_1 \cdot x_1 + Q_2 \cdot x_2$$

$$= (13359,623 \times 0,25) \text{ kgm} + (3423,343 \times 0,333) \text{ kgm}$$

$$= 4481,020 \text{ kgm}$$

Dipakai tulangan tarik D16 mm

$$\begin{aligned} h \text{ diambil nilai rata-rata dari nilai } h_{\text{tepi}} \text{ dan } h_{\text{tengah}} &= \frac{0,2 \text{ m} + 0,3 \text{ m}}{2} \\ &= 0,25 \text{ m} = 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$d = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik}$

$$= (250 - 75 - \frac{1}{2} \times 16) \text{ mm}$$

$$= 167 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal} = M_u / \phi = 4481,020 / 0.8 = 5601,275 \text{ kgm}$$

$$= 56012750 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \frac{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_n}{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \right) \\ &= \frac{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167}{350} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 56012750}{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167^2}} \right) \\ &= 999,342 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As maks} &= 0.75 \times \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \times b \times d \\ &= 0.75 \times \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} \times 1000 \times 167 \\ &= 4898,876 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{As min} = \frac{1.4}{f_y} \times b \times d = \frac{1.4}{350} \times 1000 \times 167 = 668 \text{ mm}^2$$

$$\text{As perlu} = 998,884 \text{ mm}^2 < \text{As maks} = 4898,876 \text{ mm}^2$$

$$> \text{As min} = 668 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulangan tunggal dengan $\text{As perlu} = 998,884 \text{ mm}^2$

✓ Dipakai tulang tarik D16 – 200 = $1005,714 \text{ mm}^2 > \text{As} = 998,884 \text{ mm}^2$ (Ok)

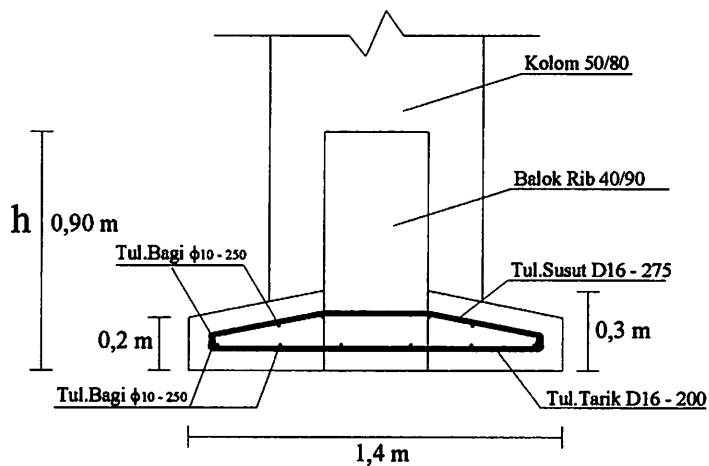
✓ Tulangan bagi = $20\% \times 1005,714 \text{ mm}^2 = 201,143 \text{ mm}^2$

Dipakai tulang bagi $\phi 10 - 250 = 314 \text{ mm}^2 > A_s = 201,143 \text{ mm}^2$ (Ok)

Untuk mencegah terjadi susut pada pelat pondasi, maka dipasang tulangan susut dengan rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebesar 0,0019 (SNI pasal 9.12.2.1), dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat atau 450 mm (SNI pasal 9.12.2.2) . Maka luas tulangan susut yang diperlukan :

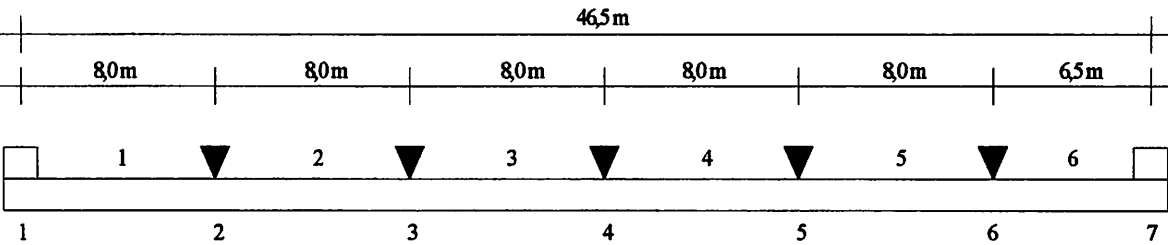
$$\begin{aligned} A_{s_{\text{tul.susut}}} &= 0.0019 \times ((1,4 \times 0,2) + (\frac{0,4 + 1,4}{2} \times 0,1)) \text{ m}^2 \\ &= 0,000703 \text{ m}^2 \\ &= 703 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D16 – 275 = $731,429 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{tul.susut}}} = 703 \text{ mm}^2$ (Ok)



Gambar 4.19. Penulangan pelat satu arah pondasi telapak menerus line D

4.2.11.2. Penulangan Balok Rib Pondasi Line D



$Q_{balok\ 1} = Q_{rata - rata\ (tegangan\ yg\ terjadi)} \times B_{pondasi}$

$= 21241,898\ kg/m^2 \times 1,4\ m$

$= 29738,657\ kg/m = 297,38657\ kN/m$

$Q_{balok\ 2} = \text{Berat sendiri pondasi}$

$= \text{Luas pondasi} \times BJ\ \text{Beton}$

$= ((0,4 \cdot 0,9) + (\frac{0,2+0,3}{2} \times 0,5) \times 2)\ m^2 \times 24\ kN/m^3$

$= 14,64\ kN/m$

Dengan menggunakan Staad Pro, di dapat :

Joint	Momen Tumpuan (kNm)	Gaya Vertikal, Fy (kN)	Beam	Momen Lapangan (kNm)
1	1480	1130	1	739,689
2	1480	1130	2	738,017
3	1480	1130	3	744,779
4	1460	1130	4	719,111
5	1530	1160	5	816,134
6	1270	1100	6	413,460
7	831,684	850		

A. Penulangan Tumpuan

a.1. Penulangan Tumpuan 2

$$M_u = 1480 \text{ kNm}$$

Dipakai tulang tarik D 25

$$\begin{aligned} d &= h - \text{tebal penutup beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik} \\ &= (900 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 800,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$h_f > \frac{1}{2} \times b_w = \frac{1}{2} \times 400 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 400 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Momen nominal} &= M_u / \phi = 1480 \text{ kNm} / 0.8 \\ &= 1850 \text{ kNm} = 1850 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Digunakan tulang rangkap, maka :

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

(Winter, George, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, PT Pradnya Paramita, Bandung, 1993., Hal 122)

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} = 0,03911 \end{aligned}$$

Direncanakan tulang tarik 17D25

$$A_s = 17 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 8348,214 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulang tekan 10D25

$$A_s' = 10 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 4910,714 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Tumpuan

- Tulang tarik

$$A_{s \text{ bagi plat}} = 6 \text{ D10} = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ balok}} = 17 \text{ D25} = 8348,214 \text{ mm}^2$$

- Tulang tekan

$$A_{s'} = 10 \text{ D25} = 4910,714 \text{ mm}^2$$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10) \text{ mm} = 96 \text{ mm}$$

$$y_2 = (75 + (16-12) + 12 + \frac{1}{2} \cdot 2) \text{ mm} = 103,5 \text{ mm}$$

$$y_3 = (75 + (16-12) + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 165,5 \text{ mm}$$

$$y_4 = (75 + (16-12) + (3 \cdot 12) + (2 \cdot 25) + (2 \cdot 25) + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 227,5 \text{ mm}$$

$$y_5 = (75 + (16-12) + (4 \cdot 12) + (3 \cdot 25) + (3 \cdot 25) + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 289,5 \text{ mm}$$

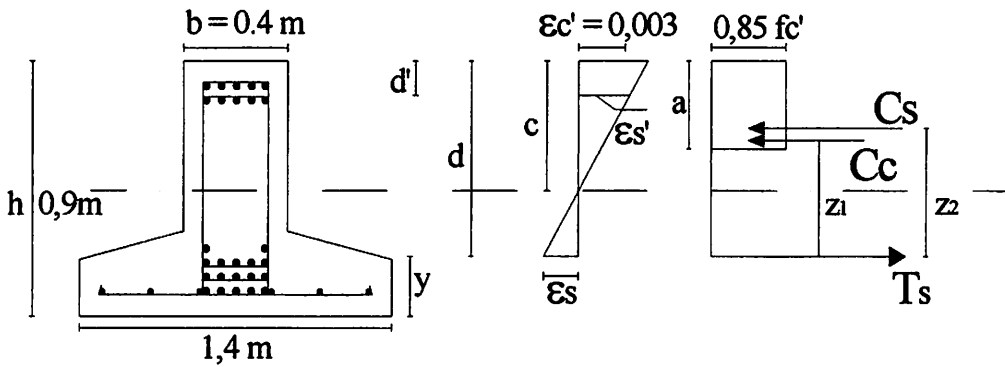
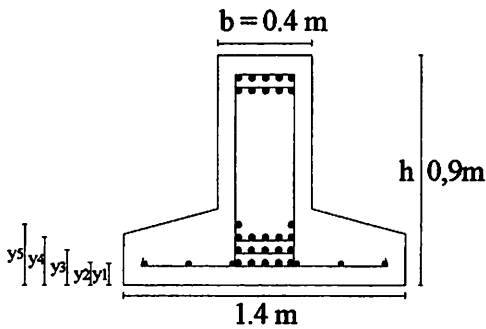
$$A_1 = 6 \text{ D10} = 6 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = A_3 = A_4 = 5 \times A_s \text{ tul.} = 5 \times 491,0714 = 2455,35714 \text{ mm}^2$$

$$A_5 = 2 \times A_s \text{ tul.} = 982,14286 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1.y_1 + A_2.y_2 + A_3.y_3 + A_4.y_4 + A_5.y_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = 175,59 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 900 - 175,59 = 724,41 \text{ mm}$$



$$d' = \frac{\left(\left(75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 \right) \times 2455,35714 + \left(75 + 12 + 25 + 25 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 \right) \times 2455,35714 \right)}{2455,35714 + 2455,35714}$$

$$= 130,50 \text{ mm}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d} = \frac{4910,714}{400 \cdot 724,41} = 0,01695$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,01695 = 0,04628$$

$$A_{s_{maks}} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,04628 \cdot 400 \cdot 724,41 = 13810,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} = A_{s_{bagi \text{ plat}}} + A_s + A_{s'} = 13730,36 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} = 13730,36 \text{ mm}^2 < A_{s_{maks}} = 13810,78 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok})$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{2f_y} \times b_w \times d = \frac{\sqrt{30}}{2 \times 350} \times 400 \times 724,41 = 2267,28 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} \times b_{ef} \times d = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 350} \times 1400 \times 724,41 = 3967,74 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} \text{ diambil nilai yang terkecil, yaitu } 2267,28 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} < A_s < A_{s \text{ maks}} \rightarrow 2267,28 \text{ mm}^2 < 13730,36 \text{ mm}^2 < 13810,78 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$T_s = C_c + C_s$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_{s'} \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_{s'}) \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{((471,429 + 8348,214) - 4910,714) \cdot 350}{0,85 \cdot 30 \cdot 400} = 134,1299 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 134,1299 / 0,85 = 157,799 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 30 \cdot 134,1299 \cdot 400 = 1368125 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \cdot f_y = 1718750 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = 3086875 \text{ N}$$

$$M_{n1} = (A_s - A_s') \cdot f_y (d - a/2)$$

$$= ((471,429 + 8348,214) - 4910,714) \cdot 350 \cdot (724,41 - 134,1299/2)$$

$$= 899325350,4 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = A_s' \cdot f_y (d - d')$$

$$= 4910,714 \cdot 350 \cdot (724,41 - 130,50)$$

$$= 1020776726 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$= 899325350 + 1020776726$$

$$= 1920102076 \text{ Nmm}$$

$$M_R = \phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 1920102076 = 1536081661 \text{ Nmm}$$

$$= 1536,081661 \text{ kNm}$$

$$M_R = 1536,081661 \text{ kNm} > M_u = 1480 \text{ kNm} \text{ (Ok)}$$

B. Penulangan Lapangan

b.1. Penulangan Lapangan 2

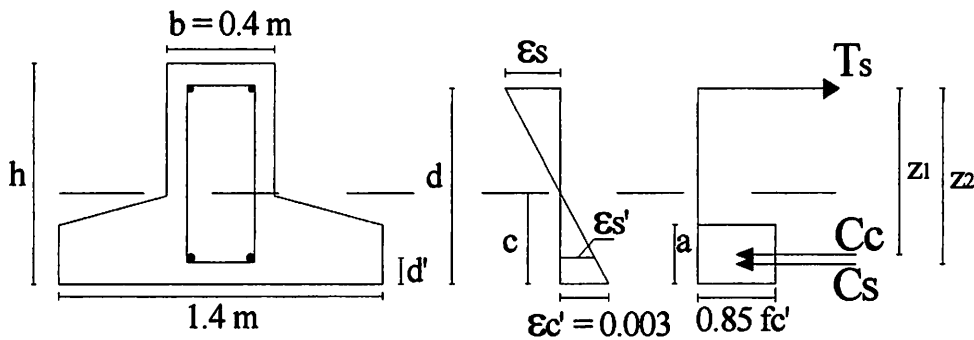
Karena flens menerima tegangan tekan, maka dihitung sebagai balok T

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$h_f > \frac{1}{2} \times b_w = \frac{1}{2} \times 400 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 400 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$



Dipakai tulang tarik D 25

$$\begin{aligned} d &= h - \text{tebal penutup beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik} \\ &= (900 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 800,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = 738,017 \text{ kNm}$$

Misalkan seluruh flens tertekan ($a = h_f = h_{tepi}$) :

$$\begin{aligned} M_R &= \phi (0,85 \cdot f_c') b \cdot h_f (d - \frac{1}{2} \cdot h_f) \\ &= 0,8 (0,85 \times 30) 1400 \times 200 (800,5 - \frac{1}{2} \times 200) \\ &= 4001256000 \text{ Nmm} = 4001,256 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_R = 4001,256 \text{ kNm} > M_u = 738,017 \text{ kNm}$$

→ maka $a < h_{\text{tepi}}$ dan perhitungan seperti balok persegi dengan lebar $(b) = b_{\text{ef}}$
 $= 1400 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Momen nominal} &= M_u / \phi = 738,017 / 0.8 = 922,52125 \text{ kNm} \\ &= 922521250 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Direncanakan tulang tarik 9D25

$$A_s = 9 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 4419,643 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulang tekan 2D25

$$A_s' = 2 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 982,143 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Lapangan

- Tulang tarik
 $A_s = 9D25 = 4419,643 \text{ mm}^2$
- Tulang tekan
 $A_s' = 2D25 = 982,143 \text{ mm}^2$
 $A_{s \text{ bagi plat}} = 6D10 = 471,429 \text{ mm}^2$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 99,5 \text{ mm}$$

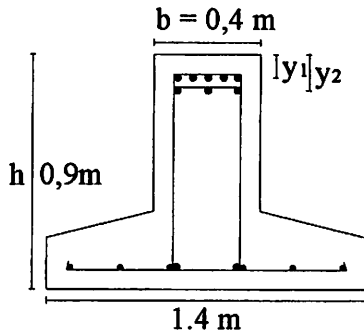
$$y_2 = (75 + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 161,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 5 \times A_s \text{ tul.} = 5 \times 491,0714 = 2455,357 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 4 \times A_s \text{ tul.} = 4 \times 491,0714 = 1964,286 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1.y_1 + A_2.y_2}{A_1 + A_2} = 127,06 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 900 - 127,06 = 772,94 \text{ mm}$$



$$d' = 75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 99,5 \text{ mm}$$

$$d'' = 75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 96$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d} = \frac{(982,143 + 471,4286)}{400 \cdot 777,25} = 0,00134$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,00134 = 0,03068$$

$$As_{maks} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,03068 \cdot 1400 \cdot 772,94 = 33197,179 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = \frac{1,4}{f_y} \times b \times d = \frac{1,4}{350} \times 1400 \times 772,94 = 4328,49 \text{ mm}^2$$

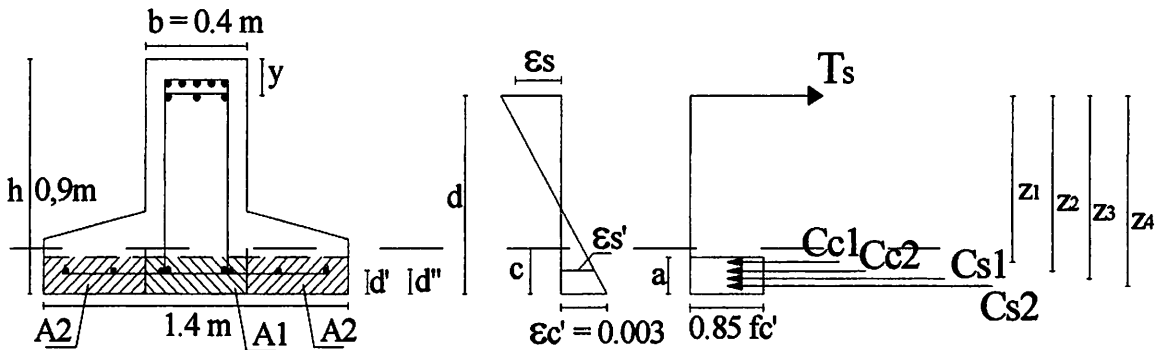
$$As = 9D25 = 4419,643 \text{ mm}^2 > As_{min} = 4328,49 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$As_{ada} = As + As' + As_{bagi plat} = 5873,214 \text{ mm}^2$$

$$As_{ada} = 5873,214 \text{ mm}^2 < As_{maks} = 33197,179 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$A_s \min < A_{sada} < A_s \max \rightarrow 4328,49 \text{ mm}^2 < 5873,214 \text{ mm}^2 < 33197,179 \text{ mm}^2$$

Karena $a < h_{tepi}$, maka perhitungan garis netral dicari dengan persamaan :



$$\Sigma H = 0$$

$$C_{c1} + C_{c2} + C_{s1} + C_{s2} - T_s = 0$$

$$A_1 = a \cdot b_w$$

$$A_2 = a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - b_w))$$

$$C_{c1} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w$$

$$C_{c2} = 0,85 \cdot f_c' \cdot (2 \cdot (a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - b_w)))) = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (b_{ef} - b_w)$$

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot f_s' = A_{s1}' \cdot f_y$$

$$C_{s2} = A_{s2}' \cdot f_s' = A_{s2}' \cdot f_y$$

$$C_{c1} + C_{c2} + C_{s1} + C_{s2} - T_s = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w + 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (b_{ef} - b_w) + A_{s1}' \cdot f_y + A_{s2}' \cdot f_y - A_s \cdot f_y = 0$$

$$0,85.f_c'.a.(b_w + (b_{ef} - b_w)) = A_s.f_y - A_{s1}'.f_y - A_{s2}'.f_y$$

$$0,85.f_c'.a.b_{ef} = (A_s - A_{s1}' - A_{s2}') . f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_{s1}' - A_{s2}').f_y}{0,85.f_c'.b_{ef}}$$

$$a = 29,079 \text{ mm}$$

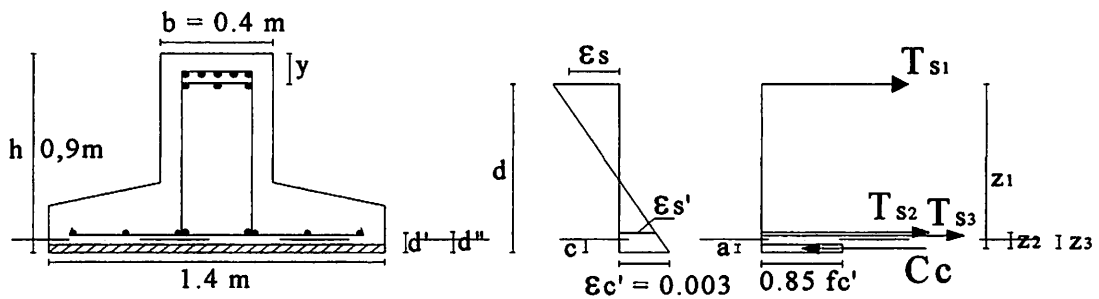
Karena $a < \text{selimut beton} = 75 \text{ mm}$, maka :

$$C_c = T_{s1} + T_{s2} + T_{s3}$$

$$a = A_s.f_y / (0,85.f_c'.b_{ef}) = (4419,643 + 982,143 + 471,4286) . 350 / (0,85.30.1400)$$

$$= 57,581 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 67,742 \text{ mm}$$



$$C_c = 0,85 . f_c' . a.b_{ef} = 2055625 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_s . f_y = 4419,643 . 350 = 1546875 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s'} . f_y = 982,143 . 350 = 343750 \text{ N}$$

$$T_{s3} = A_{s_{\text{bagi plat}}} . f_y = 471,4286 . 350 = 165000 \text{ N}$$

$$Z_1 = d - (a/2) = 744,154 \text{ mm}$$

$$Z_2 = d' - a/2 = 70,709 \text{ mm}$$

$$Z_3 = d'' - a/2 = 67,209 \text{ mm}$$

$$M_{n1} = T_{s1} \cdot Z_1 = 1151113495 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = T_{s2} \cdot Z_2 = 24306471,03 \text{ Nmm}$$

$$M_{n3} = T_{s3} \cdot Z_3 = 23103346,03 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} = 1198523312 \text{ Nmm}$$

$$M_R = 0,8 \cdot M_n = 958,819 \text{ kNm} > M_u = 739,689 \text{ kNm} \quad (\text{Ok})$$

C. Penulangan Geser

c.1. Penulangan Geser Tumpuan 2

$$V_u = 1130 \text{ kN}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 900 \text{ mm}$$

$$d = 800,5 \text{ mm}$$

$$L = 8000 \text{ mm}$$

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 350 \text{ MPa}$$

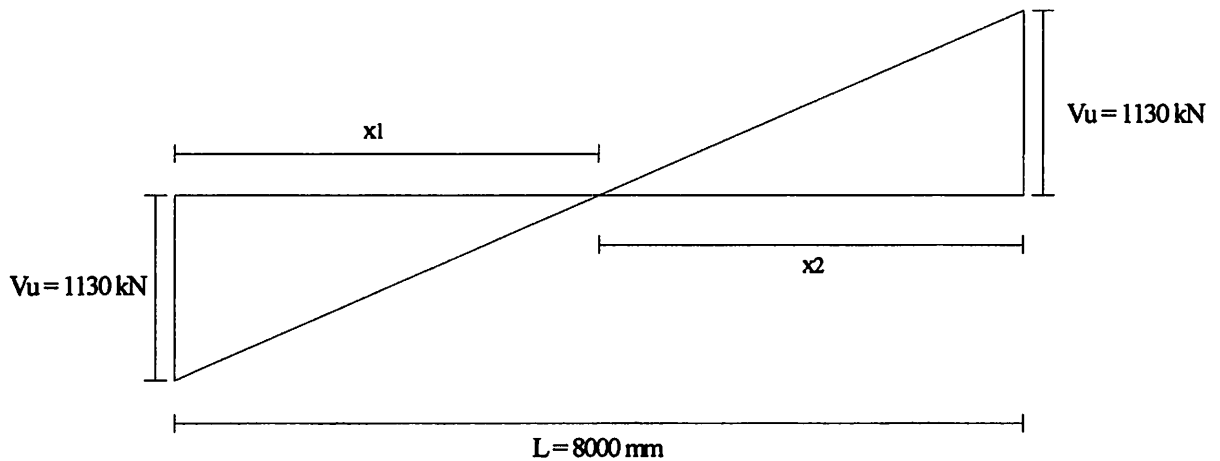
diameter sengkang = $\phi 12$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f'c'} \cdot b_w \cdot d = 1/6 \times \sqrt{30} \times 400 \times 800,5 = 292301 \text{ N} = 292,301 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_c = 0.65 \times 292,301 \text{ kN} = 189,996 \text{ kN}$$

$$1/2 \cdot \phi \cdot V_c = 94,998 \text{ kN}$$

Karena $V_u = 1130 \text{ kN} > \phi V_c = 189,996 \text{ kN} \rightarrow$ Perlu tulang geser



$$\frac{1130}{1130} = \frac{x_1}{x_2}$$

$$\frac{1130}{1130} = \frac{x_1}{8000 - x_1}$$

$$1130 \cdot (8000 - x_1) = 1130 \cdot x_1$$

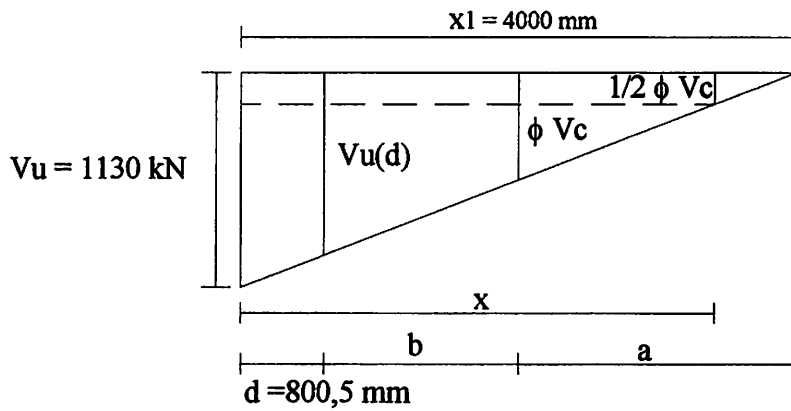
$$1130 \cdot 8000 - 1130 \cdot x_1 = 1130 \cdot x_1$$

$$2260 \cdot x_1 = 9040000$$

$$x_1 = 4000 \text{ mm}$$

$$x_2 = 8000 - 4000 = 4000 \text{ mm}$$

Daerah yang harus dipasang tulangan geser (x) :



$$\frac{V_u - \frac{1}{2}\phi V_c}{V_u} = \frac{x}{x_1}$$

$$x = \frac{(1130 - 94,998) \times 4000}{1130}$$

$$= 3663,724 \text{ mm}$$

$$\frac{V_u}{x_1} = \frac{\phi V_c}{a}$$

$$a = \frac{4000 \times 189,996}{1130} = 672,552 \text{ mm}$$

$$b = x_1 - a - d = 2526,948 \text{ mm}$$

Penulangan Geser pada daerah kritis (daerah sendi plastis) :

Besarnya gaya geser sejauh $d = 800,5 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 V_u(d) &= \frac{x_1 - d}{x_1} \cdot V_u \\
 &= \frac{4000 - 800,5}{4000} \cdot 1130 = 903,859 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s\text{perlu}} &= \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c \\
 &= \frac{903,859}{0,65} - 292,301 = 1098,251 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal tidak boleh lebih besar dari $V_{s\text{maks}}$:

$$\begin{aligned}
 V_{s\text{maks}} &= 2/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \\
 &= 2/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 400 \cdot 800,5 \\
 &= 1169205 \text{ N} = 1169,205 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_s = 1098,251 \text{ kN} < V_{s\text{maks}} = 1169,205 \text{ kN} \quad (\text{Ok})$$

Dipakai sengkang diameter $\phi 12$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi d^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 = 226,286 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 s_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 &= \frac{226,286 \cdot 350 \cdot 800,5}{1098251 \text{ N}} = 57,728 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jarak sengkang maksimum :

$$1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 400 \cdot 800,5 = 584603 \text{ N} = 584,603 \text{ kN}$$

Jika : $V_s < 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{2} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{2} d = 400,25 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

$V_s > 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{4} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{4} d = 200,125 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

Karena $V_s = 1176,88 \text{ kN} > 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$, maka : $s_{maks} = 200,125 \text{ mm}$

Tulangan geser minimum :

$$s = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b_w} = \frac{3 \times 226,286 \cdot 350}{400} = 594 \text{ mm}$$

Syarat jarak :

$$s_{maks} = \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 800,5 = 400,25 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang dengan jarak :

Untuk daerah kritis (sejauh b dari muka tumpuan) $\rightarrow \phi 12 - 50$

Untuk diluar daerah kritis dipakai sengkang praktis $\rightarrow \phi 12 - 200$

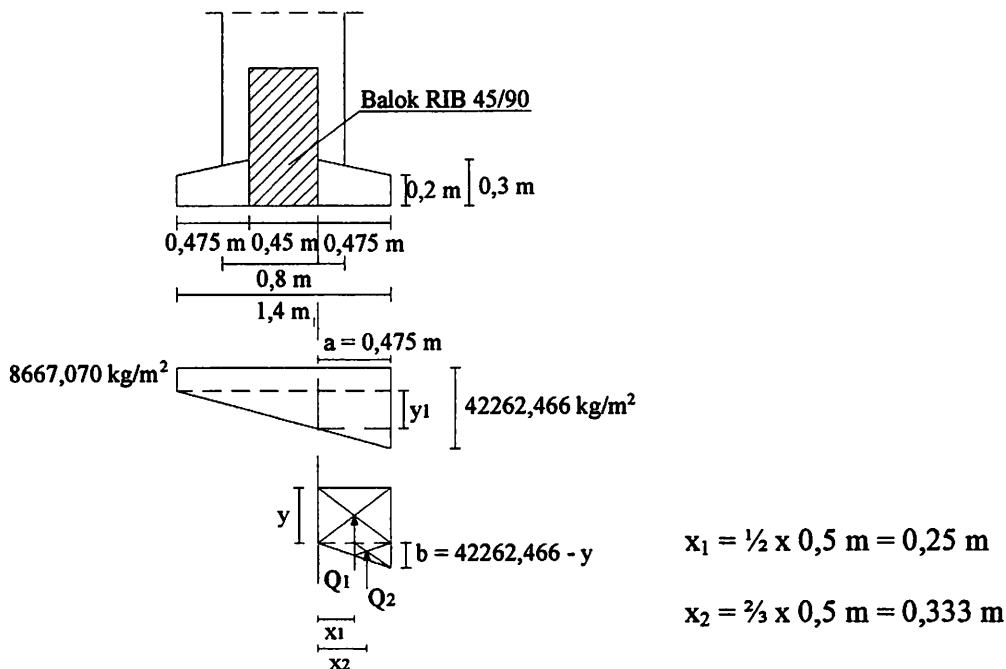
4.2.12. Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line B

Data :

- Jumlah reaksi kolom (V) = 1575000 kg
- Jumlah momen arah x = 316716,9 kgm

- Jumlah momen arah z = 261924,2 kgm
- Tegangan maksimum, σ_{maks} = 42262,466 kg/m²
- Tegangan minimum, σ_{min} = 8667,070 kg/m²
- Lebar pondasi = 1,4 m = 1400 mm
- Lebar pondasi arah memanjang yang ditinjau = 1 m = 1000 mm
- Tebal selimut beton = 75 mm
- Direncanakan diameter tulangan tarik plat = 16 mm
- Direncanakan diameter tulangan tarik balok = 25 mm
- Direncanakan diameter tulangan tekan balok = 25 mm
- Direncanakan diameter tulangan bagi = 10 mm
- Direncanakan diameter tulangan sengkang = 12 mm

4.2.12.1. Penulangan Plat Pondasi



Dari perbandingan segitiga :

$$y_1 / (1,4 - 0,5) = (42262,466 - 8667,070) / 1,4$$

$$1,4 \cdot y_1 = (1,4 - 0,5) \times (42262,466 - 8667,070)$$

$$y_1 = 0,9 \times 33595,396 / 1,4$$

$$= 21597,040 \text{ kg/m}^2$$

$$y = y_1 + 8667,070 \text{ kg/m}^2$$

$$= 21597,040 \text{ kg/m}^2 + 8667,070 \text{ kg/m}^2 = 30264,110 \text{ kg/m}^2$$

$$b = 42262,466 - y$$

$$= 42262,466 - 30264,110 = 11998,356 \text{ kg/m}^2$$

Untuk pias 1 m (lebar memanjang arah pondasi yang ditinjau) :

$$Q_1 = a \times y \times 1 \text{ m}$$

$$= 0,5 \text{ m} \times 30264,110 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 15132,055 \text{ kg}$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times a \times b \times 1 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,5 \text{ m} \times 11998,356 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 2999,589 \text{ kg}$$

$$Mu = Q_1 \cdot x_1 + Q_2 \cdot x_2$$

$$= (15132,055 \times 0,25) \text{ kgm} + (2999,589 \times 0,333) \text{ kgm}$$

$$= 4782,877 \text{ kgm}$$

Dipakai tulangan tarik D16 mm

$$h \text{ diambil nilai rata-rata dari nilai } h_{\text{tepi}} \text{ dan } h_{\text{tengah}} = \frac{0,2 \text{ m} + 0,3 \text{ m}}{2}$$

$$= 0,25 \text{ m} = 250 \text{ mm}$$

$$d = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik}$$

$$= (250 - 75 - \frac{1}{2} \times 16) \text{ mm}$$

$$= 167 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal} = M_u / \phi = 4782,877 / 0.8 = 5978,596 \text{ kgm}$$

$$= 59785960 \text{ Nmm}$$

$$A_s \text{ perlu} = \frac{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_n}{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \right)$$

$$= \frac{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167}{350} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 59785960}{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167^2}} \right)$$

$$= 1069,896 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ maks} = 0.75 \times \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \times b \times d$$

$$= 0.75 \times \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} \times 1000 \times 167$$

$$= 4898,876 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{1.4}{f_y} \times b \times d = \frac{1.4}{350} \times 1000 \times 167 = 668 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ perlu} = 1069,896 \text{ mm}^2 < A_s \text{ maks} = 4898,876 \text{ mm}^2$$

$$> A_s \text{ min} = 668 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulangan tunggal dengan $A_s \text{ perlu} = 1069,896 \text{ mm}^2$

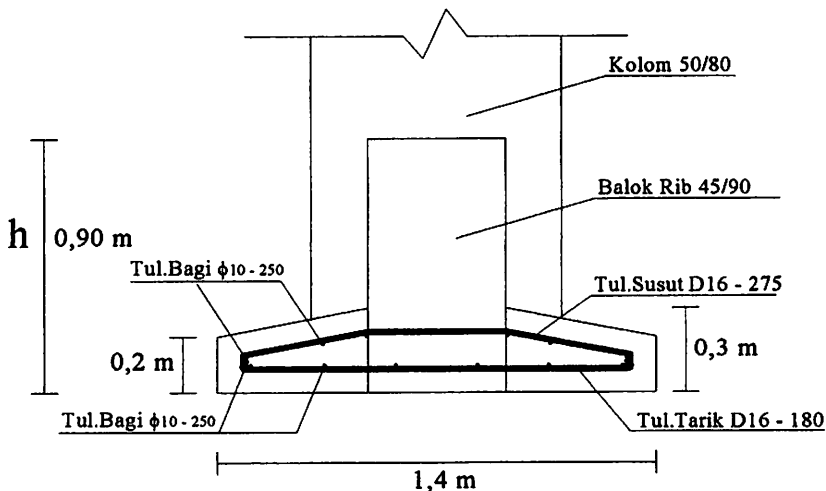
- ✓ Dipakai tulang tarik D16 – 180 = $1117,460 \text{ mm}^2 > A_s = 1069,896 \text{ mm}^2$ (Ok)
- ✓ Tulangan bagi = $20\% \times 1117,460 \text{ mm}^2 = 223,492 \text{ mm}^2$

Dipakai tulang bagi $\square 10 - 250 = 314 \text{ mm}^2 > A_s = 223,492 \text{ mm}^2$ (Ok)

Untuk mencegah terjadi susut pada pelat pondasi, maka dipasang tulangan susut dengan rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebesar 0,0019 (SNI pasal 9.12.2.1), dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat atau 450 mm (SNI pasal 9.12.2.2) . Maka luas tulangan susut yang diperlukan :

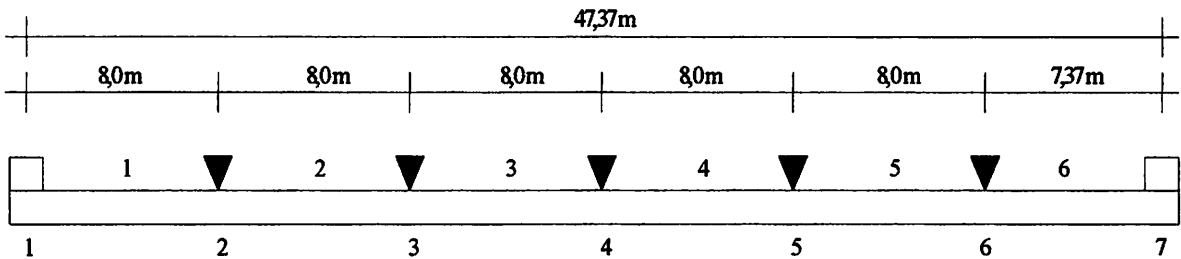
$$\begin{aligned} A_{s_{\text{tul.susut}}} &= 0.0019 \times ((1,4 \times 0,2) + (\frac{0,45 + 1,4}{2} \times 0,1)) \text{ m}^2 \\ &= 0,00070775 \text{ m}^2 \\ &= 707,75 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D16 – 275 = $731,429 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{tul.susut}}} = 707,75 \text{ mm}^2$ (Ok)



Gambar 4.19. Penulangan pelat satu arah pondasi telapak menerus line B

4.2.12.2. Penulangan Balok Rib Pondasi Line B



$q_{\text{balok 1}} = q_{\text{rata - rata (tegangan yg terjadi)}} \times B_{\text{pondasi}}$

$= 25464,768 \text{ kg/m}^2 \times 1,4 \text{ m}$

$= 35650,675 \text{ kg/m}$

$= 356,50675 \text{ kN/m}$

$q_{\text{balok 2}} = \text{Berat sendiri pondasi}$

$= \text{Luas pondasi} \times \text{BJ Beton}$

$= ((0,45 \cdot 0,9) + (\frac{0,2+0,3}{2} \times 0,475) \times 2) \text{ m}^2 \times 24 \text{ kN/m}^3$

$= 15,42 \text{ kN/m}$

Dengan menggunakan Staad Pro, di dapat :

Joint	Momen Tumpuan (kNm)	Gaya Vertikal, Fy (kN)	Beam	Momen Lapangan (kNm)
1	1780	1360	1	892,137
2	1780	1360	2	891,177
3	1790	1370	3	895,064
4	1780	1360	4	880,294
5	1820	1380	5	936,178
6	1660	1340	6	719,079
7	1440	1230		

A. Penulangan Tumpuan

a.1. Penulangan Tumpuan 2

$$M_u = 1780 \text{ kNm}$$

Dipakai tulang tarik D 25

$$\begin{aligned} d &= h - \text{tebal penutup beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik} \\ &= (900 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 800,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$h_f > \frac{1}{2} \times b_w = \frac{1}{2} \times 400 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 400 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Momen nominal} &= M_u / \phi = 1780 \text{ kNm} / 0.8 \\ &= 2225 \text{ kNm} = 2225 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Digunakan tulang rangkap, maka :

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

(Winter, George, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, PT Pradnya Paramita, Bandung, 1993., Hal 122)

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} = 0,03911 \end{aligned}$$

Direncanakan tulang tarik 20D25

$$A_s = 20 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 9821,429 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulang tekan 11D25

$$A_s' = 11 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 5401,786 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Tumpuan

- Tulang tarik

$$A_{s \text{ bagi plat}} = 6 \text{ D10} = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ balok} = 20 \text{ D25} = 9821,429 \text{ mm}^2$$

- Tulang tekan

$$A_s' = 11 \text{ D25} = 5401,786 \text{ mm}^2$$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10) \text{ mm} = 96 \text{ mm}$$

$$y_2 = (75 + (16-12) + 12 + \frac{1}{2} \cdot 2) \text{ mm} = 103,5 \text{ mm}$$

$$y_3 = (75 + (16-12) + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 165,5 \text{ mm}$$

$$y_4 = (75 + (16-12) + (3 \cdot 12) + (2 \cdot 25) + (2 \cdot 25) + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 227,5 \text{ mm}$$

$$y_5 = (75 + (16-12) + (4 \cdot 12) + (3 \cdot 25) + (3 \cdot 25) + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 289,5 \text{ mm}$$

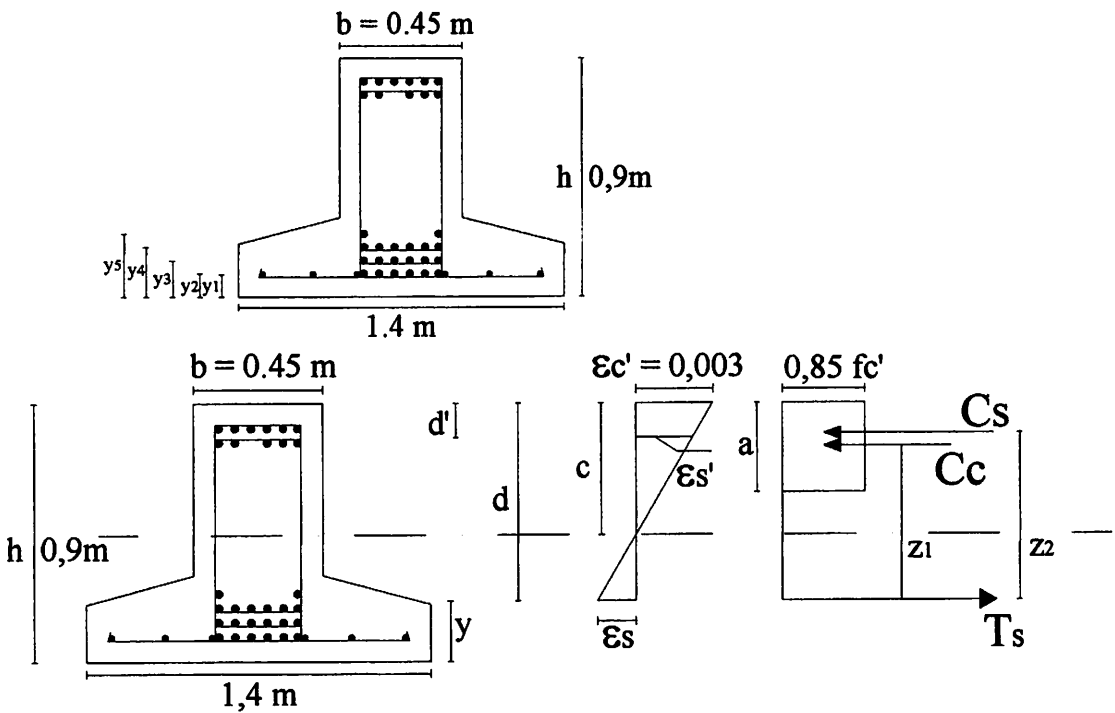
$$A_1 = 6 \text{ D10} = 6 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = A_3 = A_4 = 6 \times A_s \text{ tul.} = 6 \times 491,0714 = 2946,429 \text{ mm}^2$$

$$A_5 = 2 \times A_s \text{ tul.} = 982,14286 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1.y_1 + A_2.y_2 + A_3.y_3 + A_4.y_4 + A_5.y_5}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5} = 174,15 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 900 - 174,15 = 725,85 \text{ mm}$$



$$d' = \frac{\left(\left(75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 \right) \times 2946,429 + \left(75 + 12 + 25 + 25 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 \right) \times 2455,357 \right)}{2946,429 + 2455,357}$$

$$= 127,68 \text{ mm}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b.d} = \frac{5401,786}{450 \cdot 725,85} = 0,01654$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,01654 = 0,04587$$

$$A_{s_{maks}} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,04587 \cdot 450 \cdot 725,85 = 15983,43 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} = A_{s_{bagi\ plat}} + A_s + A_{s'} = 15694,64 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} = 15694,64 \text{ mm}^2 < A_{s_{maks}} = 15983,43 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok})$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{2f_y} \times b_w \times d = \frac{\sqrt{30}}{2 \times 350} \times 450 \times 725,85 = 2555,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} \times b_{ef} \times d = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 350} \times 1400 \times 725,85 = 3975,65 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} \text{ diambil nilai yang terkecil, yaitu } 2555,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} < A_s < A_{s \text{ maks}} \rightarrow 2555,78 \text{ mm}^2 < 15694,64 \text{ mm}^2 < 15983,43 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$T_s = C_c + C_s$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_{s'} \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y - A_{s'} \cdot f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_{s'}) \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{((471,429 + 9821,429) - 5401,786) \cdot 350}{0,85 \cdot 30 \cdot 450} = 149,183 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 149,183 / 0,85 = 175,509 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 30 \cdot 149,183 \cdot 450 = 1711875 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \cdot f_y = 1890625 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = 3602500 \text{ N}$$

$$M_{n1} = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$= ((471,429 + 9821,429) - 5401,429) \cdot 350 \cdot (725,85 - 149,183/2)$$

$$= 1114875099 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = A_s' \cdot f_y \cdot (d - d')$$

$$= 5401,429 \cdot 350 \cdot (725,85 - 127,68)$$

$$= 1130913884 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2}$$

$$= 1114875099 + 1130913884$$

$$= 2245788983 \text{ Nmm}$$

$$M_R = \phi \cdot M_n = 0,8 \cdot 2245788983 = 1796631186 \text{ Nmm}$$

$$= 1796,631186 \text{ kNm}$$

$$M_R = 1796,631186 \text{ kNm} > M_u = 1780 \text{ kNm} \quad (\text{Ok})$$

B. Penulangan Lapangan

b.1. Penulangan Lapangan 2

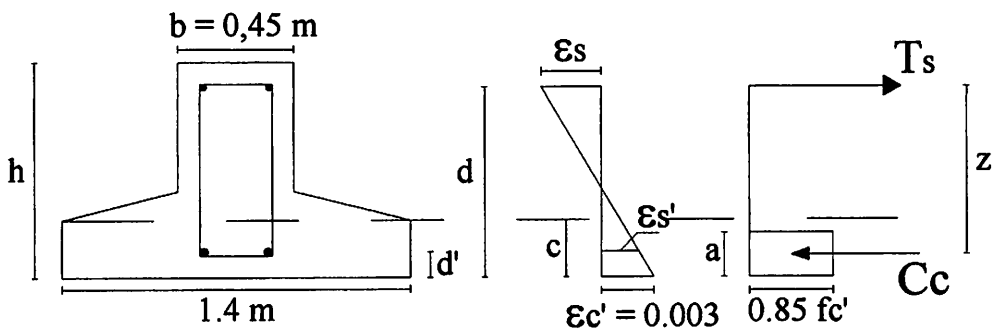
Karena flens menerima tegangan tekan, maka dihitung sebagai balok T

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$h_f > \frac{1}{2} \times b_w = \frac{1}{2} \times 450 \text{ mm} = 225 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 450 \text{ mm} = 1800 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$



Dipakai tulang tarik D 25

$$\begin{aligned} d &= h - \text{tebal penutup beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik} \\ &= (900 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 800,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = 891,177 \text{ kNm}$$

Misalkan seluruh flens tertekan ($a = h_f = h_{tepi}$) :

$$\begin{aligned} M_R &= \phi (0,85 \cdot f_c') b \cdot h_f (d - \frac{1}{2} \cdot h_f) \\ &= 0,8 (0,85 \times 30) 1400 \times 200 (800,5 - \frac{1}{2} \times 200) \\ &= 4001256000 \text{ Nmm} = 4001,256 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$M_R = 4001,256 \text{ kNm} > M_u = 891,177 \text{ kNm}$$

→ maka $a < h_{\text{tepi}}$ dan perhitungan seperti balok persegi dengan lebar $(b) = b_{\text{ef}}$
 $= 1400 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Momen nominal} &= M_u / \phi = 891,177 / 0.8 = 1113,97125 \text{ kNm} \\ &= 1113971250 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Direncanakan tulang tarik 9D25

$$A_s = 9 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 4419,643 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulang tekan 3D25

$$A_s' = 3 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 1473,214 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Lapangan

- Tulang tarik
 $A_s = 9D25 = 4419,643 \text{ mm}^2$
- Tulang tekan
 $A_s' = 3D25 = 1473,214 \text{ mm}^2$
 $A_{s \text{ bagi plat}} = 6D10 = 471,429 \text{ mm}^2$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 99,5 \text{ mm}$$

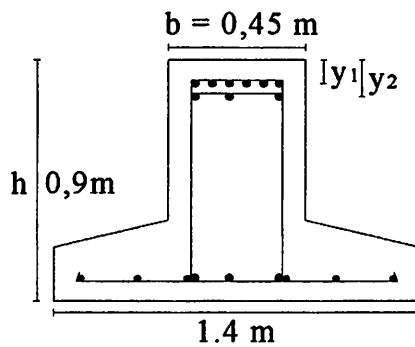
$$y_2 = (75 + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 161,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 6 \times A_s \text{ tul.} = 6 \times 491,0714 = 2946,429 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 3 \times A_s \text{ tul.} = 3 \times 491,0714 = 1473,214 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = 120,17 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 900 - 120,17 = 779,83 \text{ mm}$$



$$d' = 75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 99,5 \text{ mm}$$

$$d'' = 75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 96$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d} = \frac{(1473,214 + 471,4286)}{450 \cdot 779,83} = 0,00178$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,00178 = 0,03112$$

$$A_{s_{maks}} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,03112 \cdot 1400 \cdot 779,83 = 33971,167 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{1.4}{f_y} \times b \times d = \frac{1.4}{350} \times 1400 \times 779,83 = 4367,067 \text{ mm}^2$$

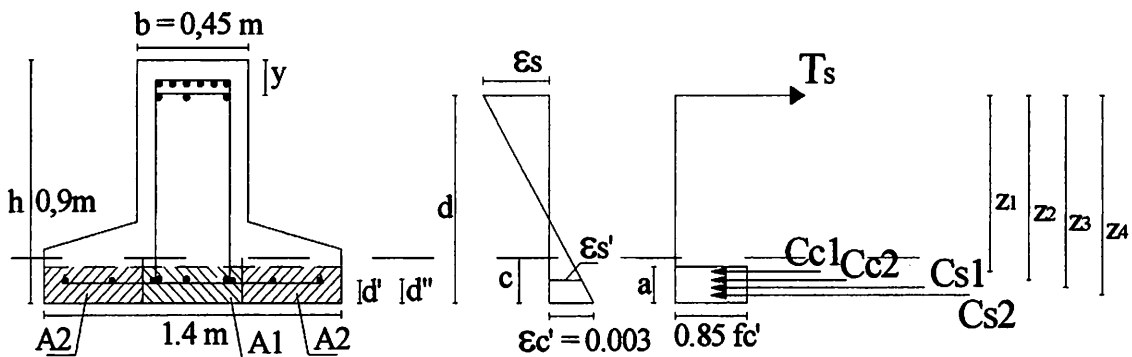
$$A_s = 9D25 = 4419,643 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ min}} = 4367,067 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$A_{s_{ada}} = A_s + A_s' + A_{s_{bagi \text{ plat}}} = 6364,286 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} = 6364,286 \text{ mm}^2 < A_{s_{maks}} = 33971,167 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok})$$

$$A_{s \min} < A_{s_{ada}} < A_{s \max} \rightarrow 4367,067 \text{ mm}^2 < 6364,286 \text{ mm}^2 < 33971,167 \text{ mm}^2$$

Karena $a < h_{\text{tepi}}$, maka perhitungan garis netral dicari dengan persamaan :



$$\Sigma H = 0$$

$$C_{c1} + C_{c2} + C_{s1} + C_{s2} - T_s = 0$$

$$A_1 = a \cdot b_w$$

$$A_2 = a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - b_w))$$

$$C_{c1} = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_w$$

$$C_{c2} = 0,85 \cdot f_c' \cdot (2 \cdot (a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - b_w)))) = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (b_{ef} - b_w)$$

$$C_{s1} = A_{s1}' \cdot f_s' = A_{s1}' \cdot f_y$$

$$C_{s2} = A_{s2}' \cdot f_s' = A_{s2}' \cdot f_y$$

$$C_{c1} + C_{c2} + C_{s1} + C_{s2} - T_s = 0$$

$$0,85.f_c'.a.b_w + 0,85.f_c'.a.(b_{ef}-b_w) + A_{s1}' . f_y + A_{s2}' . f_y - A_s.f_y = 0$$

$$0,85.f_c'.a.(b_w + (b_{ef} - b_w)) = A_s.f_y - A_{s1}' . f_y - A_{s2}' . f_y$$

$$0,85.f_c'.a.b_{ef} = (A_s - A_{s1}' - A_{s2}') . f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_{s1}' - A_{s2}') . f_y}{0,85 . f_c' . b_{ef}} = 24,265 \text{ mm}$$

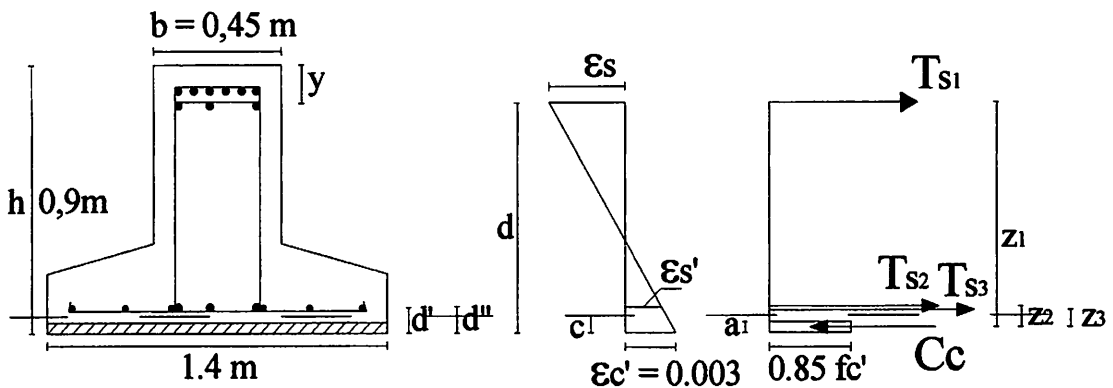
Karena $a < \text{selimut beton} = 75 \text{ mm}$, maka :

$$C_c = T_{s1} + T_{s2} + T_{s3}$$

$$a = A_s.f_y / (0,85.f_c'.b_{ef}) = (4419,643+1473,214+471,4286) . 350 / (0,85.30.1400)$$

$$= 62,395 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 73,406 \text{ mm}$$



$$C_c = 0,85 . f_c' . a.b_{ef} = 2227500 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_s . f_y = 4419,643 . 350 = 1546875 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s1}' . f_y = 1473,214 . 350 = 515625 \text{ N}$$

$$T_{s3} = A_{s_{\text{bagi plat}}} = 471,4286 \cdot 350 = 165000 \text{ N}$$

$$Z_1 = d - (a/2) = 748,636 \text{ mm}$$

$$Z_2 = d' - a/2 = 68,302 \text{ mm}$$

$$Z_3 = d'' - a/2 = 64,803 \text{ mm}$$

$$M_{n1} = T_{s1} \cdot Z_1 = 1158046087 \text{ Nmm}$$

$$M_{n2} = T_{s2} \cdot Z_2 = 35218487,39 \text{ Nmm}$$

$$M_{n3} = T_{s3} \cdot Z_3 = 33413799,89 \text{ Nmm}$$

$$M_n = M_{n1} + M_{n2} + M_{n3} = 1226678374 \text{ Nmm}$$

$$M_R = 0,8 \cdot M_n = 981,343 \text{ kNm} > M_u = 891,177 \text{ kNm} \quad (\text{Ok})$$

C. Penulangan Geser

c.1. Penulangan Geser Tumpuan 2

$$V_u = 1360 \text{ kN}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 900 \text{ mm}$$

$$d = 800,5 \text{ mm}$$

$$L = 8000 \text{ mm}$$

$$f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$f_y = 350 \text{ MPa}$$

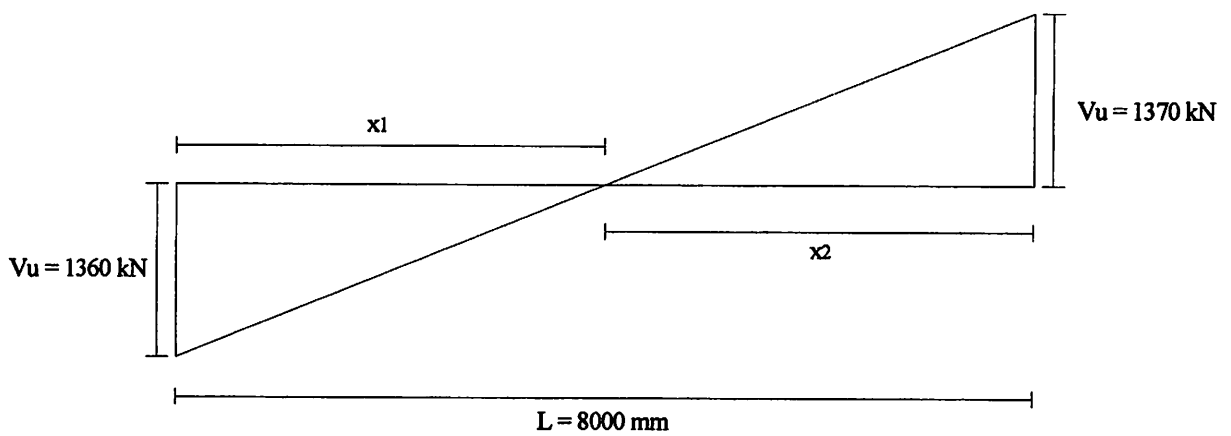
$$\text{diameter sengkang} = \phi 12$$

$$V_c = 1/6 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 1/6 \times \sqrt{30} \times 450 \times 800,5 = 328839 \text{ N} = 328,839 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot V_c = 0.65 \times 328,839 \text{ kN} = 213,745 \text{ kN}$$

$$1/2 \cdot \phi \cdot V_c = 106,873 \text{ kN}$$

Karena $V_u = 1360 \text{ kN} > \phi V_c = 213,745 \text{ kN} \rightarrow$ Perlu tulang geser



$$\frac{1360}{1370} = \frac{x_1}{x_2}$$

$$\frac{1360}{1370} = \frac{x_1}{8000 - x_1}$$

$$1360 \cdot (8000 - x_1) = 1370 \cdot x_1$$

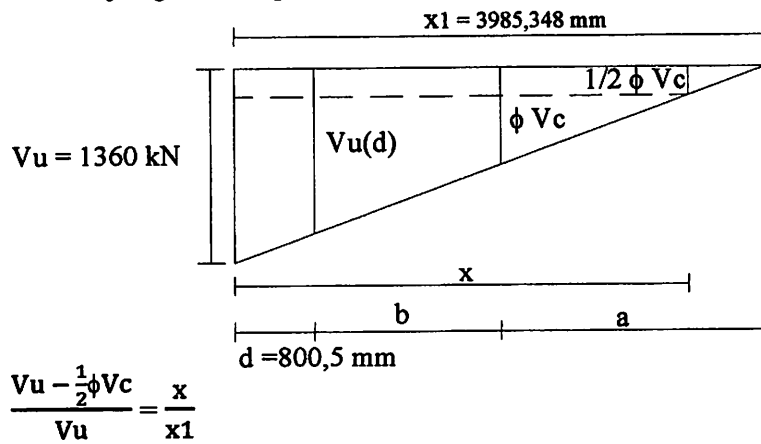
$$1360 \cdot 8000 - 1360 \cdot x_1 = 1370 \cdot x_1$$

$$2730 \cdot x_1 = 10880000$$

$$x_1 = 3985,348 \text{ mm}$$

$$x_2 = 8000 - 3985,348 = 4014,652 \text{ mm}$$

Daerah yang harus dipasang tulangan geser (x) :



$$x = \frac{(1360 - 106,873) \times 3985,348}{1360}$$

$$= 3672,168 \text{ mm}$$

$$\frac{V_u}{x_1} = \frac{\phi V_c}{a}$$

$$a = \frac{3985,348 \times 213,745}{1360} = 626,360 \text{ mm}$$

$$b = x_1 - a - d = 2558,488 \text{ mm}$$

Penulangan Geser pada daerah kritis (daerah sendi plastis) :

Besarnya gaya geser sejauh $d = 800,5 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 V_u(d) &= \frac{x_1 - d}{x_1} \cdot V_u \\
 &= \frac{3985,348 - 800,5}{3985,348} \cdot 1360 = 1086,829 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{S\text{perlu}} &= \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c \\
 &= \frac{1086,829}{0,65} - 328,839 = 1343,206 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal tidak boleh lebih besar dari $V_{S\text{maks}}$:

$$\begin{aligned}
 V_{S\text{maks}} &= 2/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \\
 &= 2/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 450 \cdot 800,5 \\
 &= 1415356 \text{ N} = 1415,356 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_s = 1343,206 \text{ kN} < V_{S\text{maks}} = 1415,356 \text{ kN} \quad (\text{Ok})$$

Dipakai sengkang diameter $\phi 12$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi d^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 = 226,286 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\
 &= \frac{226,286 \cdot 350 \cdot 800,5}{1343206 \text{ N}} = 47,200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Jarak sengkang maksimum :

$$1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 450 \cdot 800,5 = 707678 \text{ N} = 707,678 \text{ kN}$$

Jika : $V_s < 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{2} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{2} d = 400,25 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

$V_s > 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{4} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{4} d = 200,125 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

Karena $V_s = 1343,206 \text{ kN} > 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$, maka : $s_{maks} = 200,125 \text{ mm}$

Tulangan geser minimum :

$$s = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b_w} = \frac{3 \times 226,286 \cdot 350}{450} = 528 \text{ mm}$$

Syarat jarak :

$$s_{maks} = \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 800,5 = 400,25 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang dengan jarak :

Untuk daerah kritis (sejauh b dari muka tumpuan) $\rightarrow \phi 12 - 45$

Untuk diluar daerah kritis dipakai sengkang praktis $\rightarrow \phi 12 - 200$

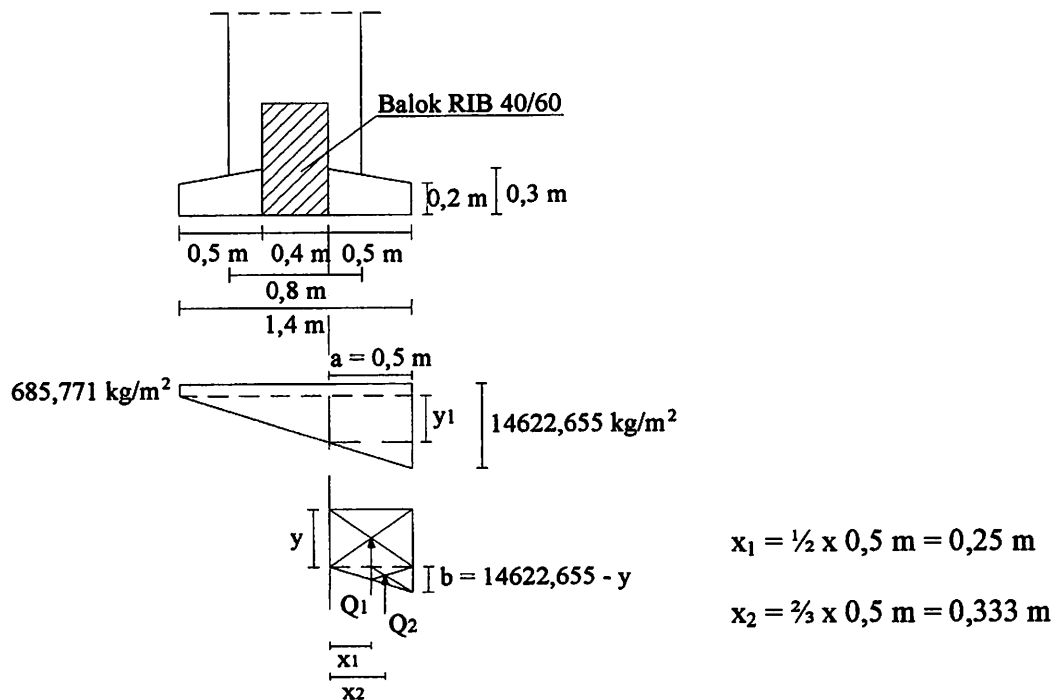
4.2.13. Perhitungan Penulangan Pondasi Telapak Menerus Line E

Data :

- Jumlah reaksi kolom (V) = 170000 kg
- Jumlah momen arah x = 160457,5 kgm

- Jumlah momen arah z = 150348,4 kgm
- Tegangan maksimum, σ_{maks} = 14622,655 kg/m²
- Tegangan minimum, σ_{min} = 685,771 kg/m²
- Lebar pondasi = 1,4 m = 1400 mm
- Lebar pondasi arah memanjang yang ditinjau = 1 m = 1000 mm
- Tebal selimut beton = 75 mm
- Direncanakan diameter tulangan tarik plat = 16 mm
- Direncanakan diameter tulangan tarik balok = 25 mm
- Direncanakan diameter tulangan tekan balok = 25 mm
- Direncanakan diameter tulangan bagi = 10 mm
- Direncanakan diameter tulangan sengkang = 12 mm

4.2.13.1. Penulangan Plat Pondasi



Dari perbandingan segitiga :

$$y_1 / (1,4 - 0,5) = (14622,655 - 685,771) / 1,4$$

$$1,4 \cdot y_1 = (1,4 - 0,5) \times (14622,655 - 685,771)$$

$$y_1 = 0,9 \times 13936,884 / 1,4$$

$$= 8959,425 \text{ kg/m}^2$$

$$y = y_1 + 685,771 \text{ kg/m}^2$$

$$= 8959,425 \text{ kg/m}^2 + 685,771 \text{ kg/m}^2 = 9645,197 \text{ kg/m}^2$$

$$b = 14622,655 - y$$

$$= 14622,655 - 9645,197 = 4977,459 \text{ kg/m}^2$$

Untuk pias 1 m (lebar memanjang arah pondasi yang ditinjau) :

$$Q_1 = a \times y \times 1 \text{ m}$$

$$= 0,5 \text{ m} \times 9645,197 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} = 4822,598 \text{ kg}$$

$$Q_2 = \frac{1}{2} \times a \times b \times 1 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{2} \times 0,5 \text{ m} \times 4977,459 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$$

$$= 1244,365 \text{ kg}$$

$$Mu = Q_1 \cdot x_1 + Q_2 \cdot x_2$$

$$= (4822,598 \times 0,25) \text{ kgm} + (1244,365 \times 0,333) \text{ kgm}$$

$$= 1620,438 \text{ kgm}$$

Dipakai tulangan tarik D16 mm

$$\begin{aligned} h \text{ diambil nilai rata-rata dari nilai } h_{\text{tepi}} \text{ dan } h_{\text{tengah}} &= \frac{0,2 \text{ m} + 0,3 \text{ m}}{2} \\ &= 0,25 \text{ m} = 250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d = h - \text{tebal selimut beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik}$$

$$= (250 - 75 - \frac{1}{2} \times 16) \text{ mm}$$

$$= 167 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal} = M_u / \phi = 1620,438 / 0.8 = 2025,547 \text{ kgm}$$

$$= 20255470 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \frac{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_n}{0.85 \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \right) \\ &= \frac{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167}{350} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20255470}{0.85 \times 30 \times 1000 \times 167^2}} \right) \\ &= 351,624 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As maks} &= 0.75 \times \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \times b \times d \\ &= 0.75 \times \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} \times 1000 \times 167 \\ &= 4898,876 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{As min} = \frac{1.4}{f_y} \times b \times d = \frac{1.4}{350} \times 1000 \times 167 = 668 \text{ mm}^2$$

$$\text{As perlu} = 351,624 \text{ mm}^2 < \text{As maks} = 4898,876 \text{ mm}^2$$

$$< \text{As min} = 668 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulangan tunggal dengan As perlu = 668 mm²

✓ Dipakai tulang tarik D16 – 250 = 804,571 mm² > As = 668 mm² (Ok)

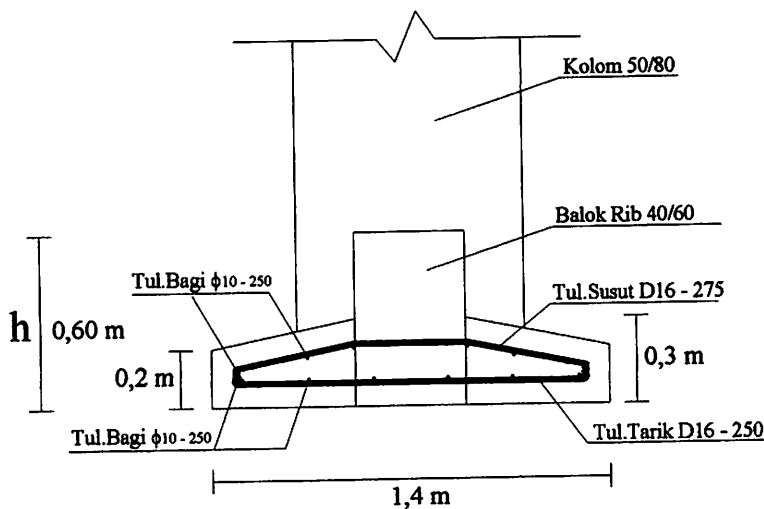
✓ Tulangan bagi = $20\% \times 804,571 \text{ mm}^2 = 160,914 \text{ mm}^2$

Dipakai tulang bagi $\phi 10 - 250 = 314,286 \text{ mm}^2 > A_s = 160,914 \text{ mm}^2$ (Ok)

Untuk mencegah terjadi susut pada pelat pondasi, maka dipasang tulangan susut dengan rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebesar 0,0019 (SNI pasal 9.12.2.1), dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat atau 450 mm (SNI pasal 9.12.2.2) . Maka luas tulangan susut yang diperlukan :

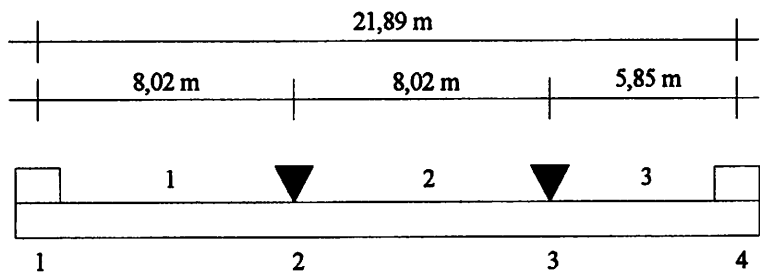
$$\begin{aligned} A_{s_{\text{tul.susut}}} &= 0.0019 \times ((1,4 \times 0,2) + (\frac{0,4 + 1,4}{2} \times 0,1)) \text{ m}^2 \\ &= 0,000703 \text{ m}^2 \\ &= 703 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D16 - 275 = $731,429 \text{ mm}^2 > A_{s_{\text{tul.susut}}} = 703 \text{ mm}^2$ (Ok)



Gambar 4.19. Penulangan pelat satu arah pondasi telapak menerus line E

4.2.13.2. Penulangan Balok Rib Pondasi Line E



$Q_{balok\ 1} = q_{rata - rata\ (tegangan\ yg\ terjadi)} \times B_{pondasi}$

$= 7654,213\ kg/m^2 \times 1,4\ m$

$= 10715,898\ kg/m$

$= 107,15898\ kN/m$

$Q_{balok\ 2} = \text{Berat sendiri pondasi}$

$= \text{Luas pondasi} \times BJ\ \text{Beton}$

$= ((0,4 \cdot 0,6) + (\frac{0,2+0,3}{2} \times 0,5) \times 2)\ m^2 \times 24\ kN/m^3$

$= 11,76\ kN/m$

Dengan menggunakan Staad Pro, di dapat :

Joint	Momen Tumpuan (kNm)	Gaya Vertikal, Fy (kN)	Beam	Momen Lapangan (kNm)
1	488,494	379	1	244,185
2	527,502	398	2	283,567
3	409,730	368	3	97,352
4	195,983	242		

A. Penulangan Tumpuan

a.1. Penulangan Tumpuan 2

$M_u = 527,502\ kNm$

Dipakai tulang tarik D 25

$$\begin{aligned}d &= h - \text{tebal penutup beton} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik} \\&= (600 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 500,5 \text{ mm}\end{aligned}$$

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$h_f > \frac{1}{2} \times b_w = \frac{1}{2} \times 400 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 400 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}\text{Momen nominal} &= M_u / \phi = 527,502 \text{ kNm} / 0.8 \\&= 659,3775 \text{ kNm} = 659,3775 \times 10^6 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

Digunakan tulang rangkap, maka :

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

(Winter, George, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, PT Pradnya Paramita, Bandung, 1993., Hal 122)

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0.85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\&= \frac{0.85 \times 30 \times 0.85}{350} \times \frac{600}{600 + 350} \\&= 0,03911\end{aligned}$$

Direncanakan tulang tarik 9D25

$$A_s = 9 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 4419,643 \text{ mm}^2$$

Direncanakan tulang tekan 4D25

$$A_s' = 4 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 1964,286 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Tumpuan

- Tulang tarik

$$A_{s \text{ bagi plat}} = 6 \text{ D10} = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ balok} = 9 \text{ D25} = 4419,643 \text{ mm}^2$$

- Tulang tekan

$$A_s' = 4 \text{ D25} = 1964,286 \text{ mm}^2$$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10) \text{ mm} = 96 \text{ mm}$$

$$y_2 = (75 + (16-12) + 12 + \frac{1}{2} \cdot 2) \text{ mm} = 103,5 \text{ mm}$$

$$y_3 = (75 + (16-12) + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 165,5 \text{ mm}$$

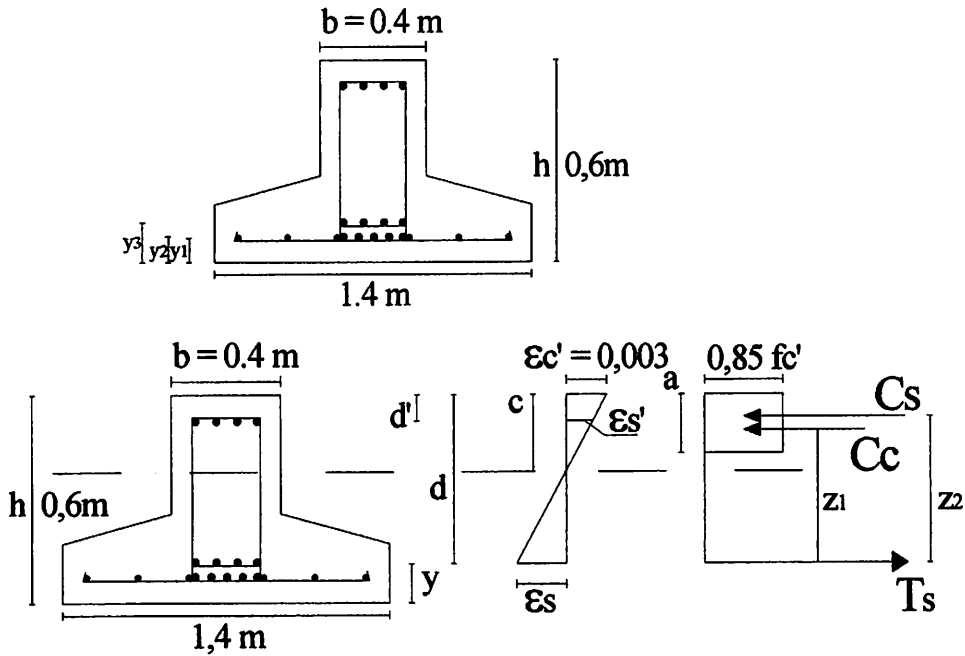
$$A_1 = 6 \text{ D10} = 6 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2 = 471,429 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 5 \times A_s \text{ tul.} = 5 \times 491,0714 = 2455,357 \text{ mm}^2$$

$$A_3 = 4 \times A_s \text{ tul.} = 4 \times 491,0714 = 1964,286 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1.y_1 + A_2.y_2 + A_3.y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = 127,68 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 600 - 127,68 = 472,32 \text{ mm}$$



$$d' = 75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 99,50 \text{ mm}$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d} = \frac{1964,286}{400 \cdot 472,32} = 0,01040$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,01040 = 0,03973$$

$$AS_{maks} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,03973 \cdot 400 \cdot 472,32 = 7506,45 \text{ mm}^2$$

$$AS_{ada} = AS_{bagi \text{ plat}} + AS + AS' = 6855,36 \text{ mm}^2$$

$$AS_{ada} = 6855,36 \text{ mm}^2 < AS_{maks} = 7506,45 \text{ mm}^2 \quad (\text{Ok})$$

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{2f_y} \times b_w \times d = \frac{\sqrt{30}}{2 \times 350} \times 400 \times 472,32 = 1478,30 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4f_y} \times b_{ef} \times d = \frac{\sqrt{30}}{4 \times 350} \times 1400 \times 472,32 = 2587,02 \text{ mm}^2$$

$A_{s \min}$ diambil nilai yang terkecil, yaitu 1478,30 mm²

$$A_{s \min} < A_s < A_{s \max} \rightarrow 1478,30 \text{ mm}^2 < 6855,36 \text{ mm}^2 < 7506,45 \text{ mm}^2$$

$$\Sigma H = 0$$

$$C_c + C_s - T_s = 0$$

$$T_s = C_c + C_s$$

$$A_s \cdot f_y = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b + A_s' \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y - A_s' \cdot f_y$$

$$a = \frac{(A_s - A_s') \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} = \frac{((471,429 + 4419,643) - 1964,286) \cdot 350}{0,85 \cdot 30 \cdot 400} = 100,429 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 100,429 / 0,85 = 118,152 \text{ mm}$$

$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = 0,85 \cdot 30 \cdot 100,429 \cdot 400 = 1024375 \text{ N}$$

$$C_s = A_s' \cdot f_y = 687500 \text{ N}$$

$$T_s = A_s \cdot f_y = 1711875 \text{ N}$$

$$Mn_1 = (As - As') \cdot fy \cdot (d - a/2)$$

$$= ((471,429 + 4419,643) - 1964,286) \cdot 350 \cdot (472,32 - 100,429/2)$$

$$= 432397735,2 \text{ Nmm}$$

$$Mn_2 = As' \cdot fy \cdot (d - d')$$

$$= 1964,286 \cdot 350 \cdot (472,32 - 99,5)$$

$$= 256316014 \text{ Nmm}$$

$$Mn = Mn_1 + Mn_2$$

$$= 432397735,2 + 256316014$$

$$= 688713749,2 \text{ Nmm}$$

$$M_R = \phi \cdot Mn = 0,8 \cdot 688713749,2 = 550970999,4 \text{ Nmm}$$

$$= 550,9709994 \text{ kNm}$$

$$M_R = 550,9709994 \text{ kNm} > M_u = 527,502 \text{ kNm} \quad (\text{Ok})$$

B. Penulangan Lapangan

b.1. Penulangan Lapangan 2

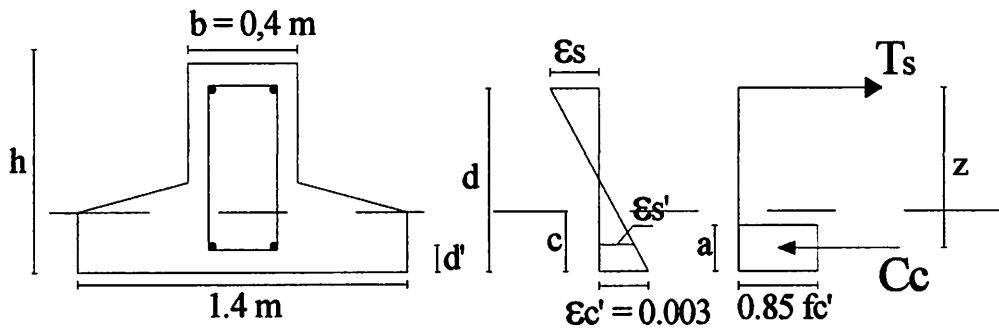
Karena flens menerima tegangan tekan, maka dihitung sebagai balok T

Syarat balok T yang mempunyai flens tunggal :

$$hf > \frac{1}{2} \times bw = \frac{1}{2} \times 400 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

$$b_{ef} < 4 \times b_w = 4 \times 400 \text{ mm} = 1600 \text{ mm} > B = 1400 \text{ mm}$$

Dipakai nilai terkecil : $b_{ef} = 1400 \text{ mm}$



Dipakai tulang tarik D 25

$d = h - \text{tebal penutup beton} - \text{diameter sengkang} - \frac{1}{2} \times \text{diameter tulang tarik}$

$$= (600 - 75 - 12 - \frac{1}{2} \times 25) \text{ mm} = 500,5 \text{ mm}$$

$$M_u = 283,567 \text{ kNm}$$

Misalkan seluruh flens tertekan ($a = h_f = h_{\text{tepi}}$) :

$$M_R = \phi (0,85 \cdot f_c') b \cdot h_f (d - \frac{1}{2} \cdot h_f)$$

$$= 0,8 (0,85 \times 30) 1400 \times 200 (500,5 - \frac{1}{2} \times 200)$$

$$= 2287656000 \text{ Nmm} = 2287,656 \text{ kNm}$$

$$M_R = 2287,656 \text{ kNm} > M_u = 283,567 \text{ kNm}$$

→ maka $a < h_{\text{tepi}}$ dan perhitungan seperti balok persegi dengan lebar $(b) = b_{ef}$

$$= 1400 \text{ mm}$$

$$\text{Momen nominal} = M_u / \phi = 283,567 / 0,8 = 354,45875 \text{ kNm}$$

$$= 354458750 \text{ Nmm}$$

Direncanakan tulang tarik 6D25

$$A_s = 6 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 2946,429 \text{ mm}^2$$

- Direncanakan tulang tekan 2D25

$$A_s' = 2 \times \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 = 982,143 \text{ mm}^2$$

Kontrol Momen Lapangan

- Tulang tarik

$$A_s = 6 \text{ D25} = 2946,429 \text{ mm}^2$$

- Tulang tekan

$$A_s' = 2 \text{ D25} = 982,143 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ bagi plat}} = 4 \text{ D10} = 471,429 \text{ mm}^2$$

Mencari nilai y dan d :

$$y_1 = (75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 99,5 \text{ mm}$$

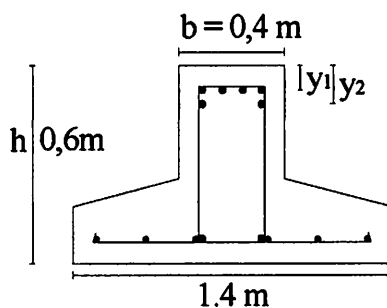
$$y_2 = (75 + (2 \cdot 12) + 25 + 25 + \frac{1}{2} \cdot 25) \text{ mm} = 161,5 \text{ mm}$$

$$A_1 = 4 \times A_{s \text{ tul.}} = 4 \times 491,0714 = 1964,286 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 2 \times A_{s \text{ tul.}} = 2 \times 491,0714 = 982,143 \text{ mm}^2$$

$$y = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2}{A_1 + A_2} = 120,17 \text{ mm}$$

$$d = h - y = 600 - 120,17 = 479,83 \text{ mm}$$



$$d' = 75 + 12 + \frac{1}{2} \cdot 25 = 99,5 \text{ mm}$$

$$d'' = 75 + 16 + \frac{1}{2} \cdot 10 = 96$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d} = \frac{(982,143 + 471,429)}{400 \cdot 479,83} = 0,002164$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$$

$$= 0,75 \cdot 0,03911 + 0,002164 = 0,031498$$

$$As_{maks} = \rho_{maks} \cdot b \cdot d = 0,031498 \cdot 1400 \cdot 479,83 = 21159,569 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = \frac{1,4}{f_y} \times b \times d = \frac{1,4}{350} \times 1400 \times 479,83 = 2687,067 \text{ mm}^2$$

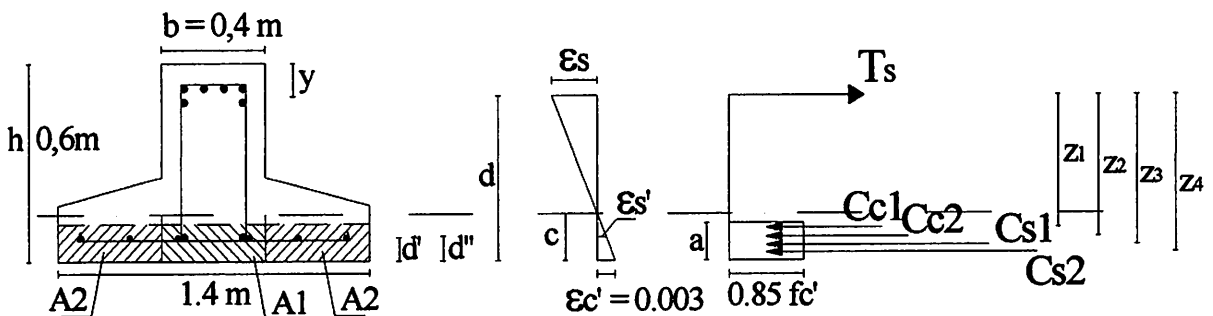
$$As = 6D25 = 2946,429 \text{ mm}^2 > As_{min} = 2687,067 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$As_{ada} = As + As' + As_{bagi \text{ plat}} = 4400 \text{ mm}^2$$

$$As_{ada} = 4400 \text{ mm}^2 < As_{maks} = 21159,569 \text{ mm}^2 \text{ (Ok)}$$

$$As_{min} < As_{ada} < As_{maks} \rightarrow 2687,067 \text{ mm}^2 < 4400 \text{ mm}^2 < 21159,569 \text{ mm}^2$$

Karena $a < h_{tepi}$, maka perhitungan garis netral dicari dengan persamaan :



$$\Sigma H = 0$$

$$Cc_1 + Cc_2 + Cs_1 + Cs_2 - Ts = 0$$

$$A_1 = a \cdot bw$$

$$A_2 = a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - bw))$$

$$Cc_1 = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bw$$

$$Cc_2 = 0,85 \cdot f_c' \cdot (2 \cdot (a \cdot (1/2 \cdot (b_{ef} - bw)))) = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (b_{ef} - bw)$$

$$Cs_1 = As_1' \cdot f_s' = As_1' \cdot f_y$$

$$Cs_2 = As_2' \cdot f_s' = As_2' \cdot f_y$$

$$Cc_1 + Cc_2 + Cs_1 + Cs_2 - Ts = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot bw + 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (b_{ef} - bw) + As_1' \cdot f_y + As_2' \cdot f_y - As \cdot f_y = 0$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot (bw + (b_{ef} - bw)) = As \cdot f_y - As_1' \cdot f_y - As_2' \cdot f_y$$

$$0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b_{ef} = (As - As_1' - As_2') \cdot f_y$$

$$a = \frac{(As - As_1' - As_2') \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b_{ef}} = 14,636 \text{ mm}$$

Karena $a < \text{selimut beton} = 75 \text{ mm}$, maka :

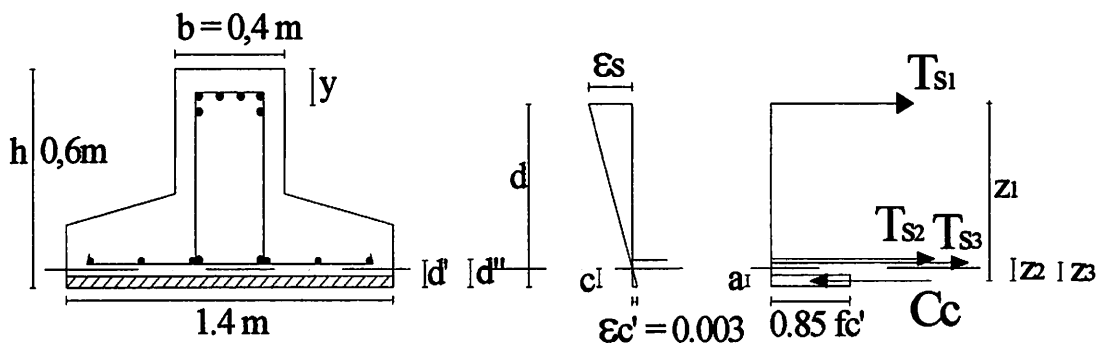
$$Cc = Ts_1 + Ts_2 + Ts_3$$

$$a = A_s \cdot f_y / (0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot e_f)$$

$$= (2964,429 + 982,143 + 471,429) \cdot 350 / (0,85 \cdot 30 \cdot 1400)$$

$$= 43,137 \text{ mm}$$

$$c = a / \beta_1 = 50,749 \text{ mm}$$



$$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b \cdot e_f = 1540000 \text{ N}$$

$$T_{s1} = A_s \cdot f_y = 2964,429 \cdot 350 = 1031250 \text{ N}$$

$$T_{s2} = A_{s'} \cdot f_y = 982,143 \cdot 350 = 343750 \text{ N}$$

$$T_{s3} = A_{s_{\text{bagi plat}}} \cdot f_y = 471,429 \cdot 350 = 165000 \text{ N}$$

$$Z_1 = d - (a/2) = 458,265 \text{ mm}$$

$$Z_2 = d' - a/2 = 75,931 \text{ mm}$$

$$Z_3 = d'' - a/2 = 74,431 \text{ mm}$$

$$M_{n1} = T_{s1} \cdot Z_1 = 472585477,9 \text{ Nmm}$$

$$Mn_2 = Ts_2 \cdot Z_2 = 26101409,3 \text{ Nmm}$$

$$Mn_3 = Ts_3 \cdot Z_3 = 25585784,4 \text{ Nmm}$$

$$Mn = Mn_1 + Mn_2 + Mn_3 = 524272671,6 \text{ Nmm}$$

$$M_R = 0,8 \cdot Mn = 419,418 \text{ kNm} > Mu = 283,567 \text{ kNm} \quad (\text{Ok})$$

C. Penulangan Geser

c.1. Penulangan Geser Tumpuan 2

$$Vu = 398 \text{ kN}$$

$$b = 400 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$d = 500,5 \text{ mm}$$

$$L = 8020 \text{ mm}$$

$$fc' = 30 \text{ MPa}$$

$$fy = 350 \text{ MPa}$$

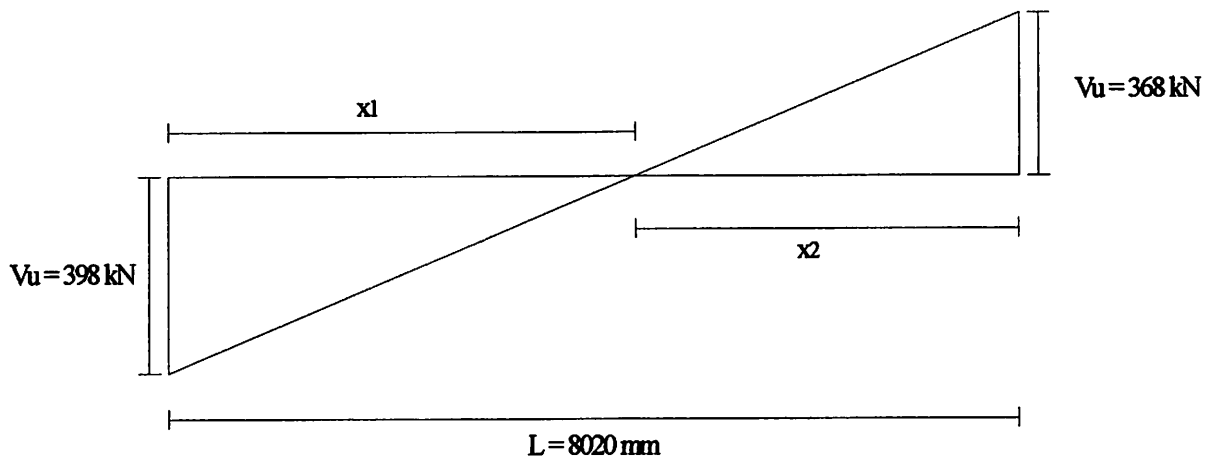
$$\text{diameter sengkang} = \phi 12$$

$$Vc = 1/6 \cdot \sqrt{fc'} \cdot bw \cdot d = 1/6 \times \sqrt{30} \times 400 \times 500,5 = 182757 \text{ N} = 182,757 \text{ kN}$$

$$\phi \cdot Vc = 0.65 \times 182,757 \text{ kN} = 137,068 \text{ kN}$$

$$1/2 \cdot \phi \cdot V_c = 68,534 \text{ kN}$$

Karena $V_u = 398 \text{ kN} > \phi V_c = 137,068 \text{ kN} \rightarrow$ Perlu tulang geser



$$\frac{398}{368} = \frac{x_1}{x_2}$$

$$\frac{398}{368} = \frac{x_1}{8020 - x_1}$$

$$398 \cdot (8020 - x_1) = 368 \cdot x_1$$

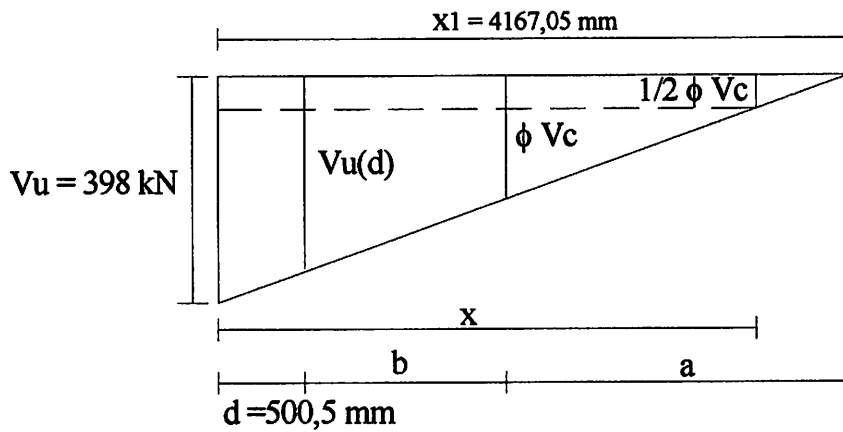
$$398 \cdot 8020 - 398 \cdot x_1 = 368 \cdot x_1$$

$$766 \cdot x_1 = 3191960$$

$$x_1 = 4167,05 \text{ mm}$$

$$x_2 = 8020 - 4167,05 = 3852,95 \text{ mm}$$

Daerah yang harus dipasang tulangan geser (x) :



$$\frac{V_u - \frac{1}{2} \phi V_c}{V_u} = \frac{x}{x_1}$$

$$x = \frac{(398 - 68,534) \times 4167,05}{398}$$

$$= 3449,503 \text{ mm}$$

$$\frac{V_u}{x_1} = \frac{\phi V_c}{a}$$

$$a = \frac{4167,05 \times 137,068}{398} = 1435,094 \text{ mm}$$

$$b = x_1 - a - d = 2231,456 \text{ mm}$$

Penulangan Geser pada daerah kritis (daerah sendi plastis) :

Besarnya gaya geser sejauh $d = 500,5 \text{ mm}$

$$V_u(d) = \frac{x_1 - d}{x_1} \cdot V_u$$

$$= \frac{4167,05 - 500,5}{4167,05} \cdot 398 = 350,197 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} V_{S_{\text{perlu}}} &= \frac{V_u(d)}{\phi} - V_c \\ &= \frac{350,197}{0,65} - 182,757 \\ &= 284,172 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kontrol kuat geser nominal tidak boleh lebih besar dari $V_{S_{\text{maks}}}$:

$$\begin{aligned} V_{S_{\text{maks}}} &= 2/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \\ &= 2/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 400 \cdot 500,5 \\ &= 731027 \text{ N} = 731,027 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$V_s = 284,172 \text{ kN} < V_{S_{\text{maks}}} 731,027 \text{ kN} \quad (\text{Ok})$$

Dipakai sengkang diameter $\phi 12$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \pi d^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 = 226,286 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} S_{\text{perlu}} &= \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} \\ &= \frac{226,286 \cdot 350 \cdot 500,5}{284172 \text{ N}} = 139,492 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak sengkang maksimum :

$$1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d = 1/3 \cdot \sqrt{30} \cdot 400 \cdot 500,5 = 365514 \text{ N} = 365,514 \text{ kN}$$

Jika : $V_s < 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{2} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{2} d = 250,25 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

$V_s > 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d \rightarrow$ diambil nilai terkecil dari $\frac{1}{4} d$ dan 600 mm

$$\frac{1}{4} d = 125,125 \text{ mm atau } 600 \text{ mm}$$

Karena $V_s = 441,514 \text{ kN} < 1/3\sqrt{f_c'} \cdot b_w \cdot d$, maka : $s_{maks} = 250,25 \text{ mm}$

Tulangan geser minimum :

$$s = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b_w} = \frac{3 \times 226,286 \cdot 350}{400} = 594 \text{ mm}$$

Syarat jarak :

$$s_{maks} = \frac{1}{2} \cdot d = \frac{1}{2} \cdot 500,5 = 250,25 \text{ mm}$$

Jadi, dipakai sengkang dengan jarak :

Untuk daerah kritis (sejauh b dari muka tumpuan) $\rightarrow \phi 12 - 120$

Untuk diluar daerah kritis dipakai sengkang praktis $\rightarrow \phi 12 - 200$

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan pada Bab IV, dapat disimpulkan bahwa :

1. Tegangan yang terjadi akibat bangunan lebih kecil dari tegangan pada tanah (σ_{tanah}). Ini berarti pondasi telapak menerus memenuhi untuk digunakan sebagai alternatif pengganti pondasi yang ada di lapangan. Sebagai contoh pada pondasi telapak menerus line B, $\sigma_{\text{terjadi}} = 40205,305 \text{ kg/m}^2 < \sigma_{\text{tanah}} = 74670 \text{ kg/m}^2$.
2. Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pondasi telapak menerus, terdapat dua tipe pondasi yang masing – masing tipe didasarkan pada tegangan yang terjadi, yaitu :
 - Tipe I : Penulangan pelat satu arah pada line B dan line D membutuhkan tulangan tarik D16 – 200, tulangan susut D16 – 275, dan tulangan bagi $\phi 10$ – 250. Penulangan balok rib line B pada tumpuan 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 adalah tulangan tarik = 21D25, 20D25, 18D25, dan 15D25, tulangan tekan = 11D25, 12D25, 10D25, dan 6D25, pada lapangan adalah tulangan tarik = 9D25, tulangan tekan = 3D25, tulangan geser $\phi 12$ – 45 dan $\phi 12$ – 50. Penulangan balok rib line D pada tumpuan 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 adalah tulangan tarik = 17D25, 16D25, 14D25, dan 8D25, pada lapangan adalah

tulangan tarik = 9D25, tulangan tekan = 2D25, tulangan geser $\phi 12 - 50$, $\phi 12 - 55$, dan $\phi 12 - 90$.

- Tipe II : Penulangan pelat satu arah pada line E membutuhkan tulangan tarik D16 – 250, tulangan susut D16 – 275, dan tulangan bagi $\phi 10 - 250$. Penulangan balok rib line E pada tumpuan 1, 2, 3, dan 4 adalah tulangan tarik = 9D25, 8D25, 7D25, dan 4D25, tulangan tekan = 4D25, dan 3D25, pada lapangan adalah tulangan tarik = 6D25, tulangan tekan = 2D25, tulangan geser $\phi 12 - 120$, $\phi 12 - 150$, dan $\phi 12 - 200$.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diuraikan sebagai dasar pertimbangan dalam merencanakan struktur pondasi antara lain sebagai berikut :

- 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.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2011, *Data Tanah dan Data Gambar dari Proyek Pembangunan Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang*.
- Anonim, 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG)*.
- Anonim, SNI 03 - 2847 - 2002 tentang *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Surabaya: itspress.
- Anonim, SNI 03 - 1726 - 2002 tentang *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung*.
- Bowles, J.E., Pantur Silaban, 1992, *Analisa dan Desain Pondasi, jilid 1*, Jakarta: Erlangga.
- Daryanto., 1996, *Mekanika Bangunan*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Das, Braja M., 1990, *Principles of Foundation Engineering second edition*, Boston: PWS-Kent Publishing Company.
- Hardiyatmo,H.C,. 2011, *Analisa dan Perancangan Fondasi I edisi kedua* , Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Nakazawa, Kazuto, Suyono Sosrodarsono., 2000, *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*, Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Nawy, Edward G., Bambang Suryoatmono, 2010, *Beton Bertulang Edisi Kelima*, Surabaya: ITSpress.
- Schodek, Daniel L., Bambang Suryoatmono, 1999, *Struktur Edisi Kedua*, Jakarta: Erlangga.
- Winter, George, Tim penerjemah dan editor ITB, 1993, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, Bandung: PT Pradnya Paramita.

LAMPIRAN



FORM REVISI / PERBAIKAN

BIDANG Geoteknik

Nama

Baig Juska

NIM

Hari tanggal

Kamis, 14-4-2012

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

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,

22-5-2012

Dosen Pembahas

(.....)

Malang,

14-4-

2012

Dosen Pembahas

(.....)



FORM REVISI / PERBAIKAN
BIDANG Geoteknik

Nama BAIQ JUSIKA SHARON F

NIM 0721029

Hari/tanggal Ramis / 12-02-2012

Perbaikan materi Seminar Hasil Tugas Akhir meliputi:

Betulkan spt sesuai dalam catatan.

(Large handwritten mark, possibly a stylized 'S' or a large checkmark, indicating a revision or approval.)

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, 12-02-2012
Dosen Pembahas

(Signature)

Malang, 24-05-2012
Dosen Pembahas

(Signature)



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 : Baiq Jusika Saron F.
Nim : 07.21.029
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto., MT
Judul : Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
1	19/11	- Bab I & II cumatigi lagi - Bab III - pembebanan → plat lantai ok. - balok → metode omplap? perataan beban? - an. struk dg. STAAD → input data beban plat. vs. metode omplap? - cek beban sesuai arahan - beban gempa → statik ekuivalen	
2	19/12	- Bab III - analisa pembebanan — ok - analisa struktur dg. program STAAD — ok. - hasil di lampirkan saja - Bab IV - perjelas konversi dan data yg. dipakai - kedalaman pondasi ⊖ - lebar pondasi B → coba 1,2 m - penurunan — ok.	
3	21/12	- Bab IV - daya dukung pondasi — ok - lanjutkan penulisan	



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 : Baiq Jusika Saron F.
Nim : 07.21.029
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing I : Ir. Eding Iskak Imananto., MT
Judul : Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
4	09' 01/12	- perbaiki globalok reb. satuannya KN/m^2 cek perhitungan cek lagi daya dukung $\alpha \rightarrow$ lumpur	
5	10' 01/12	- α (lumpur), $\phi \cong 0$ $q_u = c_u N_c + \dots + 0$ - cek MR tumpuan tul. terpasang sengkas pakai spiral (mm) . - gbr.	
6	26' 01/12	- cek MR - ok - cek V_s tul. sengkas, jarak x - gbr pelat sempurnakan	
7	01' 02/12	- gbr ² balok bingkai tulangan	
9	12' 03/12	- gbr ² . Ace skripsi ok Siapkan 7. 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 : Baiq Jusika Saron F.
Nim : 07.21.029
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing II : Ir. Bambang Wedyantadji., MT
Judul : Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
1	14-11-2011	Data perenc. yg lengkap Buat abn Denah & petanga - 9 dimensi yg sama jadi kan satu	
2	30-11-2011	lengkap s/d Bntai data.	
3	9-12-2011	lengkap s/d abn Bid M	
4	12-12-2011	Coba hit pondasi bag Telapak	
5	7-1-2012	Perhit daya dukung Celk lengkap	
6	16-1-2012	Perhit daya dukung pondasi Tepi	
7	19-1-2012	Coba dulu design Balok Kegsel nyc	
8	8-2-2012	lengkap ke pondasi	
9	18-2-12	Tul. geser sempurna Buat hit. lengkap & bentang lengkap dg abn Tul.	
10	28-2-2012	Hitung semua pondasi dg Cara yg sama ke no 11.	

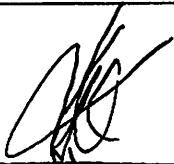


INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

JL. Bend. Sigura-gura No. 2
MALANG

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Baiq Jusika Saron F.
Nim : 07.21.029
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Dosen Pembimbing II : Ir. Bambang Wedyantadji., MT
Judul : Studi Perencanaan Pondasi Telapak Menerus pada Pembangunan Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang

NO	TANGGAL	URAIAN	TANDA TANGAN
11	07.3.2012	Buat-Kesimpulan - A - Abstraksi	
12	10-3-2012	dan 7 mahu sempena Hasil:	



Alhamdulillah yaa ALLAH,,akhirnya selesai juga skripsi ini... (^_^)....

Thankz ALLAH,,atas Rahmat dan Hidayahmu,,saya bisa menyelesaikan skripsi ini..Alhamdulillah Alhamdulillah Alhamdulillah yaa ALLAH....

Special Thankz for my GrandParents...Mamaq cantik yang selalu mensupport Aron baik morill maupun materill, yang selalu mendo'akan Aron disetiap sholat & do'anya, yang selalu bilang "jangan mau kalah sama orang,,setiap masalah pasti ada jalan..!"..Thankz mom.. (^_^) ... Mamiq gagah yang selalu mensupport Aron baik morill maupun materill, yang selalu telfon bilang "masih ada sangunya,??", "Kapan pulang,??", "Gimana kuliahnya,??", "Jadi wisuda kapan,??".. hmmm,,akhirnya Aron wisuda juga nih miq,,hehehe..Thankz dad.. (^_^)...

Buat adek-adek kk Aron yang gagah-gagah,,yang rajin sekolah & belajarnya yaa... Sekolah itu mahal,,Alhamdulillah kita bisa sekolah,,jd jangan di sia_siaakan yaa sayang... kalian berdua inspirasi kk Aron buat cepet selesain kuliah,, (^_^)...

Buat semua keluarga besar saya,,Niniq Tuan,,Niniq Ucih,,Miq Tuan,,Mamaq ida,,Miq Kake Adi,,Ibu Nas,,bi Eni,,paman Upi,,paman Amin (Alm.), bi Mini, Paman MaktaL,,bi Adah,,bi Efi,,yudik,,dek vian,,dek nini,,dek Ari,,dek ozy,,dek Iky,,dek Alan,,dek Indra,,dek Nia,,yang udah mensupport saya,,baik morill maupun materill,,makasii banyak nggih... (^_^) ... Buat keluarga di Malang,,makasii banyak udah menerima Aron menjadi bagian dari keluar kecil di Malang selama 5 tahun ini,,makasii banyak buat kehangatan keluarga yang Aron rasain selama ini,,Aron minta Maaf nggih klo Aron banyak ngerepotin & ada salah selama 5 tahun ini... (^_^)....

Buat Ayank 'tompel',,hiiii (^_^),pacarkuu tercinta...makasii yaa sayang dah mau nungguin saya menuntut ilmu di perantauan,,makasii buat supportnya selama ini,,yang udah sabar dengerin keluh kesah saya,,sabar ngadepin sikap manja saya (ndak sering-sering banget tapi kan,,hehehee...),selalu semangat buat ngerjain skripsi...Makasii sayang buat "Rasa" ini...Luv u Atyak... (^_^)....





Buat anak-anak d'JOGANKZZZ (SeLly,Ozan,Hafgan,Edo,Anta,Jefry,Ryan),
Thankz a Lot my Brotha & Sizta...ndak kan terlupakan kenangan – kenangan kita
selama 5 tahun ini,,gila – gila'an bareng,,nongkrong bareng,,touring bareng,,kerja tugaz
bareng ampe begadang-begadang ndak jelaz,,masak-masak bareng (jadi inget ma
Dede,,makasi yaa udah dimasakin sayur daun singkong, ikan asap + sambel colo-
colonya,,hehehe..),buka puasa bareng,,nonton bareng,,banyak deh pokoknya..hehehe..
(^_^).. keep contact yaa guys,, Buat anak-anak CIVIL 07,,thankz a Lot yaa mas & mbk
bro buat kenangan,,support,,dan bantuannya selama ini...Buat Achim 07,,makasii yaa
mas bro buat designnya,,good looking lho..hehee...Buat Adit 08,,makasii yaa bantuannya
ngerjain staad & ilmu-ilmu barunya,,hehehe... Buat Sizta_siztakuu yang cantik,,Meri &
Putu,,thankz yaa sizt buat persahabatan kita yang lebih dari 11 taun ni,,thankz buat
supportnya selama ini,, semoga semua berlanjut ampe kita jadi nenek_nenek n bau tanah
yaa,,hiihiii, .. (^_^) ..

Thankz buat bapak & ibu Dosen yang udah mendidik dan membimbing saya
selama ini.. (^_^) ... Buat semua temen-temen dan semua pihak yang udah bantuin yang
ndak bisa saya sebutin satu persatu,,makasii banyak yaa..... (^_^) ...

Terakhir.....

"Jangan berat untuk TERSENYUM,,,karna kita tak pernah tau berapa banyak Senyum
itu membawa kebahagiaan dan kesenangan untuk yang melihat...tak pernah tau berapa
hati yang akan terpicat dengan Senyum itu...dan Senyum itu Ibadah lho..."

..... v(^_^)v



LAMPIRAN 1

1. Data Sondir (dari proyek).
2. Gambar Denah bangunan gedung parker RSUD Saiful Anwar Malang (dari proyek).
3. Gambar potongan bangunan gedung parker RSUD Saiful Anwar Malang (dari proyek).



DATA HASIL SONDIR



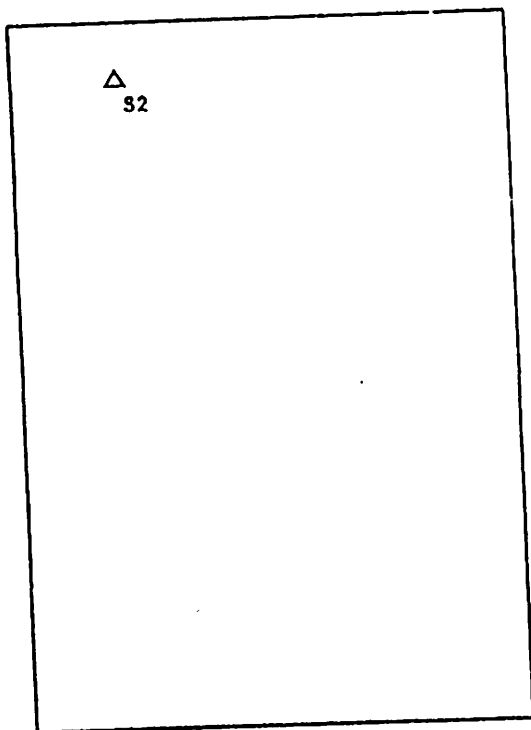
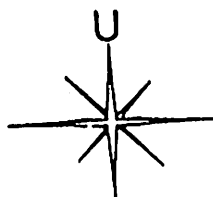
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

DENAH LOKASI PENYONDIRAN



△
S2

△
S1

△
S3



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang

Tanggal : 27 September 2011

Permintaan :

No. Titik : S1

PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)

Kedalaman	Penetrasi Konus (PK)	Jumlah Penetrasi (JP)	Hambatan Lekat HL = JP · PK	HL x (20/10)	JHL	Friction ratio
(meter)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)
0.00	0	0	0	0	0	0.00
0.20	25	50	25	50	50	10.00
0.40	35	55	20	40	90	5.71
0.60	40	60	20	40	130	5.00
0.80	35	55	20	40	170	5.71
1.00	35	60	25	50	220	7.14
1.20	40	95	55	110	330	13.75
1.40	50	100	50	100	430	10.00
1.60	55	100	45	90	520	8.18
1.80	60	105	45	90	610	7.50
2.00	55	100	45	90	700	8.18
2.20	60	110	50	100	800	8.33
2.40	65	120	55	110	910	8.46
2.60	60	115	55	110	1020	9.17
2.80	55	110	55	110	1130	10.00
3.00	65	120	55	110	1240	8.46
3.20	60	115	65	110	1350	9.17
3.40	65	120	55	110	1460	8.46
3.60	70	170	100	200	1660	14.29
3.80	50	80	30	60	1720	6.00
4.00	70	120	50	100	1820	7.14
4.20	80	160	80	160	1980	10.00
4.40	85	175	90	180	2160	10.59
4.60	90	180	90	180	2340	10.00
4.80	200	250	50	100	2440	2.50
5.00	250					
5.20						
5.40						
5.60						
5.80						
6.00						
6.20						
6.40						
6.60						
6.80						
7.00						
7.20						
7.40						
7.60						
7.80						



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

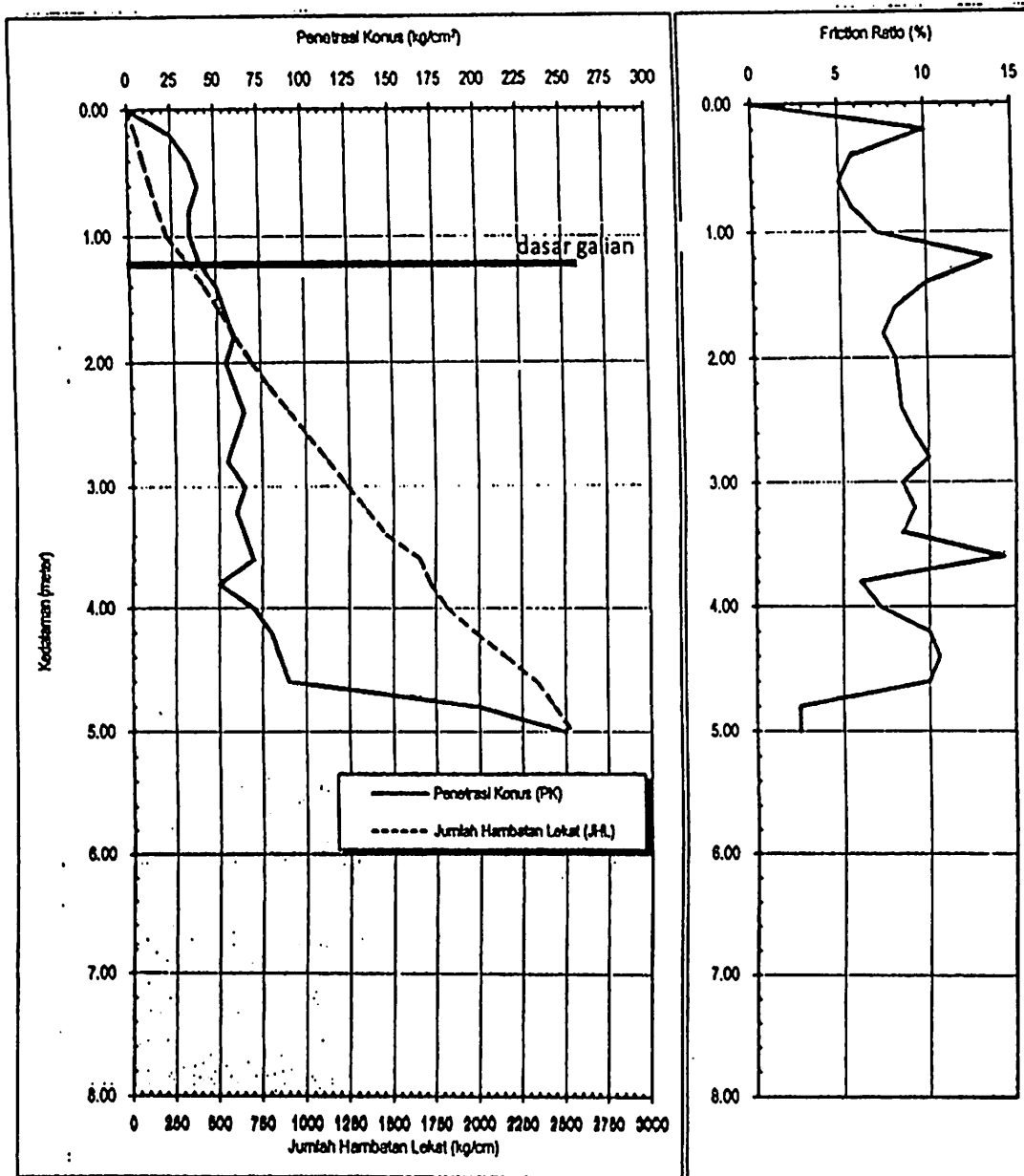
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang
Permintaan :

Tanggal : 27 September 2011
No. Titik : S1

PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang

Tanggal : 27 September 2011

Permintaan :

No. Titik : S2

PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)

Kedalaman	Penetrasi Konus (PK)	Jumlah Penetrasi (JP)	Hambatan Lekat $HL = JP - PK$	$HL \times (20/10)$	JHL	Friction ratio
(meter)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)
0.00	0	0	0	0	0	0.00
0.20	20	45	25	50	50	12.50
0.40	30	50	20	40	90	6.67
0.60	35	55	20	40	130	5.71
0.80	40	60	20	40	170	5.00
1.00	45	70	25	50	220	5.56
1.20	35	65	20	40	260	6.71
1.40	50	75	25	50	310	5.00
1.60	55	80	25	50	360	4.55
1.80	65	110	45	90	450	6.92
2.00	60	105	45	90	540	7.60
2.20	50	100	50	100	640	10.00
2.40	65	120	55	110	750	8.46
2.60	60	110	50	100	850	8.33
2.80	50	90	40	80	930	8.00
3.00	60	110	50	100	1030	8.33
3.20	70	120	50	100	1130	7.14
3.40	75	130	55	110	1240	7.33
3.60	60	150	90	180	1420	15.00
3.80	65	155	90	180	1600	13.85
4.00	80	160	80	160	1760	10.00
4.20	85	165	80	160	1920	9.41
4.40	90	190	100	200	2120	11.11
4.60	200	250	50	100	2220	2.50
4.80	250					
5.00						
5.20						
5.40						
5.60						
5.80						
6.00						
6.20						
6.40						
6.60						
6.80						
7.00						
7.20						
7.40						
7.60						
7.80						



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

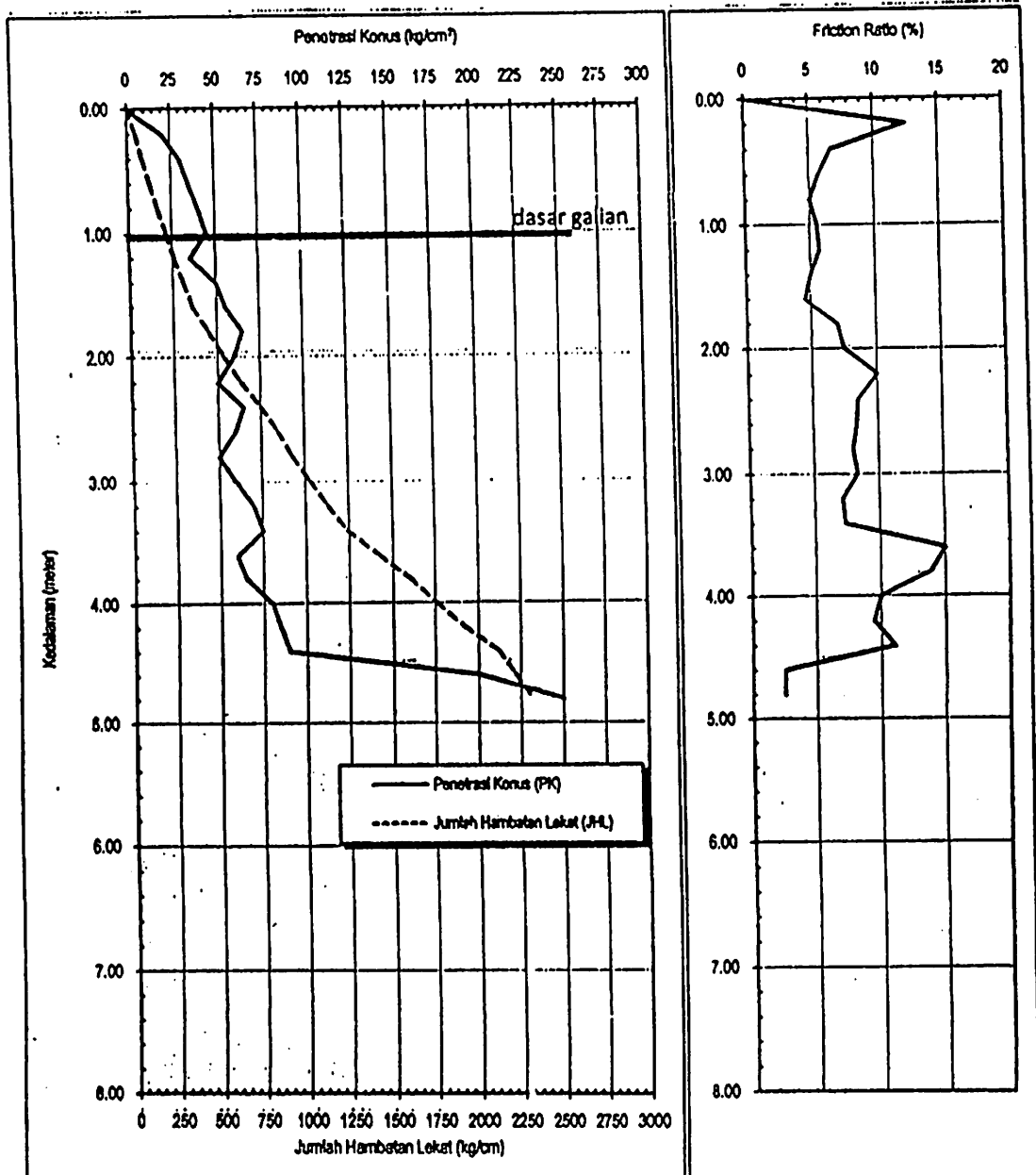
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang
Permintaan :

Tanggal : 27 September 2011
No. Titik : S2

PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)





LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSU Saiful Anwar Malang
Permintaan :

Tanggal : 27 September 2011
No. Titik : S3

PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)

Kedalaman	Penetrasi Konus (PK)	Jumlah Penetrasi (JP)	Hambatan Lokat $HL = JP \cdot PK$	HL x (20/10)	JHL	Friction ratio
(meter)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)
0.00	0	0	0	0	0	0.00
0.20	25	45	23	40	40	8.00
0.40	30	60	30	60	100	10.00
0.60	35	65	30	60	160	8.57
0.80	25	40	15	30	190	6.00
1.00	30	60	30	60	250	10.00
1.20	40	65	25	50	300	6.25
1.40	50	75	25	50	350	5.00
1.60	55	80	25	50	400	4.55
1.80	45	75	30	60	460	6.67
2.00	40	80	40	80	540	10.00
2.20	50	90	40	80	620	8.00
2.40	55	95	40	80	700	7.27
2.60	60	90	30	60	760	5.00
2.80	60	100	40	80	840	6.67
3.00	55	95	40	80	920	7.27
3.20	60	120	60	120	1040	10.00
3.40	70	130	60	120	1160	8.57
3.60	75	140	65	130	1290	8.67
3.80	80	150	70	140	1430	8.75
4.00	75	140	65	130	1560	8.67
4.20	85	170	85	170	1730	10.00
4.40	150	190	40	80	1810	2.67
4.60	180	200	20	40	1850	1.11
4.80	200	250	50	100	1950	2.50
5.00	250					
5.20						
5.40						
5.60						
5.80						
6.00						
6.20						
6.40						
6.60						
6.80						
7.00						
7.20						
7.40						
7.60						
7.80						



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

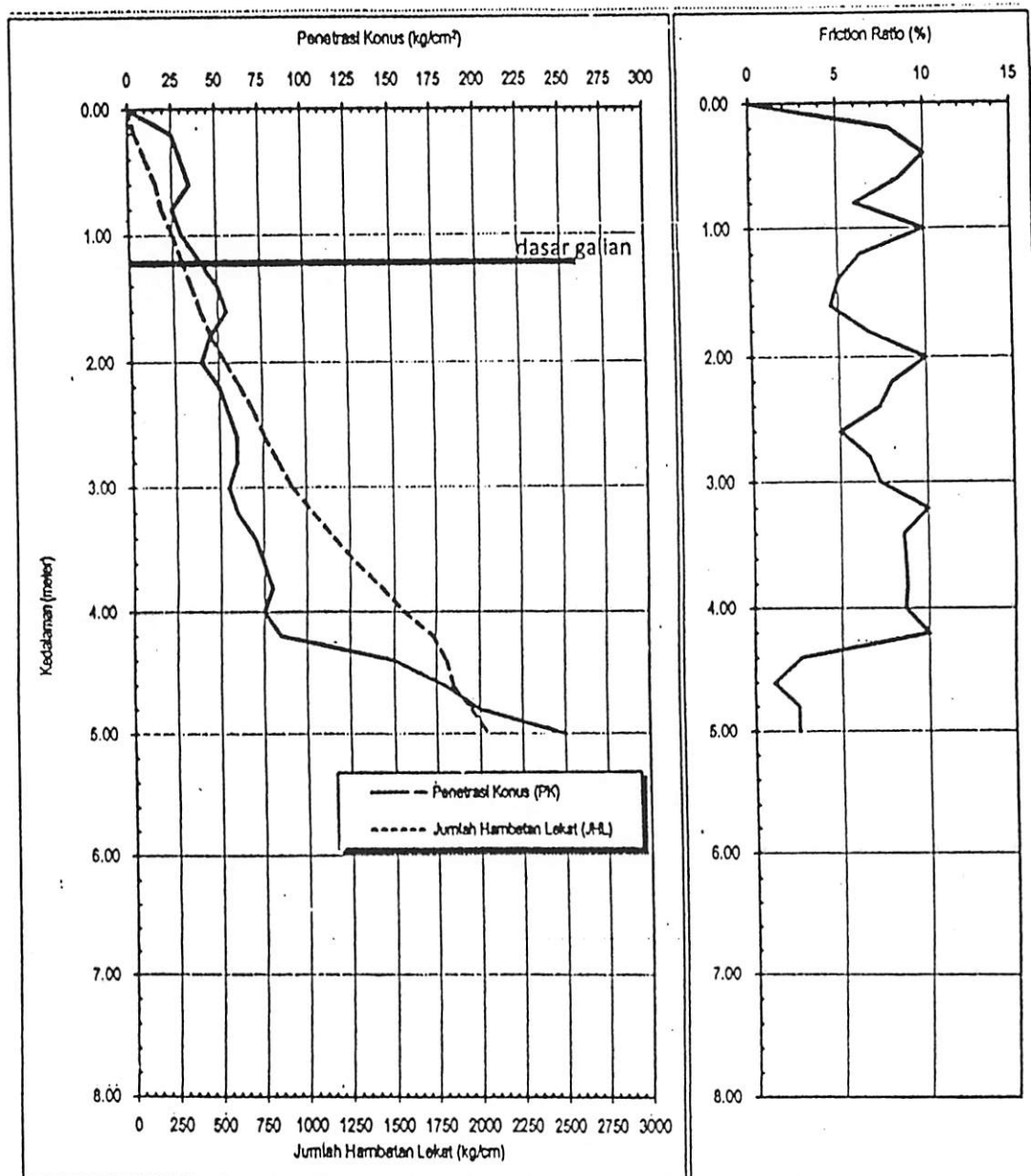
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551951 - 551431 Ext. 256 Malang

Lokasi : Gedung Parkir RSUD Saiful Anwar Malang
Permintaan :

Tanggal : 27 September 2011
No. Titik : S3

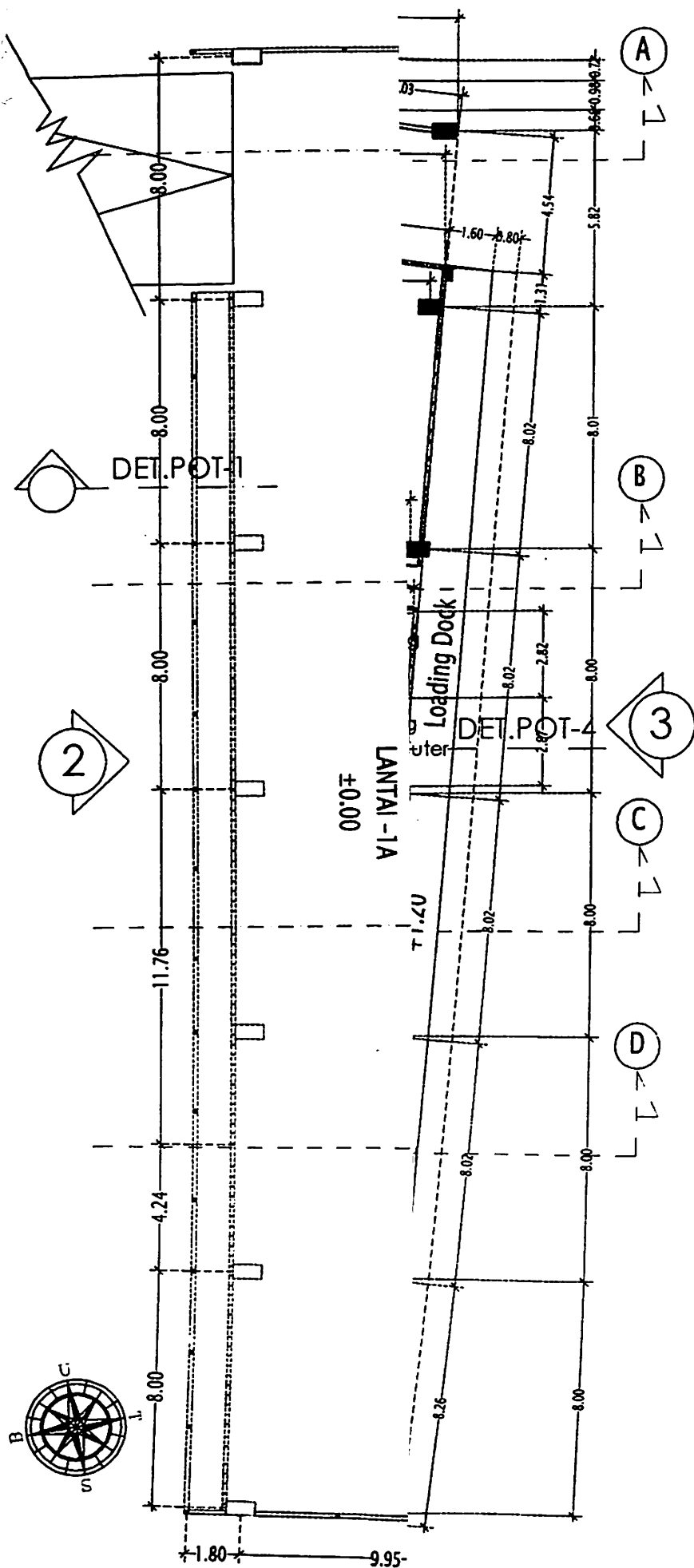
PENYONDIRAN (ASTM D 3441 - 86)



100

1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 26

Journal of Management Education 30(6)p.789-804
© The Author(s) 2006. Reprints and permissions:
<http://www.sagepub.com/journalsPermissions.nav>



PEMERINTAH PROFESI JAWA TIMUR



RUMAH SAKIT UMUM (RSU)
Dr. SAIFUL ANWAR
MALANG

NAMA PEKERJAAN

BIAYA PERENCANAAN
PEMBANGUNAN GEDUNG
PARKIR BERTINGKAT LT IV
RUMAH SAKIT UMUM (RSU)
Dr. SAIFUL ANWAR - MALANG

NAMA PROYEK

PEINGKATAN SARANA PRASARANA
RSU. Dr. SAIFUL ANWAR MALANG

JENIS KEGIATAN

PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT

LOKASI

Jl. JAKSA AGUNG SUPRAPTO NO. 2
MALANG

TAHUN ANGGARAN

TAHUN 2011

MENGETAHUI

DIREKTUR RUMAH SAKIT UMUM
Dr. SYAIFUL ANWAR-MALANG

Dr. dr. BASURO B. PURNOMO, Sp.U
PEMBINA UTAMA MUDA
NIP. 19540731 198201 1 002

MENGETAHUI

KUASA PENGURUS ANGGARAN
RSU Dr. SAIFUL ANWAR - MALANG

RP. BUGENG SUGIARTO, SH.
PEMBINA UTAMA MUDA
NIP. 19540222 198303 2 010

DIPERIKSA

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN
RSU Dr. SAIFUL ANWAR - MALANG

MURNAWATI A, SKM, MSi
NIP. 19750830 198403 2 004

DIPERIKSA

UNSUR TEOROK
RSU Dr. SAIFUL ANWAR - MALANG

Drs. ZAINUDDIN, MMR.
NIP. 19581004 198003 1 003

SUJOSO, ST
NIP. 19570324 198003 1 010

KONSULTAN PERENCANA

CV. BIAFRASMA CONSULTANT
PROTEKSI AND CIVIL ENGINEERING
A. Jendral Sudirman V No. 95 Telp. 031 7217888
CEL. 0856-8822 8470 - 8074 8470

MURMILION, ST
DIREKTUR

PEMANAGUNG JAWAB

AKREDITASI	SIIP AL	REK
ALABARTY C. ST	DR. RUMUTUATI	DR. WONG. S.

DIGAMBAR: TTD.

CLORO BUNHONG, ST

NAMA GAMBAR: GCALE

1:100

REVISI: 001, 002, 003

ARS, 09, 34

LAMPIRAN 2

1. Hasil analisa statika (Staad Pro) bangunan gedung parker RSUD Saiful Anwar Malang.
2. Hasil analisa statika (Staad Pro) balok Rib pondasi line B.
3. Hasil analisa statika (Staad Pro) balok Rib pondasi line D.
4. Hasil analisa statika (Staad Pro) balok Rib pondasi line E.

STAAD SPACE

START JOB INFORMATION

ENGINEER DATE 04-Dec-11

END JOB INFORMATION

INPUT WIDTH 79

UNIT METER KG

JOINT COORDINATES

1 4 0 0; 2 4 0 8; 3 4 0 16; 4 4 0 24; 5 4 0 32; 6 4 0 40; 7 4 0 47.37;
8 12 0 0; 9 12 0 8; 10 12 0 16; 11 12 0 24; 12 12 0 32; 13 12 0 40;
14 12 0 46.5; 15 16.33 0 24; 16 0 6.1 0; 17 0 6.1 8; 18 0 6.1 16; 19 0 6.1 24;
20 0 6.1 32; 21 0 6.1 40; 22 0 6.1 47.8; 23 4 6.1 0; 24 4 6.1 8; 25 4 6.1 16;
26 4 6.1 24; 27 4 6.1 32; 28 4 6.1 40; 29 4 6.1 47.37; 30 8 6.1 0; 31 8 6.1 8;
32 8 6.1 16; 33 8 6.1 24; 34 8 6.1 32; 35 8 6.1 40; 36 8 6.1 46.93;
37 12 6.1 0; 38 12 6.1 8; 39 12 6.1 16; 40 12 6.1 24; 41 12 6.1 32;
42 12 6.1 40; 43 12 6.1 46.5; 44 14.5 6.1 0; 45 15.11 6.1 8; 46 15.72 6.1 16;
47 16.33 6.1 24; 48 16.94 6.1 32; 49 17.55 6.1 40; 50 18.13 6.1 45.93;
51 0 9.2 0; 52 0 9.2 8; 53 0 9.2 16; 54 0 9.2 24; 55 0 9.2 32; 56 0 9.2 40;
57 0 9.2 47.8; 58 4 9.2 0; 59 4 9.2 8; 60 4 9.2 16; 61 4 9.2 24; 62 4 9.2 32;
63 4 9.2 40; 64 4 9.2 47.37; 65 8 9.2 0; 66 8 9.2 8; 67 8 9.2 16; 68 8 9.2 24;
69 8 9.2 32; 70 8 9.2 40; 71 8 9.2 46.93; 72 12 9.2 0; 73 12 9.2 8;
74 12 9.2 16; 75 12 9.2 24; 76 12 9.2 32; 77 12 9.2 40; 78 12 9.2 46.5;
79 14.5 9.2 0; 80 15.11 9.2 8; 81 15.72 9.2 16; 82 16.33 9.2 24;
83 16.94 9.2 32; 84 17.55 9.2 40; 85 18.13 9.2 45.93; 86 0 12.3 0; 87 0 12.3 8;
88 0 12.3 16; 89 0 12.3 24; 90 0 12.3 32; 91 0 12.3 40; 92 0 12.3 47.8;
93 4 12.3 0; 94 4 12.3 8; 95 4 12.3 16; 96 4 12.3 24; 97 4 12.3 32;
98 4 12.3 40; 99 4 12.3 47.37; 100 8 12.3 0; 101 8 12.3 8; 102 8 12.3 16;
103 8 12.3 24; 104 8 12.3 32; 105 8 12.3 40; 106 8 12.3 46.93; 107 12 12.3 0;
108 12 12.3 8; 109 12 12.3 16; 110 12 12.3 24; 111 12 12.3 32; 112 12 12.3 40;
113 12 12.3 46.5; 114 14.5 12.3 0; 115 15.11 12.3 8; 116 15.72 12.3 16;
117 16.33 12.3 24; 118 16.94 12.3 32; 119 17.55 12.3 40; 120 18.13 12.3 45.93;
121 0.994271 6.1 47.6931; 122 1.98854 6.1 47.5862; 123 2.98281 6.1 47.4793;
124 1 6.1 40; 125 2 6.1 40; 126 3 6.1 40; 127 1 6.1 32; 128 2 6.1 32;
129 3 6.1 32; 130 1 6.1 24; 131 2 6.1 24; 132 3 6.1 24; 133 1 6.1 16;
134 2 6.1 16; 135 3 6.1 16; 136 1 6.1 8; 137 2 6.1 8; 138 3 6.1 8; 139 1 6.1 0;
140 2 6.1 0; 141 3 6.1 0; 142 0.994271 9.2 47.6931; 143 1.98854 9.2 47.5862;
144 2.98281 9.2 47.4793; 145 1 9.2 40; 146 2 9.2 40; 147 3 9.2 40;
148 1 9.2 32; 149 2 9.2 32; 150 3 9.2 32; 151 1 9.2 24; 152 2 9.2 24;
153 3 9.2 24; 154 1 9.2 16; 155 2 9.2 16; 156 3 9.2 16; 157 1 9.2 8;
158 2 9.2 8; 159 3 9.2 8; 160 1 9.2 0; 161 2 9.2 0; 162 3 9.2 0; 163 1 12.3 0;
164 2 12.3 0; 165 3 12.3 0; 166 1 12.3 8; 167 2 12.3 8; 168 3 12.3 8;
169 1 12.3 16; 170 2 12.3 16; 171 3 12.3 16; 172 1 12.3 24; 173 2 12.3 24;
174 3 12.3 24; 175 1 12.3 32; 176 2 12.3 32; 177 3 12.3 32; 178 1 12.3 40;
179 2 12.3 40; 180 3 12.3 40; 181 0.994271 12.3 47.6931;
182 1.98854 12.3 47.5862; 183 2.98281 12.3 47.4793; 184 18.13 0 45.93;
185 17.55 0 40; 186 16.94 0 32;

MEMBER INCIDENCES

1 1 23; 2 2 24; 3 3 25; 4 4 26; 5 5 27; 6 6 28; 7 7 29; 8 8 37; 9 9 38;
10 10 39; 11 11 40; 12 12 41; 13 13 42; 14 14 43; 15 15 47; 16 16 17; 17 17 18;
18 18 19; 19 19 20; 20 20 21; 21 21 22; 22 23 24; 23 24 25; 24 25 26; 25 26 27;
26 27 28; 27 28 29; 28 30 31; 29 31 32; 30 32 33; 31 33 34; 32 34 35; 33 35 36;
34 37 38; 35 38 39; 36 39 40; 37 40 41; 38 41 42; 39 42 43; 40 44 45; 41 45 46;
42 46 47; 43 47 48; 44 48 49; 45 49 50; 46 16 139; 47 23 30; 48 30 37;
49 37 44; 50 17 136; 51 24 31; 52 31 38; 53 38 45; 54 18 133; 55 25 32;
56 32 39; 57 39 46; 58 19 130; 59 26 33; 60 33 40; 61 40 47; 62 20 127;
63 27 34; 64 34 41; 65 41 48; 66 21 124; 67 28 35; 68 35 42; 69 42 49;
70 22 121; 71 29 36; 72 36 43; 73 43 50; 74 23 58; 75 24 59; 76 25 60;
77 26 61; 78 27 62; 79 28 63; 80 29 64; 81 37 72; 82 38 73; 83 39 74; 84 40 75;
85 41 76; 86 42 77; 87 43 78; 88 47 82; 89 51 52; 90 52 53; 91 53 54; 92 54 55;
93 55 56; 94 56 57; 95 58 59; 96 59 60; 97 60 61; 98 61 62; 99 62 63;
100 63 64; 101 65 66; 102 66 67; 103 67 68; 104 68 69; 105 69 70; 106 70 71;
107 72 73; 108 73 74; 109 74 75; 110 75 76; 111 76 77; 112 77 78; 113 79 80;
114 80 81; 115 81 82; 116 82 83; 117 83 84; 118 84 85; 119 51 160; 120 58 65;
121 65 72; 122 72 79; 123 52 157; 124 59 66; 125 66 73; 126 73 80; 127 53 154;
128 60 67; 129 67 74; 130 74 81; 131 54 151; 132 61 68; 133 68 75; 134 75 82;
135 55 148; 136 62 69; 137 69 76; 138 76 83; 139 56 145; 140 63 70; 141 70 77;
142 77 84; 143 57 142; 144 64 71; 145 71 78; 146 78 85; 147 58 93; 148 59 94;
149 60 95; 150 61 96; 151 62 97; 152 63 98; 153 64 99; 154 72 107; 155 73 108;
156 74 109; 157 75 110; 158 76 111; 159 77 112; 160 78 113; 161 82 117;
162 86 87; 163 87 88; 164 88 89; 165 89 90; 166 90 91; 167 91 92; 168 93 94;
169 94 95; 170 95 96; 171 96 97; 172 97 98; 173 98 99; 174 100 101;
175 101 102; 176 102 103; 177 103 104; 178 104 105; 179 105 106; 180 107 108;
181 108 109; 182 109 110; 183 110 111; 184 111 112; 185 112 113; 186 114 115;

187 115 116; 188 116 117; 189 117 118; 190 118 119; 191 119 120; 192 86 163;
 193 93 100; 194 100 107; 195 107 114; 196 87 166; 197 94 101; 198 101 108;
 199 108 115; 200 88 169; 201 95 102; 202 102 109; 203 109 116; 204 89 172;
 205 96 103; 206 103 110; 207 110 117; 208 90 175; 209 97 104; 210 104 111;
 211 111 118; 212 91 178; 213 98 105; 214 105 112; 215 112 119; 216 92 181;
 217 99 106; 218 106 113; 219 113 120; 220 121 122; 221 122 123; 222 123 29;
 223 124 125; 224 125 126; 225 126 28; 226 127 128; 227 128 129; 228 129 27;
 229 130 131; 230 131 132; 231 132 26; 232 133 134; 233 134 135; 234 135 25;
 235 136 137; 236 137 138; 237 138 24; 238 139 140; 239 140 141; 240 141 23;
 241 142 143; 242 143 144; 243 144 64; 244 145 146; 245 146 147; 246 147 63;
 247 148 149; 248 149 150; 249 150 62; 250 151 152; 251 152 153; 252 153 61;
 253 154 155; 254 155 156; 255 156 60; 256 157 158; 257 158 159; 258 159 59;
 259 160 161; 260 161 162; 261 162 58; 262 163 164; 263 164 165; 264 165 93;
 265 166 167; 266 167 168; 267 168 94; 268 169 170; 269 170 171; 270 171 95;
 271 172 173; 272 173 174; 273 174 96; 274 175 176; 275 176 177; 276 177 97;
 277 178 179; 278 179 180; 279 180 98; 280 181 182; 281 182 183; 282 183 99;
 283 184 50; 284 50 85; 285 85 120; 286 185 49; 287 49 84; 288 84 119;
 289 186 48; 290 48 83; 291 83 118;

DEFINE MATERIAL START

ISOTROPIC CONCRETE

E 2.5743e+009

POISSON 0.17

DENSITY 2400

ALPHA 1e-005

DAMP 0.05

END DEFINE MATERIAL

CONSTANTS

MATERIAL CONCRETE MEMB 1 TO 291

MEMBER PROPERTY AMERICAN

1 TO 15 74 TO 88 147 TO 161 PRIS YD 0.5 ZD 0.8
 22 TO 26 28 TO 32 34 TO 38 95 TO 99 101 TO 105 107 TO 111 168 TO 172 -
 174 TO 178 180 TO 184 PRIS YD 0.6 ZD 2 YB 0.45 ZB 0.3
 27 100 173 PRIS YD 0.6 ZD 1.8425 YB 0.45 ZB 0.3
 33 106 179 PRIS YD 0.6 ZD 1.7325 YB 0.45 ZB 0.3
 39 112 185 PRIS YD 0.6 ZD 1.625 YB 0.45 ZB 0.3
 16 TO 20 89 TO 93 162 TO 166 PRIS YD 0.6 ZD 0.667 YB 0.45 ZB 0.3
 21 94 167 PRIS YD 0.6 ZD 0.65 YB 0.45 ZB 0.3
 40 113 186 PRIS YD 0.6 ZD 0.6683 YB 0.45 ZB 0.3
 41 114 187 PRIS YD 0.6 ZD 0.6683 YB 0.45 ZB 0.3
 42 TO 44 115 TO 117 188 TO 190 PRIS YD 0.6 ZD 0.6683 YB 0.45 ZB 0.3
 45 118 191 PRIS YD 0.6 ZD 0.4875 YB 0.45 ZB 0.3
 51 52 55 56 59 60 63 64 67 68 124 125 128 129 132 133 136 137 140 141 197 -
 198 201 202 205 206 209 210 213 214 PRIS YD 0.8 ZD 1 YB 0.65 ZB 0.4
 225 228 231 234 237 246 249 252 255 258 267 270 273 276 -
 279 PRIS YD 0.95 ZD 1 YB 0.8 ZB 0.4
 224 227 230 233 236 245 248 251 254 257 266 269 272 275 -
 278 PRIS YD 0.8 ZD 1 YB 0.65 ZB 0.4
 223 226 229 232 235 244 247 250 253 256 265 268 271 274 -
 277 PRIS YD 0.7 ZD 1 YB 0.55 ZB 0.4
 50 54 58 62 66 123 127 131 135 139 196 200 204 208 -
 212 PRIS YD 0.6 ZD 1 YB 0.45 ZB 0.4
 53 126 199 PRIS YD 0.8 ZD 0.7775 YB 0.65 ZB 0.4
 57 130 203 PRIS YD 0.8 ZD 0.93 YB 0.65 ZB 0.4
 61 134 207 PRIS YD 0.8 ZD 0.9675 YB 0.65 ZB 0.4
 65 138 211 PRIS YD 0.8 ZD 1.12 YB 0.65 ZB 0.4
 69 142 215 PRIS YD 0.8 ZD 1.275 YB 0.65 ZB 0.4
 240 261 264 PRIS YD 0.95 ZD 0.333 YB 0.8 ZB 0.4
 239 260 263 PRIS YD 0.8 ZD 0.333 YB 0.65 ZB 0.4
 238 259 262 PRIS YD 0.7 ZD 0.333 YB 0.55 ZB 0.4
 46 119 192 PRIS YD 0.6 ZD 0.333 YB 0.45 ZB 0.4
 47 48 120 121 193 194 PRIS YD 0.8 ZD 0.333 YB 0.65 ZB 0.4
 49 122 195 PRIS YD 0.8 ZD 0.21 YB 0.65 ZB 0.4
 222 243 282 PRIS YD 0.95 ZD 0.34 YB 0.8 ZB 0.4
 221 242 281 PRIS YD 0.8 ZD 0.34 YB 0.65 ZB 0.4
 220 241 280 PRIS YD 0.7 ZD 0.34 YB 0.55 ZB 0.4
 70 143 216 PRIS YD 0.6 ZD 0.34 YB 0.45 ZB 0.4
 71 72 144 145 217 218 PRIS YD 0.8 ZD 0.34 YB 0.65 ZB 0.4
 73 146 219 PRIS YD 0.8 ZD 0.4892 YB 0.65 ZB 0.4
 283 TO 291 PRIS YD 0.5 ZD 0.8

SUPPORTS

1 TO 15 FIXED

184 TO 186 FIXED

LOAD 1 BEBAN MATI

MEMBER LOAD

16 TO 20 89 TO 93 UNI GY -1282.8
 21 94 UNI GY -1266.24
 22 TO 26 28 TO 32 95 TO 99 101 TO 105 UNI GY -1641.6
 27 100 UNI GY -1606.5
 33 106 UNI GY -1585.8
 34 107 UNI GY -1479.6
 35 108 UNI GY -1571.4
 36 109 UNI GY -1609.2
 37 110 UNI GY -1674
 38 111 UNI GY -1749.6
 39 112 UNI GY -1654.92
 40 113 UNI GY -1105.32
 41 114 UNI GY -1194.24
 42 115 UNI GY -1264.8
 43 116 UNI GY -1304.4
 44 117 UNI GY -1390.8
 45 118 UNI GY -1358.4
 46 119 238 TO 240 259 TO 261 UNI GY -1267.88
 47 48 120 121 UNI GY -1403.88
 49 122 UNI GY -1223.88
 50 54 58 62 66 123 127 131 135 139 223 TO 237 244 TO 258 UNI GY -1447.76
 51 52 55 56 59 60 63 64 67 68 124 125 128 129 132 133 136 137 140 -
 141 UNI GY -1583.76
 53 126 UNI GY -1347.6
 57 130 UNI GY -1488
 61 134 UNI GY -1522.56
 65 138 UNI GY -1660.8
 69 142 UNI GY -1804.8
 70 143 220 TO 222 241 TO 243 UNI GY -1223.24
 71 72 144 145 UNI GY -1359.24
 73 146 UNI GY -1546.8
 162 163 UNI GY -982.8
 164 TO 166 UNI GY -1282.8
 167 UNI GY -1266.24
 168 TO 172 174 TO 178 UNI GY -1641.6
 173 UNI GY -1606.5
 179 UNI GY -1585.8
 180 UNI GY -1479.6
 181 UNI GY -1571.4
 182 UNI GY -1609.2
 183 UNI GY -1674
 184 UNI GY -1749.6
 185 UNI GY -1654.92
 186 UNI GY -805.32
 187 UNI GY -894.24
 188 UNI GY -1264.8
 189 UNI GY -1304.4
 190 UNI GY -1390.8
 191 UNI GY -1358.4
 192 262 TO 264 UNI GY -967.88
 193 194 UNI GY -1103.88
 195 UNI GY -923.88
 196 200 204 208 212 265 TO 279 UNI GY -1447.76
 197 198 201 202 205 206 209 210 213 214 UNI GY -1583.76
 199 UNI GY -1347.6
 203 UNI GY -1488
 207 UNI GY -1522.56
 211 UNI GY -1660.8
 215 UNI GY -1804.8
 216 280 TO 282 UNI GY -1223.24
 217 218 UNI GY -1359.24
 219 UNI GY -1546.8

JOINT LOAD

1 TO 15 184 TO 186 FY -4416
 23 TO 29 37 TO 43 47 TO 50 58 TO 64 72 TO 78 82 TO 85 FY -2976

LOAD 2 BEBAN HIDUP

MEMBER LOAD

16 TO 20 89 TO 93 162 TO 166 UNI GY -732
 21 94 167 UNI GY -713.6
 22 TO 26 28 TO 32 95 TO 99 101 TO 105 168 TO 172 174 TO 178 UNI GY -1464

27 100 173 UNI GY -1425
 33 106 179 UNI GY -1402
 34 107 180 UNI GY -1284
 35 108 181 UNI GY -1386
 36 109 182 UNI GY -1428
 37 110 183 UNI GY -1500
 38 111 184 UNI GY -1749.6
 39 112 185 UNI GY -1654.92
 40 113 186 UNI GY -534.8
 41 114 187 UNI GY -633.6
 42 115 188 UNI GY -712
 43 116 189 UNI GY -756
 44 117 190 UNI GY -852
 45 118 191 UNI GY -816
 46 119 192 238 TO 240 259 TO 264 UNI GY -533.2
 47 48 120 121 193 194 UNI GY -533.2
 49 122 195 UNI GY -333.2
 50 54 58 62 66 123 127 131 135 139 196 200 204 208 212 223 TO 237 244 TO 258 -
 265 TO 279 UNI GY -1066.4
 51 52 55 56 59 60 63 64 67 68 124 125 128 129 132 133 136 137 140 141 197 -
 198 201 202 205 206 209 210 213 214 UNI GY -1066.4
 53 126 199 UNI GY -804
 57 130 203 UNI GY -960
 61 134 207 UNI GY -998.4
 65 138 211 UNI GY -1152
 69 142 215 UNI GY -1312
 70 143 216 220 TO 222 241 TO 243 280 TO 282 UNI GY -483.6
 71 72 144 145 217 218 UNI GY -483.6
 73 146 219 UNI GY -692
 197 CON GY -935.25 2.9
 198 CON GY -935.25 1.1
 LOAD 3 BEBAN GEMPA
 JOINT LOAD
 93 TO 99 FX 13185.9
 58 TO 64 FX 9996.82
 23 TO 29 FX 5972.12
 99 113 120 FZ -30767.2
 64 78 85 FZ -23325.9
 29 43 50 FZ -13935
 LOAD 7 BEBAN AIR HUJAN
 MEMBER LOAD
 49 122 195 UNI GY -16.66
 46 TO 48 119 TO 121 192 TO 194 238 TO 240 259 TO 264 UNI GY -26.66
 50 TO 52 54 TO 56 58 TO 60 62 TO 64 66 TO 68 123 TO 125 127 TO 129 -
 131 TO 133 135 TO 137 139 TO 141 196 TO 198 200 TO 202 204 TO 206 -
 208 TO 210 212 TO 214 223 TO 237 244 TO 258 265 TO 279 UNI GY -53.32
 53 126 199 UNI GY -40.2
 57 130 203 UNI GY -48
 61 134 207 UNI GY -49.92
 65 138 211 UNI GY -57.6
 69 142 215 UNI GY -65.6
 70 TO 72 143 TO 145 216 TO 218 220 TO 222 241 TO 243 280 TO 282 UNI GY -24.18
 73 146 219 UNI GY -34.6
 16 TO 20 89 TO 93 162 TO 166 UNI GY -36.6
 21 94 167 UNI GY -35.68
 22 TO 26 28 TO 32 95 TO 99 101 TO 105 168 TO 172 174 TO 178 UNI GY -73.2
 27 100 173 UNI GY -71.25
 33 106 179 UNI GY -70.1
 34 107 180 UNI GY -64.2
 35 108 181 UNI GY -69.3
 36 109 182 UNI GY -71.4
 37 110 183 UNI GY -75
 38 111 184 UNI GY -79.2
 39 112 185 UNI GY -73.94
 40 113 186 UNI GY -26.74
 41 114 187 UNI GY -31.68
 42 115 188 UNI GY -35.6
 43 116 189 UNI GY -37.8
 44 117 190 UNI GY -42.6
 45 118 191 UNI GY -40.8
 LOAD COMB 4 KOMBINASI 1
 1 1.4

```
LOAD COMB 5 KOMBINASI 2
1 1.2 2 1.6
LOAD COMB 6 KOMBINASI 3
1 1.2 2 1.0 3 1.0
LOAD COMB 8 KOMBINASI 4
1 1.2 2 1.0 3 -1.0
LOAD COMB 9 KOMBINASI 5
1 1.2 2 1.6 7 0.5
LOAD COMB 10 KOMBINASI 6
1 0.9 3 1.0
LOAD COMB 11 KOMBINASI 7
1 0.9 3 -1.0
LOAD COMB 12 KOMBINASI 8
1 1.0 2 1.0 3 1.0
UNIT METER KG
PERFORM ANALYSIS
LOAD LIST 1 4 TO 6
PERFORM ANALYSIS
START CONCRETE DESIGN
CODE ACI
UNIT CM KG
FC 300 MEMB 1 TO 282
FYMAIN 3500 MEMB 1 TO 282
DESIGN BEAM 1 TO 282
DESIGN COLUMN 1 TO 282
CONCRETE TAKE
END CONCRETE DESIGN
FINISH
```



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Ref

By

Date 04-Dec-11

Chd

File saron.std

Date/Time 10-May-2012 09:20

Reactions

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
1	1:BEBAN MAT	-469.551	85.1E 3	1.12E 3	25.775	0.314	1.195
	2:BEBAN HIDL	-100.612	48.9E 3	914.982	20.165	0.037	-3.719
	3:BEBAN GEM	-11.9E 3	-6.84E 3	10.8E 3	416.406	2.082	401.725
	7:BEBAN AIR I	-5.053	2.44E 3	45.653	1.005	0.002	-0.186
	4:KOMBINASI	-657.372	119E 3	1.57E 3	36.085	0.439	1.673
	5:KOMBINASI	-724.441	180E 3	2.81E 3	63.194	0.436	-4.516
	6:KOMBINASI	-12.5E 3	144E 3	13.1E 3	467.501	2.496	399.440
	8:KOMBINASI	11.2E 3	158E 3	-8.57E 3	-365.311	-1.668	-404.010
	9:KOMBINASI	-726.968	182E 3	2.83E 3	63.696	0.437	-4.609
	10:KOMBINAS	-12.3E 3	69.8E 3	11.8E 3	439.604	2.364	402.801
	11:KOMBINAS	11.4E 3	83.5E 3	-9.82E 3	-393.208	-1.799	-400.650
	12:KOMBINAS	-12.4E 3	127E 3	12.9E 3	462.346	2.433	399.201
2	1:BEBAN MAT	-1.11E 3	144E 3	211.272	7.436	0.239	12.962
	2:BEBAN HIDL	-394.618	104E 3	132.478	4.403	0.050	1.974
	3:BEBAN GEM	-12.3E 3	-22.5E 3	12.4E 3	447.523	2.527	405.148
	7:BEBAN AIR I	-19.889	5.15E 3	6.576	0.218	0.002	0.102
	4:KOMBINASI	-1.55E 3	202E 3	295.781	10.410	0.334	18.147
	5:KOMBINASI	-1.96E 3	339E 3	465.492	15.967	0.367	18.713
	6:KOMBINASI	-14E 3	254E 3	12.8E 3	460.848	2.864	422.676
	8:KOMBINASI	10.6E 3	299E 3	-12E 3	-434.198	-2.191	-387.620
	9:KOMBINASI	-1.97E 3	342E 3	468.780	16.076	0.368	18.763
	10:KOMBINAS	-13.3E 3	107E 3	12.6E 3	454.215	2.742	416.814
	11:KOMBINAS	11.3E 3	152E 3	-12.2E 3	-440.831	-2.312	-393.482
	12:KOMBINAS	-13.8E 3	226E 3	12.7E 3	459.361	2.816	420.084
3	1:BEBAN MAT	-1.06E 3	142E 3	186.183	6.407	-0.080	11.822
	2:BEBAN HIDL	-404.654	100E 3	96.564	3.234	-0.093	2.113
	3:BEBAN GEM	-11.8E 3	-19E 3	12.4E 3	448.918	3.218	386.502
	7:BEBAN AIR I	-20.303	5.01E 3	4.826	0.161	-0.005	0.107
	4:KOMBINASI	-1.49E 3	198E 3	260.657	8.970	-0.112	16.550
	5:KOMBINASI	-1.92E 3	330E 3	377.922	12.864	-0.244	17.567
	6:KOMBINASI	-13.5E 3	251E 3	12.7E 3	459.841	3.029	402.801
	8:KOMBINASI	10.1E 3	289E 3	-12.1E 3	-437.994	-3.406	-370.203
	9:KOMBINASI	-1.94E 3	333E 3	380.335	12.944	-0.246	17.620
	10:KOMBINAS	-12.8E 3	109E 3	12.6E 3	454.684	3.146	397.142
	11:KOMBINAS	10.8E 3	146E 3	-12.2E 3	-443.151	-3.290	-375.863
	12:KOMBINAS	-13.3E 3	223E 3	12.7E 3	458.559	3.045	400.437
4	1:BEBAN MAT	-986.464	148E 3	133.071	4.886	-0.149	11.137
	2:BEBAN HIDL	-369.216	103E 3	53.633	1.974	-0.157	2.027
	3:BEBAN GEM	-11E 3	-14.1E 3	12.5E 3	451.458	3.056	361.199
	7:BEBAN AIR I	-18.512	5.14E 3	2.632	0.097	-0.008	0.103
	4:KOMBINASI	-1.38E 3	207E 3	186.299	6.840	-0.209	15.591
	5:KOMBINASI	-1.77E 3	342E 3	245.498	9.021	-0.430	16.607
	6:KOMBINASI	-12.5E 3	267E 3	12.7E 3	459.294	2.720	376.590
	8:KOMBINASI	9.42E 3	295E 3	-12.3E 3	-443.621	-3.392	-345.808



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

2

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 04-Dec-11

Chd

Client

File saron.std

Date/Time 10-May-2012 09:20

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	9:KOMBINASI	-1.78E 3	345E 3	246.814	9.069	-0.434	16.659
	10:KOMBINAS	-11.9E 3	119E 3	12.6E 3	455.855	2.921	371.222
	11:KOMBINAS	10.1E 3	147E 3	-12.3E 3	-447.061	-3.190	-351.176
	12:KOMBINAS	-12.3E 3	237E 3	12.7E 3	458.317	2.750	374.363
5	1:BEBAN MAT	-1.01E 3	149E 3	81.713	3.402	0.108	11.747
	2:BEBAN HIDL	-393.458	104E 3	12.412	0.748	-0.020	2.759
	3:BEBAN GEM	-10.4E 3	-12.6E 3	12.5E 3	453.601	2.204	343.073
	7:BEBAN AIR I	-19.836	5.17E 3	0.562	0.036	-0.001	0.142
	4:KOMBINASI	-1.42E 3	209E 3	114.398	4.763	0.151	16.446
	5:KOMBINASI	-1.85E 3	344E 3	117.914	5.280	0.097	18.511
	6:KOMBINASI	-12E 3	270E 3	12.6E 3	458.432	2.314	359.929
	8:KOMBINASI	8.81E 3	295E 3	-12.4E 3	-448.770	-2.095	-326.218
	9:KOMBINASI	-1.86E 3	347E 3	118.195	5.297	0.097	18.582
	10:KOMBINAS	-11.3E 3	122E 3	12.6E 3	456.663	2.301	353.646
	11:KOMBINAS	9.51E 3	147E 3	-12.4E 3	-450.539	-2.107	-332.501
	12:KOMBINAS	-11.8E 3	240E 3	12.6E 3	457.751	2.292	357.579
6	1:BEBAN MAT	-1.04E 3	147E 3	-93.011	-0.543	0.313	11.641
	2:BEBAN HIDL	-409.194	101E 3	-154.329	-2.970	0.128	2.927
	3:BEBAN GEM	-10E 3	-10.2E 3	12.7E 3	458.434	1.366	331.140
	7:BEBAN AIR I	-20.731	5.04E 3	-7.757	-0.150	0.006	0.153
	4:KOMBINASI	-1.45E 3	206E 3	-130.216	-0.760	0.438	16.298
	5:KOMBINASI	-1.9E 3	338E 3	-358.540	-5.403	0.580	18.653
	6:KOMBINASI	-11.7E 3	268E 3	12.4E 3	454.814	1.870	348.036
	8:KOMBINASI	8.38E 3	288E 3	-13E 3	-462.055	-0.863	-314.243
	9:KOMBINASI	-1.91E 3	341E 3	-362.419	-5.478	0.583	18.729
	10:KOMBINAS	-11E 3	122E 3	12.6E 3	457.946	1.648	341.617
	11:KOMBINAS	9.1E 3	143E 3	-12.8E 3	-458.923	-1.085	-320.662
	12:KOMBINAS	-11.5E 3	238E 3	12.4E 3	454.922	1.807	345.708
7	1:BEBAN MAT	-379.205	84.6E 3	-720.552	-13.280	0.515	-2.622
	2:BEBAN HIDL	-111.974	43.9E 3	-683.182	-13.703	0.278	-3.665
	3:BEBAN GEM	-9.4E 3	-24.4E 3	11.5E 3	436.078	0.769	316.582
	7:BEBAN AIR I	-5.757	2.19E 3	-34.171	-0.686	0.014	-0.179
	4:KOMBINASI	-530.887	118E 3	-1.01E 3	-18.592	0.721	-3.671
	5:KOMBINASI	-634.204	172E 3	-1.96E 3	-37.860	1.063	-9.011
	6:KOMBINASI	-9.96E 3	121E 3	9.9E 3	406.439	1.665	309.770
	8:KOMBINASI	8.83E 3	170E 3	-13E 3	-465.716	0.126	-323.393
	9:KOMBINASI	-637.082	173E 3	-1.97E 3	-38.204	1.070	-9.100
	10:KOMBINAS	-9.74E 3	51.7E 3	10.8E 3	424.125	1.233	314.222
	11:KOMBINAS	9.05E 3	101E 3	-12.1E 3	-448.030	-0.306	-318.941
	12:KOMBINAS	-9.89E 3	104E 3	10E 3	409.095	1.562	310.294
8	1:BEBAN MAT	540.192	66.3E 3	1.02E 3	22.740	0.472	-19.004
	2:BEBAN HIDL	209.871	34E 3	825.265	18.280	0.110	-9.920
	3:BEBAN GEM	-11.8E 3	29.7E 3	10.3E 3	397.150	1.865	399.468
	7:BEBAN AIR I	10.544	1.7E 3	41.164	0.912	0.005	-0.497



Software licensed to Snow Panther [LZ0]		Job No	Sheet No 3	Rev
Job Title		Part		
Client		Ref		
		By	Date04-Dec-11	Chd
		File saron.std	Date/Time 10-May-2012 09:20	

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	4:KOMBINASI	756.269	92.8E 3	1.43E 3	31.837	0.661	-26.605
	5:KOMBINASI	984.024	134E 3	2.55E 3	56.536	0.743	-38.677
	6:KOMBINASI	-10.9E 3	143E 3	12.4E 3	442.718	2.541	366.744
	8:KOMBINASI	12.6E 3	83.9E 3	-8.25E 3	-351.581	-1.188	-432.193
	9:KOMBINASI	989.297	135E 3	2.57E 3	56.992	0.745	-38.925
	10:KOMBINAS	-11.3E 3	89.3E 3	11.2E 3	417.616	2.290	382.365
	11:KOMBINAS	12.3E 3	30E 3	-9.38E 3	-376.683	-1.440	-416.572
	12:KOMBINAS	-11E 3	130E 3	12.2E 3	438.170	2.447	370.545
9	1:BEBA MAT	1.51E 3	122E 3	195.063	6.029	0.316	-39.227
	2:BEBA HIDL	528.684	83.2E 3	173.591	5.129	0.080	-16.444
	3:BEBA GEN	-12.3E 3	20.3E 3	11.8E 3	426.712	2.456	404.503
	7:BEBA AIR I	26.571	4.12E 3	8.630	0.255	0.004	-0.825
	4:KOMBINASI	2.11E 3	171E 3	273.088	8.441	0.443	-54.917
	5:KOMBINASI	2.66E 3	279E 3	511.822	15.442	0.508	-73.383
	6:KOMBINASI	-9.96E 3	250E 3	12.2E 3	439.076	2.916	340.987
	8:KOMBINASI	14.6E 3	209E 3	-11.4E 3	-414.347	-1.996	-468.019
	9:KOMBINASI	2.67E 3	281E 3	516.137	15.570	0.510	-73.795
	10:KOMBINAS	-10.9E 3	130E 3	11.9E 3	432.138	2.741	369.199
	11:KOMBINAS	13.7E 3	89.4E 3	-11.6E 3	-421.285	-2.171	-439.807
	12:KOMBINAS	-10.3E 3	225E 3	12.1E 3	437.870	2.853	348.832
10	1:BEBA MAT	1.63E 3	121E 3	43.016	2.560	-0.084	-41.947
	2:BEBA HIDL	694.971	83.8E 3	62.382	2.534	-0.092	-19.821
	3:BEBA GEN	-11.8E 3	19.7E 3	11.7E 3	426.432	3.101	386.507
	7:BEBA AIR I	34.745	4.19E 3	3.107	0.126	-0.005	-0.990
	4:KOMBINASI	2.28E 3	169E 3	60.223	3.585	-0.118	-58.726
	5:KOMBINASI	3.07E 3	279E 3	151.431	7.127	-0.248	-82.050
	6:KOMBINASI	-9.16E 3	248E 3	11.8E 3	432.039	2.908	316.350
	8:KOMBINASI	14.5E 3	209E 3	-11.6E 3	-420.826	-3.293	-456.665
	9:KOMBINASI	3.09E 3	281E 3	152.984	7.190	-0.250	-82.546
	10:KOMBINAS	-10.3E 3	128E 3	11.8E 3	428.736	3.025	348.755
	11:KOMBINAS	13.3E 3	89E 3	-11.7E 3	-424.128	-3.177	-424.259
	12:KOMBINAS	-9.48E 3	224E 3	11.8E 3	431.527	2.925	324.739
11	1:BEBA MAT	174.231	98.4E 3	61.820	2.515	-0.152	-12.120
	2:BEBA HIDL	-69.802	72.3E 3	55.883	2.034	-0.162	-3.995
	3:BEBA GEN	-12.9E 3	-16.4E 3	11.6E 3	426.089	2.989	398.997
	7:BEBA AIR I	-3.554	3.61E 3	2.800	0.101	-0.008	-0.198
	4:KOMBINASI	243.924	138E 3	86.548	3.521	-0.213	-16.969
	5:KOMBINASI	97.394	234E 3	163.596	6.273	-0.442	-20.937
	6:KOMBINASI	-12.7E 3	174E 3	11.8E 3	431.141	2.645	380.457
	8:KOMBINASI	13E 3	207E 3	-11.5E 3	-421.037	-3.334	-417.537
	9:KOMBINASI	95.617	235E 3	164.996	6.323	-0.446	-21.036
	10:KOMBINAS	-12.7E 3	72.1E 3	11.7E 3	428.353	2.852	388.089
	11:KOMBINAS	13E 3	105E 3	-11.6E 3	-423.826	-3.126	-409.905
	12:KOMBINAS	-12.8E 3	154E 3	11.8E 3	430.638	2.675	382.881



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

Job No

Sheet No

4

Rev

Part

Job Title

Ref

By

Date 04-Dec-11

Chd

Client

File saron.std

Date/Time 10-May-2012 09:20

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
12	1:BEBAN MAT	174.040	102E 3	51.777	1.895	0.160	-12.054
	2:BEBAN HIDL	-79.028	77.9E 3	98.254	2.466	0.005	-3.563
	3:BEBAN GEM	-12.3E 3	-12.7E 3	11.8E 3	429.895	2.079	379.526
	7:BEBAN AIR I	-3.894	3.8E 3	2.036	0.067	0.000	-0.179
	4:KOMBINASI	243.656	143E 3	72.487	2.653	0.224	-16.876
	5:KOMBINASI	82.403	247E 3	219.338	6.220	0.199	-20.165
	6:KOMBINASI	-12.1E 3	187E 3	11.9E 3	434.635	2.275	361.498
	8:KOMBINASI	12.4E 3	213E 3	-11.6E 3	-425.155	-1.882	-397.553
	9:KOMBINASI	80.457	249E 3	220.356	6.253	0.199	-20.255
	10:KOMBINAS	-12.1E 3	79E 3	11.8E 3	431.600	2.223	368.677
	11:KOMBINAS	12.4E 3	104E 3	-11.7E 3	-428.189	-1.935	-390.374
	12:KOMBINAS	-12.2E 3	167E 3	11.9E 3	434.256	2.243	363.909
13	1:BEBAN MAT	291.147	99.4E 3	-260.599	-4.674	0.369	-14.928
	2:BEBAN HIDL	-0.433	77.1E 3	-288.241	-5.566	0.166	-5.268
	3:BEBAN GEM	-11.9E 3	-5.3E 3	12E 3	437.348	1.076	367.433
	7:BEBAN AIR I	0.073	3.68E 3	-13.435	-0.258	0.008	-0.265
	4:KOMBINASI	407.606	139E 3	-364.838	-6.543	0.516	-20.900
	5:KOMBINASI	348.683	243E 3	-773.904	-14.515	0.708	-26.343
	6:KOMBINASI	-11.5E 3	191E 3	11.4E 3	426.174	1.684	344.250
	8:KOMBINASI	12.2E 3	202E 3	-12.6E 3	-448.523	-0.468	-390.615
	9:KOMBINASI	348.720	244E 3	-780.621	-14.644	0.712	-26.476
	10:KOMBINAS	-11.6E 3	84.1E 3	11.8E 3	433.142	1.408	353.997
	11:KOMBINAS	12.1E 3	94.7E 3	-12.3E 3	-441.555	-0.744	-380.868
	12:KOMBINAS	-11.6E 3	171E 3	11.5E 3	427.108	1.610	347.236
14	1:BEBAN MAT	513.186	64.2E 3	-572.592	-11.063	0.562	-20.498
	2:BEBAN HIDL	259.782	34.6E 3	-578.903	-11.554	0.342	-11.136
	3:BEBAN GEM	-11.3E 3	-22.4E 3	11E 3	419.745	0.430	354.503
	7:BEBAN AIR I	12.991	1.65E 3	-26.544	-0.528	0.017	-0.556
	4:KOMBINASI	718.460	89.9E 3	-801.629	-15.488	0.787	-28.697
	5:KOMBINASI	1.03E 3	132E 3	-1.61E 3	-31.762	1.221	-42.416
	6:KOMBINASI	-10.4E 3	89.2E 3	9.78E 3	394.916	1.446	318.769
	8:KOMBINASI	12.2E 3	134E 3	-12.3E 3	-444.575	0.586	-390.236
	9:KOMBINASI	1.04E 3	133E 3	-1.63E 3	-32.026	1.230	-42.693
	10:KOMBINAS	-10.8E 3	35.3E 3	10.5E 3	409.789	0.936	336.055
	11:KOMBINAS	11.8E 3	80.2E 3	-11.6E 3	-429.702	0.076	-372.950
	12:KOMBINAS	-10.5E 3	76.4E 3	9.89E 3	397.129	1.334	322.868
15	1:BEBAN MAT	364.360	44E 3	-512.542	-10.538	0.394	-15.979
	2:BEBAN HIDL	193.632	19.3E 3	-236.420	-4.355	0.128	-9.255
	3:BEBAN GEM	-11.6E 3	37.2E 3	9.3E 3	375.856	1.274	373.327
	7:BEBAN AIR I	9.625	965.878	-11.833	-0.218	0.006	-0.461
	4:KOMBINASI	510.104	61.6E 3	-717.558	-14.754	0.552	-22.371
	5:KOMBINASI	747.043	83.7E 3	-993.323	-19.614	0.677	-33.982
	6:KOMBINASI	-11E 3	109E 3	8.45E 3	358.855	1.874	344.897
	8:KOMBINASI	12.2E 3	34.9E 3	-10.2E 3	-392.857	-0.673	-401.756



Software licensed to Snow Panther [LZO]

Job No

Sheet No

5

Rev

Part

Ref

By

Date 04-Dec-11

Chd

File saron.std

Date/Time 10-May-2012 09:20

Reactions Cont...

Node	L/C	Horizontal	Vertical	Horizontal	Moment		
		FX (kg)	FY (kg)	FZ (kg)	MX (kNm)	MY (kNm)	MZ (kNm)
	9:KOMBINAS	751.856	84.2E 3	-999.239	-19.723	0.680	-34.213
	10:KOMBINAS	-11.3E 3	76.8E 3	8.84E 3	366.372	1.629	358.945
	11:KOMBINAS	11.9E 3	2.41E 3	-9.76E 3	-385.341	-0.919	-387.708
	12:KOMBINAS	-11E 3	100E 3	8.55E 3	360.963	1.796	348.093
184	1:BEBAN MAT	277.369	29.3E 3	-514.764	-11.482	0.217	-15.842
	2:BEBAN HIDL	196.372	9.62E 3	-297.375	-6.123	0.018	-9.918
	3:BEBAN GEM	-9.95E 3	6.94E 3	9.44E 3	385.593	-0.042	327.803
	7:BEBAN AIR I	9.896	479.034	-14.829	-0.305	0.001	-0.496
	4:KOMBINAS	388.317	41E 3	-720.669	-16.075	0.303	-22.179
	5:KOMBINAS	647.038	50.5E 3	-1.09E 3	-23.575	0.289	-34.879
	6:KOMBINAS	-9.43E 3	51.7E 3	8.53E 3	365.692	0.237	298.875
	8:KOMBINAS	10.5E 3	37.8E 3	-10.4E 3	-405.494	0.320	-356.731
	9:KOMBINAS	651.986	50.8E 3	-1.1E 3	-23.727	0.290	-35.127
	10:KOMBINAS	-9.7E 3	33.3E 3	8.98E 3	375.259	0.153	313.545
	11:KOMBINAS	10.2E 3	19.4E 3	-9.91E 3	-395.927	0.237	-342.061
	12:KOMBINAS	-9.48E 3	45.8E 3	8.63E 3	367.989	0.193	302.043
185	1:BEBAN MAT	290.021	44.7E 3	-376.417	-8.339	0.278	-15.010
	2:BEBAN HIDL	115.893	22.6E 3	-205.052	-4.025	-0.003	-7.614
	3:BEBAN GEM	-10.5E 3	27.1E 3	10.3E 3	398.738	0.702	340.581
	7:BEBAN AIR I	6.178	1.12E 3	-10.248	-0.201	0.000	-0.388
	4:KOMBINAS	406.029	62.5E 3	-526.984	-11.674	0.389	-21.014
	5:KOMBINAS	533.454	89.7E 3	-779.783	-16.446	0.328	-30.194
	6:KOMBINAS	-10.1E 3	103E 3	9.62E 3	384.707	1.032	314.955
	8:KOMBINAS	11E 3	49.1E 3	-10.9E 3	-412.769	-0.372	-366.207
	9:KOMBINAS	536.543	90.2E 3	-784.907	-16.547	0.328	-30.388
	10:KOMBINAS	-10.3E 3	67.3E 3	9.93E 3	391.233	0.952	327.072
	11:KOMBINAS	10.8E 3	13.1E 3	-10.6E 3	-406.243	-0.452	-354.090
	12:KOMBINAS	-10.1E 3	94.3E 3	9.69E 3	386.374	0.977	317.957
186	1:BEBAN MAT	292.631	44E 3	-59.051	-1.728	0.306	-14.508
	2:BEBAN HIDL	133.785	21E 3	18.058	0.593	0.053	-7.823
	3:BEBAN GEM	-11E 3	25.6E 3	10.1E 3	391.974	1.043	353.558
	7:BEBAN AIR I	6.906	1.05E 3	0.831	0.028	0.002	-0.395
	4:KOMBINAS	409.683	61.5E 3	-82.671	-2.419	0.428	-20.311
	5:KOMBINAS	565.213	86.4E 3	-41.968	-1.125	0.452	-29.926
	6:KOMBINAS	-10.5E 3	99.4E 3	10E 3	390.494	1.462	328.326
	8:KOMBINAS	11.5E 3	48.2E 3	-10.1E 3	-393.455	-0.623	-378.790
	9:KOMBINAS	568.666	86.9E 3	-41.553	-1.111	0.453	-30.124
	10:KOMBINAS	-10.7E 3	65.2E 3	10E 3	390.419	1.318	340.501
	11:KOMBINAS	11.2E 3	14E 3	-10.1E 3	-393.529	-0.767	-366.615
	12:KOMBINAS	-10.5E 3	90.6E 3	10E 3	390.839	1.401	331.227



Software licensed to Snow Panther [LZ0]

1

Job Title

Part

Ref

By

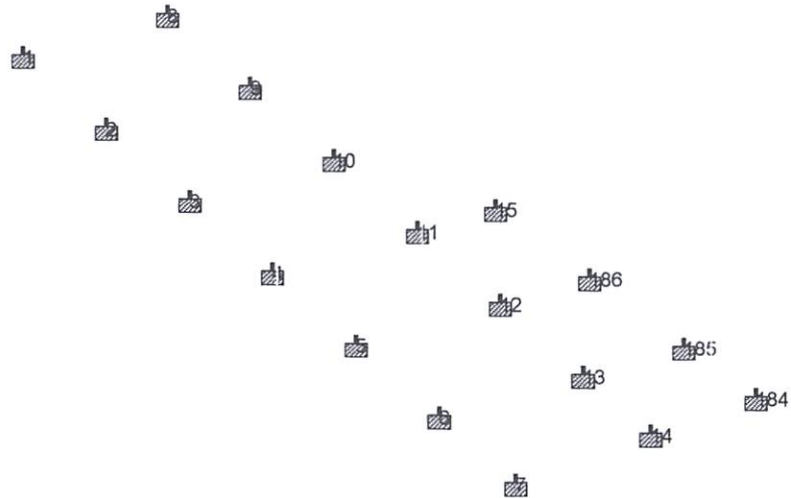
Date 04-Dec-11

Chd

Client

File saron.std

Date/Time 10-May-2012 09:20



Load 1

Titik Pondasi

Input Pondasi Telapak Menerus Line B

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 23-Feb-12
JOB NAME Pondasi Telapak Menerus (Line B)
JOB CLIENT Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
ENGINEER NAME Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
CHECKER NAME Ir.Bambang Wedyantadji,MT & Ir.Eding Iskak Imananto,MT
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KG
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 8 0 0; 3 16 0 0; 4 24 0 0; 5 32 0 0; 6 40 0 0; 7 47.37 0 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 6 7;
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 2.574e+009
POISSON 0.17
DENSITY 2400
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY AMERICAN
1 TO 6 TAPERED F1 0.9 F2 0.45 F3 0.2 F4 1.4 F5 0.3
CONSTANTS
MATERIAL CONCRETE ALL
SUPPORTS
1 7 FIXED
2 TO 6 PINNED
LOAD 1 LOADTYPE DEAD TITLE BEBAN MERATA
MEMBER LOAD
1 TO 6 UNI GY 35650.675
1 TO 6 UNI GY -1542
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
FINISH



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line B)

Ref

By Baiq Jusika Saron F^e23-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedyar

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus

Date/Time 23-Feb-2012 17:11



Y
Z—X

Load 1

Balok Rib pondasi Line B

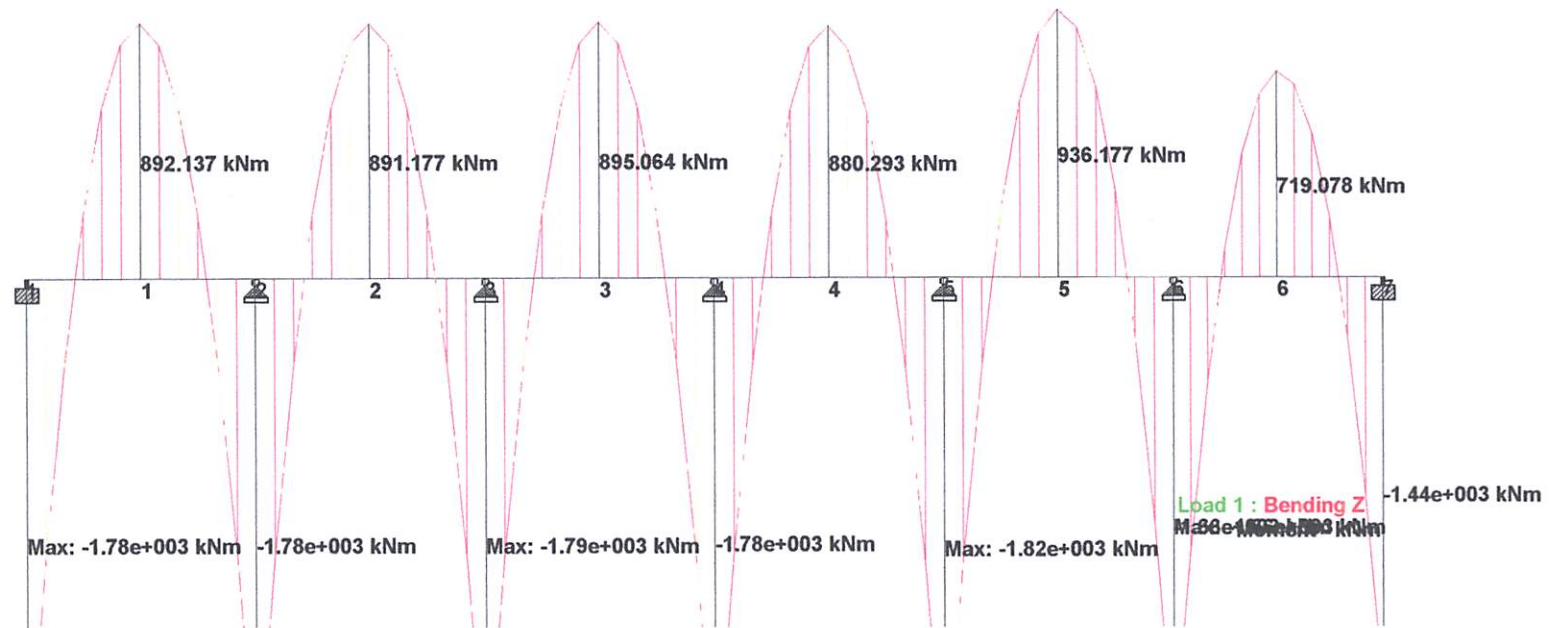


Software licensed to Bentley StaadPro

Job No	Sheet No 2	Rev
Part		
Ref		
By	Baiq Jusika Saron F ^e 23-Feb-12	Chd Ir.Bambang Wedyan
File	Pondasi Telapak Menerus	Date/Time 23-Feb-2012 17:11

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line B)

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)



gaya momen balok Rib pondasi Line B



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No

3

Rev

Part

Ref

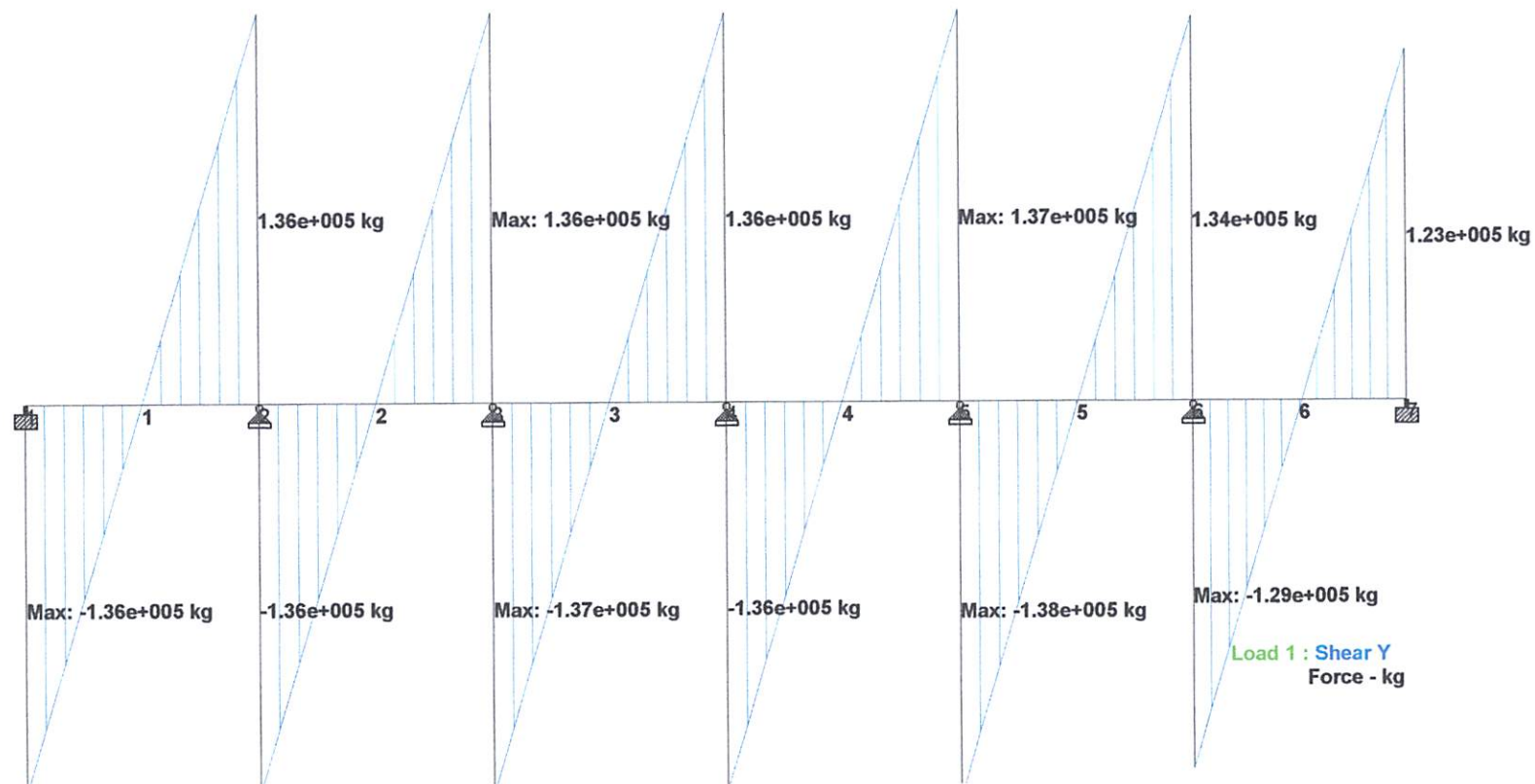
By Baiq Jusika Saron F^o23-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedyan

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line B)

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus Date/Time 23-Feb-2012 17:11



Y
Z-X

gaya geser balok Rib pondasi Line B

 Software licensed to Bentley StaadPro	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line B)	Ref		
	By Baiq Jusika Saron F#23-Feb-12 Chd Ir.Bambang Wedyar		
Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)	File Pondasi Telapak Menerus	Date/Time 23-Feb-2012 17:11	

Beam Force Detail

Sign convention as diagrams:- positive above line, negative below line except Fx where positive is compression. Distance d is given from beam end A.

			Axial	Shear		Torsion	Bending	
Beam	L/C	d (m)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.78E+3
		0.800	0.000	-109E+3	0.000	0.000	0.000	-832.730
		1.600	0.000	-81.9E+3	0.000	0.000	0.000	-89.321
		2.400	0.000	-54.6E+3	0.000	0.000	0.000	445.960
		3.200	0.000	-27.3E+3	0.000	0.000	0.000	773.113
		4.000	0.000	-11.960	0.000	0.000	0.000	892.137
		4.800	0.000	27.3E+3	0.000	0.000	0.000	773.300
		5.600	0.000	54.6E+3	0.000	0.000	0.000	446.335
		6.400	0.000	81.8E+3	0.000	0.000	0.000	-88.757
		7.200	0.000	109E+3	0.000	0.000	0.000	-831.979
	8.000	0.000	136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.78E+3	
2	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.78E+3
		0.800	0.000	-109E+3	0.000	0.000	0.000	-832.171
		1.600	0.000	-81.8E+3	0.000	0.000	0.000	-89.142
		2.400	0.000	-54.5E+3	0.000	0.000	0.000	445.759
		3.200	0.000	-27.3E+3	0.000	0.000	0.000	772.532
		4.000	0.000	36.447	0.000	0.000	0.000	891.177
		4.800	0.000	27.3E+3	0.000	0.000	0.000	771.960
		5.600	0.000	54.6E+3	0.000	0.000	0.000	444.616
		6.400	0.000	81.9E+3	0.000	0.000	0.000	-90.857
		7.200	0.000	109E+3	0.000	0.000	0.000	-834.458
	8.000	0.000	136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.79E+3	
3	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-137E+3	0.000	0.000	0.000	-1.79E+3
		0.800	0.000	-109E+3	0.000	0.000	0.000	-833.681
		1.600	0.000	-82E+3	0.000	0.000	0.000	-89.303
		2.400	0.000	-54.7E+3	0.000	0.000	0.000	446.948
		3.200	0.000	-27.4E+3	0.000	0.000	0.000	775.070
		4.000	0.000	-135.546	0.000	0.000	0.000	895.064
		4.800	0.000	27.2E+3	0.000	0.000	0.000	777.196
		5.600	0.000	54.4E+3	0.000	0.000	0.000	451.201
		6.400	0.000	81.7E+3	0.000	0.000	0.000	-82.922
		7.200	0.000	109E+3	0.000	0.000	0.000	-825.174
	8.000	0.000	136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.78E+3	
4	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-136E+3	0.000	0.000	0.000	-1.78E+3
		0.800	0.000	-109E+3	0.000	0.000	0.000	-828.128
		1.600	0.000	-81.3E+3	0.000	0.000	0.000	-88.830
		2.400	0.000	-54.1E+3	0.000	0.000	0.000	442.339
		3.200	0.000	-26.8E+3	0.000	0.000	0.000	765.381
		4.000	0.000	512.091	0.000	0.000	0.000	880.293
		4.800	0.000	27.8E+3	0.000	0.000	0.000	757.345
		5.600	0.000	55.1E+3	0.000	0.000	0.000	426.269
		6.400	0.000	82.4E+3	0.000	0.000	0.000	-112.935
		7.200	0.000	110E+3	0.000	0.000	0.000	-860.268
	8.000	0.000	137E+3	0.000	0.000	0.000	-1.82E+3	
5	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-138E+3	0.000	0.000	0.000	-1.82E+3
		0.800	0.000	-111E+3	0.000	0.000	0.000	-849.091
		1.600	0.000	-83.8E+3	0.000	0.000	0.000	-90.581

 Software licensed to Bentley StaadPro	Job No	Sheet No 2	Rev
	Part		
	Ref		
	By Baiq Jusika Saron F ^o 23-Feb-12 Chd Ir.Bambang Wedyar		
Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line B)		File Pondasi Telapak Menerus	
Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)		Date/Time 23-Feb-2012 17:11	

Beam Force Detail Cont...

Beam	L/C	d (m)	Axial	Shear		Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
		2.400	0.000	-56.5E+3	0.000	0.000	0.000	459.800
		3.200	0.000	-29.2E+3	0.000	0.000	0.000	802.053
		4.000	0.000	-1.94E+3	0.000	0.000	0.000	936.177
		4.800	0.000	25.4E+3	0.000	0.000	0.000	832.441
		5.600	0.000	52.6E+3	0.000	0.000	0.000	520.576
		6.400	0.000	79.9E+3	0.000	0.000	0.000	0.582
		7.200	0.000	107E+3	0.000	0.000	0.000	-727.538
		8.000	0.000	134E+3	0.000	0.000	0.000	-1.66E+3
6	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-129E+3	0.000	0.000	0.000	-1.66E+3
		0.737	0.000	-104E+3	0.000	0.000	0.000	-833.938
		1.474	0.000	-78.5E+3	0.000	0.000	0.000	-180.726
		2.211	0.000	-53.4E+3	0.000	0.000	0.000	295.847
		2.948	0.000	-28.2E+3	0.000	0.000	0.000	595.782
		3.685	0.000	-3.09E+3	0.000	0.000	0.000	719.078
		4.422	0.000	22E+3	0.000	0.000	0.000	640.501
		5.159	0.000	47.2E+3	0.000	0.000	0.000	385.286
		5.896	0.000	72.3E+3	0.000	0.000	0.000	-46.568
		6.633	0.000	97.5E+3	0.000	0.000	0.000	-655.061
		7.370	0.000	123E+3	0.000	0.000	0.000	-1.44E+3

Input Pondasi Telapak Menerus Line D

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 23-Feb-12
JOB NAME Pondasi Telapak Menerus (Line D)
JOB CLIENT Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
ENGINEER NAME Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
CHECKER NAME Ir.Bambang Wedyantadji,MT & Ir. Eding Iskak Imananto,MT
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KG
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 8 0 0; 3 16 0 0; 4 24 0 0; 5 32 0 0; 6 40 0 0; 7 46.5 0 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3; 3 3 4; 4 4 5; 5 5 6; 6 6 7;
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 2.574e+009
POISSON 0.17
DENSITY 2400
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY AMERICAN
1 TO 6 TAPERED F1 0.9 F2 0.4 F3 0.2 F4 1.4 F5 0.3
CONSTANTS
MATERIAL CONCRETE ALL
SUPPORTS
1 7 FIXED
2 TO 6 PINNED
LOAD 1 LOADTYPE DEAD TITLE BEBAN MERATA
MEMBER LOAD
1 TO 6 UNI GY 29738.657
1 TO 6 UNI GY -1464
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
FINISH



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No

1

Rev

Part

Ref

By Baiq Jusika Saron Feb23-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedya

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line D)

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi telapak Menerus.

Date/Time 23-Feb-2012 14:54



Y
Z-X

Load 1



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No

2

Rev

Part

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line D)

Ref

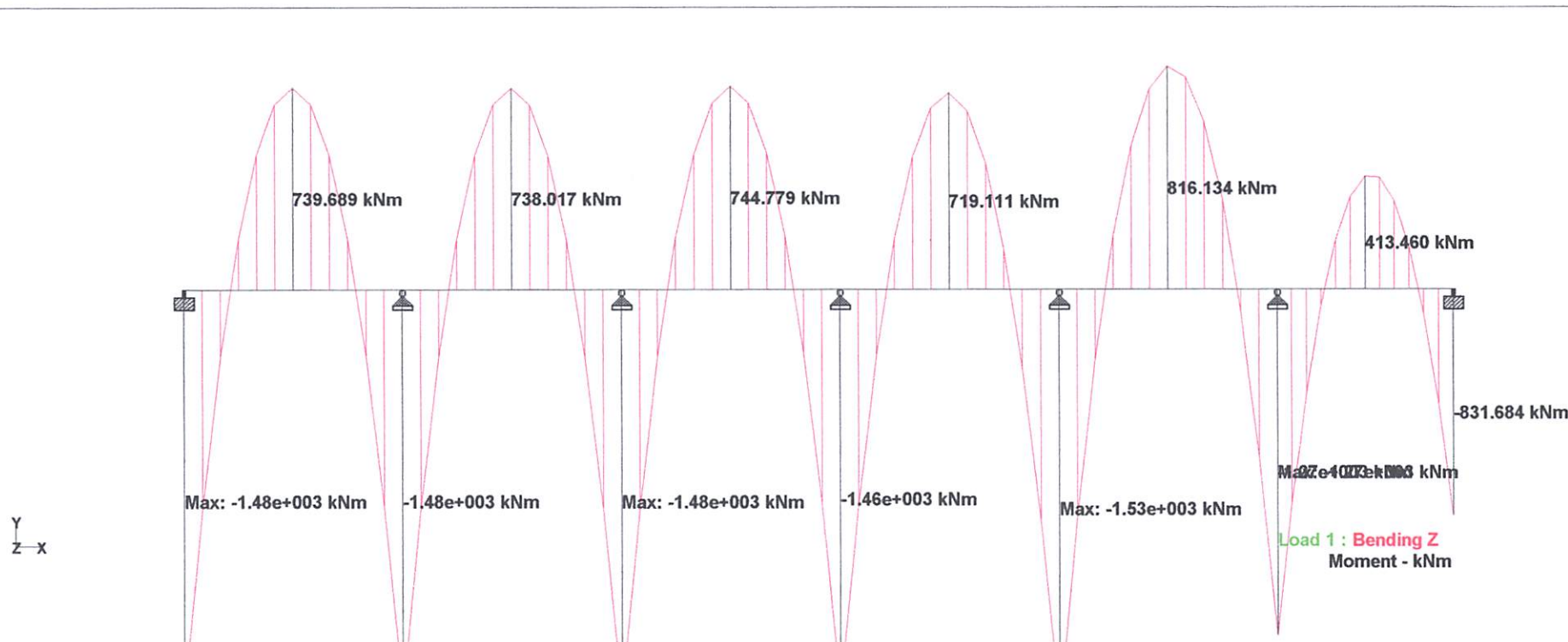
By Baiq Jusika Saron F^{23-Feb-12}

Chd Ir.Bambang Wedyar

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi telapak Menerus.

Date/Time 23-Feb-2012 14:54



gaya momen balok Rib pondasi Line D



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No

3

Rev

Part

Ref

By Baiq Jusika Saron F^o23-Feb-12

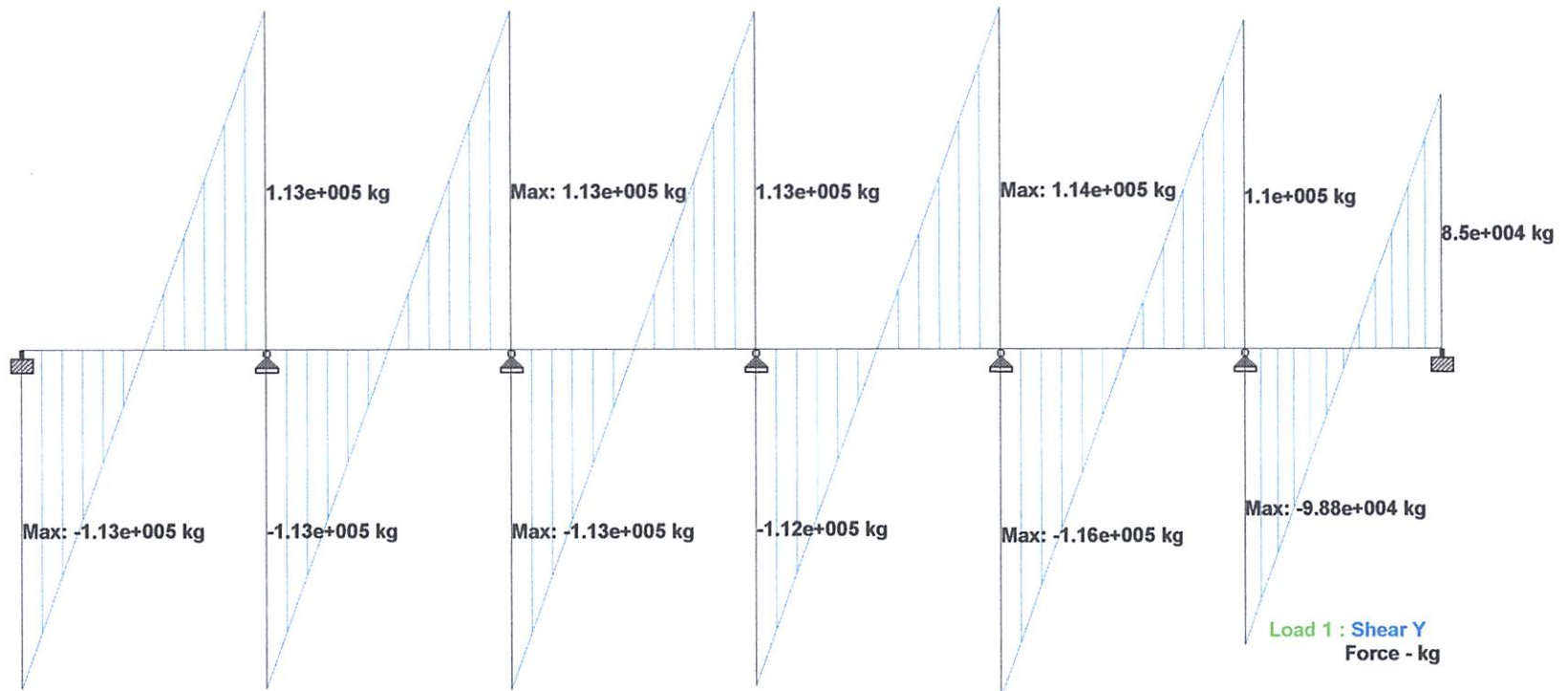
Chd Ir.Bambang Wedya

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line D)

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi telapak Menerus.

Date/Time 23-Feb-2012 14:54



gaya geser balok Rib pondasi Line D

 Software licensed to Bentley StaadPro	Job No	Sheet No 1	Rev
	Part		
Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line D)	Ref		
	By Baiq Jusika Saron F ^o 23-Feb-12		Chd Ir.Bambang Wedyar
Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)	File Pondasi telapak Menerus.	Date/Time 23-Feb-2012 14:54	

Beam Force Detail

Sign convention as diagrams:- positive above line, negative below line except Fx where positive is compression. Distance d is given from beam end A.

			Axial	Shear		Torsion	Bending	
Beam	L/C	d (m)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.48E+3
		0.800	0.000	-90.5E+3	0.000	0.000	0.000	-690.496
		1.600	0.000	-67.9E+3	0.000	0.000	0.000	-74.156
		2.400	0.000	-45.3E+3	0.000	0.000	0.000	369.656
		3.200	0.000	-22.6E+3	0.000	0.000	0.000	640.937
		4.000	0.000	-20.868	0.000	0.000	0.000	739.689
		4.800	0.000	22.6E+3	0.000	0.000	0.000	641.265
		5.600	0.000	45.2E+3	0.000	0.000	0.000	370.311
		6.400	0.000	67.8E+3	0.000	0.000	0.000	-73.173
		7.200	0.000	90.5E+3	0.000	0.000	0.000	-689.187
	8.000	0.000	113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.48E+3	
2	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.48E+3
		0.800	0.000	-90.4E+3	0.000	0.000	0.000	-689.521
		1.600	0.000	-67.8E+3	0.000	0.000	0.000	-73.842
		2.400	0.000	-45.2E+3	0.000	0.000	0.000	369.307
		3.200	0.000	-22.6E+3	0.000	0.000	0.000	639.927
		4.000	0.000	63.496	0.000	0.000	0.000	738.017
		4.800	0.000	22.7E+3	0.000	0.000	0.000	638.931
		5.600	0.000	45.3E+3	0.000	0.000	0.000	367.315
		6.400	0.000	67.9E+3	0.000	0.000	0.000	-76.831
		7.200	0.000	90.5E+3	0.000	0.000	0.000	-693.506
	8.000	0.000	113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.48E+3	
3	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.48E+3
		0.800	0.000	-90.7E+3	0.000	0.000	0.000	-692.154
		1.600	0.000	-68.1E+3	0.000	0.000	0.000	-74.127
		2.400	0.000	-45.5E+3	0.000	0.000	0.000	371.372
		3.200	0.000	-22.9E+3	0.000	0.000	0.000	644.340
		4.000	0.000	-235.877	0.000	0.000	0.000	744.779
		4.800	0.000	22.4E+3	0.000	0.000	0.000	648.041
		5.600	0.000	45E+3	0.000	0.000	0.000	378.774
		6.400	0.000	67.6E+3	0.000	0.000	0.000	-63.023
		7.200	0.000	90.2E+3	0.000	0.000	0.000	-677.350
	8.000	0.000	113E+3	0.000	0.000	0.000	-1.46E+3	
4	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-112E+3	0.000	0.000	0.000	-1.46E+3
		0.800	0.000	-89.6E+3	0.000	0.000	0.000	-682.483
		1.600	0.000	-67E+3	0.000	0.000	0.000	-73.291
		2.400	0.000	-44.3E+3	0.000	0.000	0.000	363.373
		3.200	0.000	-21.7E+3	0.000	0.000	0.000	627.506
		4.000	0.000	890.242	0.000	0.000	0.000	719.111
		4.800	0.000	23.5E+3	0.000	0.000	0.000	613.538
		5.600	0.000	46.1E+3	0.000	0.000	0.000	335.436
		6.400	0.000	68.7E+3	0.000	0.000	0.000	-115.196
		7.200	0.000	91.4E+3	0.000	0.000	0.000	-738.357
	8.000	0.000	114E+3	0.000	0.000	0.000	-1.53E+3	
5	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-116E+3	0.000	0.000	0.000	-1.53E+3
		0.800	0.000	-93.8E+3	0.000	0.000	0.000	-718.952
		1.600	0.000	-71.2E+3	0.000	0.000	0.000	-76.386



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No
2

Rev

Part

Ref

Job Title
Pondasi Telapak Menerus (Line D)

By Baiq Jusika Saron Febriani
Chd Ir.Bambang Wedyarto

Client
Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File
Pondasi telapak Menerus.

Date/Time
23-Feb-2012 14:54

Beam Force Detail Cont...

Beam	L/C	d (m)	Axial	Shear		Torsion	Bending	
			Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
		2.400	0.000	-48.6E+3	0.000	0.000	0.000	393.650
		3.200	0.000	-26E+3	0.000	0.000	0.000	691.157
		4.000	0.000	-3.36E+3	0.000	0.000	0.000	816.134
		4.800	0.000	19.3E+3	0.000	0.000	0.000	743.935
		5.600	0.000	41.9E+3	0.000	0.000	0.000	499.206
		6.400	0.000	64.5E+3	0.000	0.000	0.000	81.946
		7.200	0.000	87.1E+3	0.000	0.000	0.000	-507.841
		8.000	0.000	110E+3	0.000	0.000	0.000	-1.27E+3
6	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-98.8E+3	0.000	0.000	0.000	-1.27E+3
		0.650	0.000	-80.4E+3	0.000	0.000	0.000	-705.643
		1.300	0.000	-62E+3	0.000	0.000	0.000	-255.023
		1.950	0.000	-43.6E+3	0.000	0.000	0.000	81.702
		2.600	0.000	-25.3E+3	0.000	0.000	0.000	304.529
		3.250	0.000	-6.88E+3	0.000	0.000	0.000	413.460
		3.900	0.000	11.5E+3	0.000	0.000	0.000	392.224
		4.550	0.000	29.9E+3	0.000	0.000	0.000	257.092
		5.200	0.000	48.3E+3	0.000	0.000	0.000	8.063
		5.850	0.000	66.6E+3	0.000	0.000	0.000	-354.862
		6.500	0.000	85E+3	0.000	0.000	0.000	-831.684

Input Pondasi Telapak Menerus Line E

STAAD SPACE
START JOB INFORMATION
ENGINEER DATE 23-Feb-12
JOB NAME Pondasi Telapak Menerus (Line E)
JOB CLIENT Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
ENGINEER NAME Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)
CHECKER NAME Ir.Bambang Wedyantadji,MT & Ir.Eding Iskak Imananto,MT
END JOB INFORMATION
INPUT WIDTH 79
UNIT METER KG
JOINT COORDINATES
1 0 0 0; 2 8.02 0 0; 3 16.04 0 0; 4 21.89 0 0;
MEMBER INCIDENCES
1 1 2; 2 2 3; 3 3 4;
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC CONCRETE
E 2.574e+009
POISSON 0.17
DENSITY 2400
ALPHA 1e-005
DAMP 0.05
END DEFINE MATERIAL
MEMBER PROPERTY AMERICAN
1 TO 3 TAPERED F1 0.6 F2 0.4 F3 0.2 F4 1.4 F5 0.3
CONSTANTS
MATERIAL CONCRETE ALL
SUPPORTS
1 4 FIXED
2 3 PINNED
LOAD 1 LOADTYPE DEAD TITLE BEBAN MERATA
MEMBER LOAD
1 TO 3 UNI GY 10715.898
1 TO 3 UNI GY -1176
PERFORM ANALYSIS PRINT ALL
FINISH



Software licensed to Bentley StaadPro

1

Part

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line E)

Ref

By Baiq Jusika Saron F^e23-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedyar

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus

Date/Time 08-Mar-2012 08:09



Y
Z-X

Load 1

no.beam & node



Software licensed to Bentley StaadPro

2

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line E)

Part

Ref

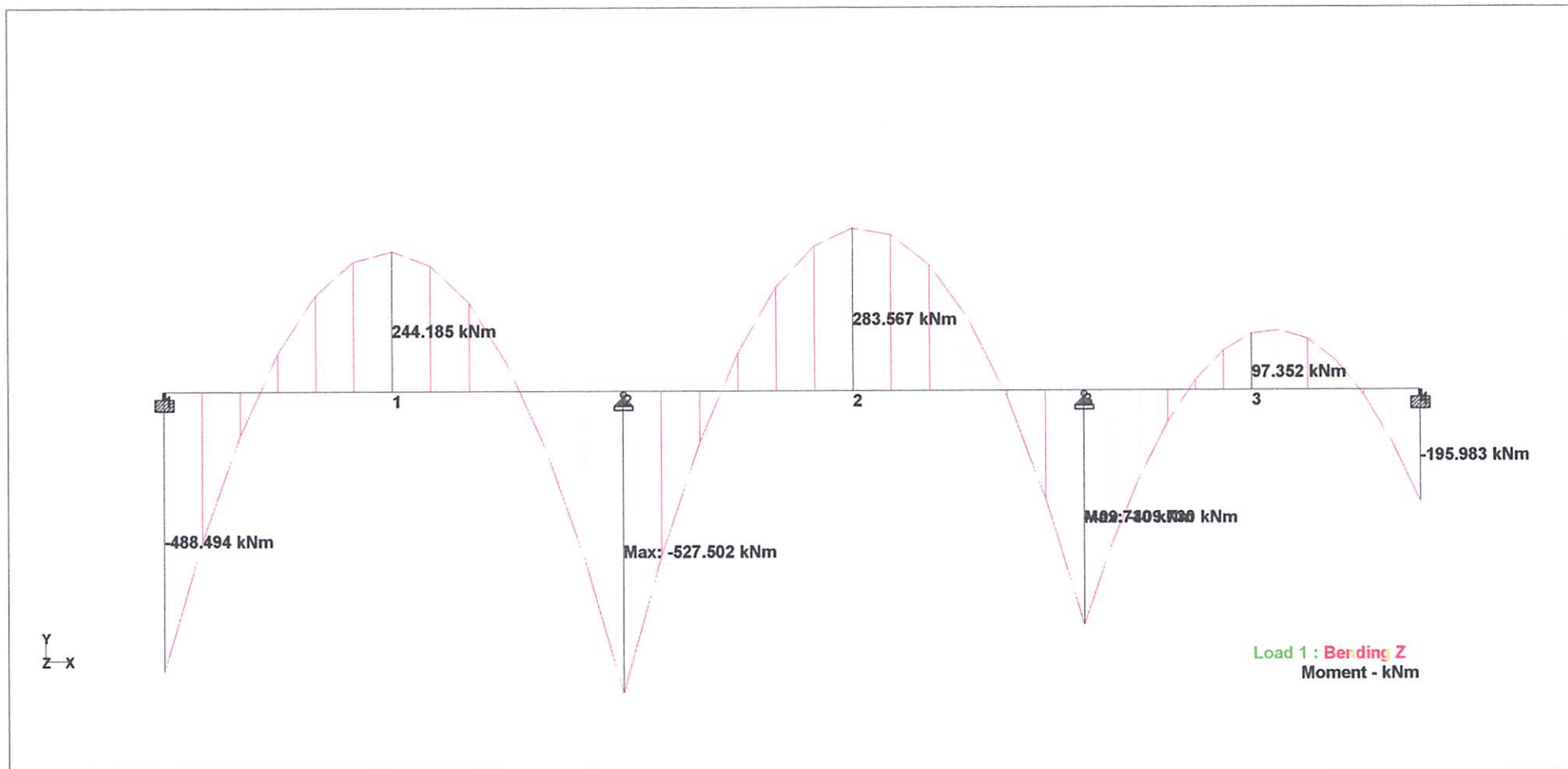
By Baiq Jusika Saron Feb-23-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedyar

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus

Date/Time 08-Mar-2012 08:09



gaya momen balok Rib pondasi Line E



Software licensed to Bentley StaadPro

3

Job Title Pondasi Telapak Menerus (Line E)

Part

Ref

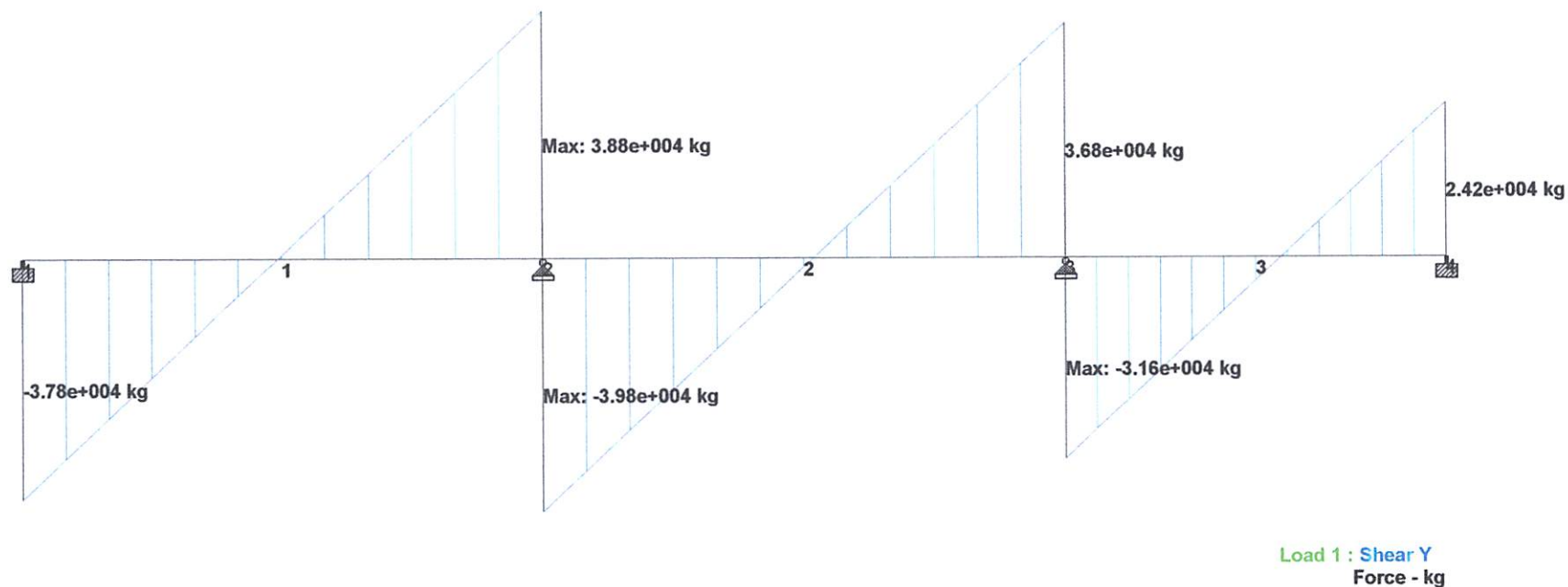
By Baiq Jusika Saron F²³-Feb-12

Chd Ir.Bambang Wedyar

Client Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus

Date/Time 08-Mar-2012 08:09



gaya geser balok Rib pondasi Line E



Software licensed to Bentley StaadPro

Job No

Sheet No
1

Rev

Part

Ref

Job Title
Pondasi Telapak Menerus (Line E)

By Baiq Jusika Saron F^o23-Feb-12
Chd Ir.Bambang Wedyar

Client
Baiq Jusika Saron Febriani (07.21.029)

File Pondasi Telapak Menerus
Date/Time 08-Mar-2012 08:09

Beam Force Detail

Sign convention as diagrams:- positive above line, negative below line except Fx where positive is compression. Distance d is given from beam end A.

			Axial	Shear		Torsion	Bending	
Beam	L/C	d (m)	Fx (kg)	Fy (kg)	Fz (kg)	Mx (kNm)	My (kNm)	Mz (kNm)
1	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-37.8E+3	0.000	0.000	0.000	-488.494
		0.802	0.000	-30.1E+3	0.000	0.000	0.000	-224.952
		1.604	0.000	-22.5E+3	0.000	0.000	0.000	-19.913
		2.406	0.000	-14.8E+3	0.000	0.000	0.000	126.623
		3.208	0.000	-7.16E+3	0.000	0.000	0.000	214.655
		4.010	0.000	495.975	0.000	0.000	0.000	244.185
		4.812	0.000	8.15E+3	0.000	0.000	0.000	206.854
		5.614	0.000	15.8E+3	0.000	0.000	0.000	111.019
		6.416	0.000	23.4E+3	0.000	0.000	0.000	-43.318
		7.218	0.000	31.1E+3	0.000	0.000	0.000	-256.158
	8.020	0.000	38.8E+3	0.000	0.000	0.000	-527.502	
2	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-39.8E+3	0.000	0.000	0.000	-527.502
		0.802	0.000	-32.1E+3	0.000	0.000	0.000	-248.282
		1.604	0.000	-24.5E+3	0.000	0.000	0.000	-27.565
		2.406	0.000	-16.8E+3	0.000	0.000	0.000	134.649
		3.208	0.000	-9.15E+3	0.000	0.000	0.000	238.359
		4.010	0.000	-1.5E+3	0.000	0.000	0.000	283.567
		4.812	0.000	6.15E+3	0.000	0.000	0.000	261.914
		5.614	0.000	13.8E+3	0.000	0.000	0.000	181.757
		6.416	0.000	21.5E+3	0.000	0.000	0.000	43.098
		7.218	0.000	29.1E+3	0.000	0.000	0.000	-154.064
	8.020	0.000	36.8E+3	0.000	0.000	0.000	-409.730	
3	1:BEBAN MER	0.000	0.000	-31.6E+3	0.000	0.000	0.000	-409.730
		0.585	0.000	-26E+3	0.000	0.000	0.000	-246.059
		1.170	0.000	-20.5E+3	0.000	0.000	0.000	-113.515
		1.755	0.000	-14.9E+3	0.000	0.000	0.000	-12.099
		2.340	0.000	-9.31E+3	0.000	0.000	0.000	58.190
		2.925	0.000	-3.73E+3	0.000	0.000	0.000	97.352
		3.510	0.000	1.86E+3	0.000	0.000	0.000	100.940
		4.095	0.000	7.44E+3	0.000	0.000	0.000	73.400
		4.680	0.000	13E+3	0.000	0.000	0.000	14.733
		5.265	0.000	18.6E+3	0.000	0.000	0.000	-75.061
	5.850	0.000	24.2E+3	0.000	0.000	0.000	-195.983	

LAMPIRAN 3

1. Tabel penulangan balok Rib pondasi telapak menerus line B.
2. Tabel penulangan balok Rib pondasi telapak menerus line D.
3. Tabel penulangan balok Rib pondasi telapak menerus line E.

Balok Rib (Line D)								
Penulangan tumpuan Rib	1	2	3	4	5	6	7	
grata-rata (kg/m ²)	21241.898	21241.898	21241.898	21241.898	21241.898	21241.898	21241.898	21241.898
B (m)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
q balok (kg/m)	29738.657	29738.657	29738.657	29738.657	29738.657	29738.657	29738.657	29738.657
b (mm)	400	400	400	400	400	400	400	400
h (mm)	800	900	900	900	900	900	900	900
selimut beton (mm)	75	75	75	75	75	75	75	75
diameter tulangan tarik (mm)	25	25	25	25	25	25	25	25
diameter sengkang (mm)	12	12	12	12	12	12	12	12
fc' (Mpa)	30	30	30	30	30	30	30	30
fy (Mpa)	350	350	350	350	350	350	350	350
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
φ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
q balok 1 (kN/m)	297.38657	297.38657	297.38657	297.38657	297.38657	297.38657	297.38657	297.38657
q balok 2 (kN/m)	14.640	14.640	14.640	14.640	14.640	14.640	14.640	14.640
Mu (dari staad) (kNm)	1480	1480	1480	1480	1460	1530	1270	831.684
Mn (Nmm)	1850000000	1850000000	1850000000	1850000000	1825000000	1912500000	1587500000	1039605000
d (mm)	700.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5
d' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
syarat balok T flens tunggal								
hf > 1/2 bw	200	200	200	200	200	200	200	200
be < 4 bw	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
dipakai nilai be	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Digunakan tulang rangkap, maka :								
pb	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911
Direncanakan tulang tarik :	20D25	17D25	17D25	17D25	16D25	17D25	14D25	8D25
	9821.42857	8348.21429	8348.21429	8348.21429	7857.14286	8348.21429	6875.00000	3928.57143
Digunakan tulang tekan diameter	25	25	25	25	25	25	25	25
Direncanakan tulang tekan :	8D25	10D25	10D25	10D25	9D25	10D25	8D25	3D25
	4419.64286	4910.71429	4910.71429	4910.71429	4419.64286	4910.71429	3928.57143	1473.21429
Kontrol Momen Tumpuan								
Tulangan Tarik								
As bagi plat 6D10	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
As balok (As)	9821.42857	8348.21429	8348.21429	8348.21429	7857.14286	8348.21429	6875.00000	3928.57143
Tulangan Tekan								
As'	4419.64286	4910.71429	4910.71429	4910.71429	4419.64286	4910.71429	3928.57143	1473.21429
y (mm)	191.90	175.59	175.59	175.59	172.53	175.59	156.90	123.46
d (mm)	608.10	724.41	724.41	724.41	727.47	724.41	743.10	776.54
d' (mm)	120.83	130.50	130.50	130.50	127.06	130.50	122.75	99.50
p'	0.01817	0.01695	0.01695	0.01695	0.01519	0.01695	0.01322	0.00474
p maks = 0,75 . pb + p'	0.04750	0.04628	0.04628	0.04628	0.04452	0.04628	0.04255	0.03408
As maks	11555.02	13810.78	13810.78	13810.78	12955.62	13810.78	12648.03	10585.06
As ada	14712.50	13730.36	13730.36	13730.36	12748.21	13730.36	11275.00	5873.21

As maks > As ada	Not Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
As min	1903.27	2267.28	2267.28	2267.28	2276.86	2267.28	2325.80	2430.46
As min	3330.72	3967.74	3967.74	3967.74	3984.50	3967.74	4070.15	4253.31
Dipakai nilai As min terkecil	1903.27	2267.28	2267.28	2267.28	2276.86	2267.28	2325.80	2430.46
As min < As ada < As maks	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
Cc + Cs - Ts = 0								
a	201.53186	134.12990	134.12990	134.12990	134.12990	134.12990	117.27941	100.42892
c = a / $\beta 1$	237.09631	157.79988	157.79988	157.79988	157.79988	157.79988	137.97578	118.15167
Cc = 0,85.fc'.a.b	2055625	1368125	1368125	1368125	1368125	1368125	1196250	1024375
Cs = As'.fs'	1546875	1718750	1718750	1718750	1546875	1718750	1375000	515625
Cc + Cs	3602500	3086875	3086875	3086875	2915000	3086875	2571250	1540000
Ts = (As bagi plat + As).fy	3602500	3086875	3086875	3086875	2915000	3086875	2571250	1540000
z1 = d - a/2	507.33712	657.34151	657.34151	657.34151	660.40203	657.34151	684.46457	726.33018
Z2 = d - d'	487.27	593.91	593.91	593.91	600.41	593.91	620.35	677.04
Mn1 = (As - As') . fy . (d - a/2)	1042894872	899325350.4	899325350.4	899325350.4	903512527.5	899325350.4	818790744.5	744034480.3
Mn2 = As' . fy . (d - d')	753745348.3	1020776726	1020776726	1020776726	928761423.9	1020776726	852987132.4	349101144
Mn = Mn1 + Mn2 (Nmm)	1796640220	1920102076	1920102076	1920102076	1832273951	1920102076	1671777877	1093135624
MR = 0,8 . Mn (kNm)	1437.312176	1536.081661	1536.081661	1536.081661	1465.819161	1536.081661	1337.422301	874.5084994
MR > Mu	Not Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Balok Rib (1.lne D)						
ulangan lapangan Rib	1	2	3	4	5	6
(dari Staad) (kNm)	739.689	738.017	744.779	719.111	816.134	413.46
um)	400	400	400	400	400	400
nm)	900	900	900	900	900	900
ondasi (mm)	1400	1400	1400	1400	1400	1400
urat balok T flens tunggal						
> 1/2 bw	200	200	200	200	200	200
< 4 bw	1600	1600	1600	1600	1600	1600
pakai nilai b _e	1400	1400	1400	1400	1400	1400
limut beton (mm)	75	75	75	75	75	75
ameter tulangan tarik (mm)	25	25	25	25	25	25
ameter sengkang (mm)	12	12	12	12	12	12
(Mpa)	30	30	30	30	30	30
(Mpa)	350	350	350	350	350	350
	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
(mm)	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5
(mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
r (Nmm)	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000
hitung balok persegi dgn b =	1400	1400	1400	1400	1400	1400
rn (Nmm)	924611250	922521250	930973750	898888750	1020167500	516825000
gunakan tulang rangkap, maka :						
b	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911
irncanakan tulang tarik :	9D25	9D25	9D25	9D25	9D25	9D25
	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286
gunakan tulang tekan diameter	25	25	25	25	25	25
irncanakan tulang tekan :	2D25	2D25	2D25	2D25	2D25	2D25
	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286
ontrol Momen Lapangan						
ulangan Tarik						
As	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286	4419.64286
ulangan Tekan						
As'	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286
As bagi plat 6D10	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
s' (mm)	127.06	127.06	127.06	127.06	127.06	127.06
l (mm)	772.94	772.94	772.94	772.94	772.94	772.94
l' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
l" (mm)	96	96	96	96	96	96
ρ	0.00134	0.00134	0.00134	0.00134	0.00134	0.00134
ρ maks = 0.75 . ρ _b + ρ'	0.03068	0.03068	0.03068	0.03068	0.03068	0.03068
As maks	33197.17932	33197.17932	33197.17932	33197.17932	33197.17932	33197.17932
As ada	5873.21429	5873.21429	5873.21429	5873.21429	5873.21429	5873.21429
As maks > As ada	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
As min	4328.488889	4328.488889	4328.488889	4328.488889	4328.488889	4328.488889
As min < As ada < As maks	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
ρ _c + ρ _s - ρ _s = 0						
ρ	29.07913	29.07913	29.07913	29.07913	29.07913	29.07913
ρ = a / β ₁	34.21074	34.21074	34.21074	34.21074	34.21074	34.21074
Karena a < selimut beton, maka :						
ρ _c = ρ _{s1} + ρ _{s2} + ρ _{s3}						
ρ	57.58053	57.58053	57.58053	57.58053	57.58053	57.58053
ρ = a / β ₁	67.74180	67.74180	67.74180	67.74180	67.74180	67.74180
ρ _c = 0.85 . f _c ' . a . b	2055625	2055625	2055625	2055625	2055625	2055625
ρ _{s1} = As . f _y	1546875	1546875	1546875	1546875	1546875	1546875
ρ _{s2} = As' . f _y	343750	343750	343750	343750	343750	343750
ρ _{s3} = As bagi plat . f _y	165000	165000	165000	165000	165000	165000
ρ _s = ρ _{s1} + ρ _{s2} + ρ _{s3}	2055625	2055625	2055625	2055625	2055625	2055625
Z ₁ = d - a/2	744.1541783	744.1541783	744.1541783	744.1541783	744.1541783	744.1541783
Z ₂ = d' - a/2	70.70973389	70.70973389	70.70973389	70.70973389	70.70973389	70.70973389
Z ₃ = d" - a/2	67.20973389	67.20973389	67.20973389	67.20973389	67.20973389	67.20973389
M _{n1} = ρ _{s1} . Z ₁	1151113495	1151113495	1151113495	1151113495	1151113495	1151113495
M _{n2} = ρ _{s2} . Z ₂	24306471.03	24306471.03	24306471.03	24306471.03	24306471.03	24306471.03
M _{n3} = ρ _{s3} . Z ₃	23103346.03	23103346.03	23103346.03	23103346.03	23103346.03	23103346.03
M _n = M _{n1} + M _{n2} + M _{n3} (Nmm)	1198523312	1198523312	1198523312	1198523312	1198523312	1198523312
MR = 0.8 . M _n (kNm)	958.8186493	958.8186493	958.8186493	958.8186493	958.8186493	958.8186493
MR > Mu	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Balok Rib (Line B)								
Penulangan tumpuan Rib	1	2	3	4	5	6	7	
qrata-rata (kg/m ²)	25433.718	25464.768	25464.768	25464.768	25464.768	25464.768	25464.768	25464.768
B (m)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
q balok (kg/m)	35607.205	35650.675	35650.675	35650.675	35650.675	35650.675	35650.675	35650.675
b (mm)	400	450	450	450	450	450	450	450
h (mm)	800	900	900	900	900	900	900	900
selimut beton (mm)	75	75	75	75	75	75	75	75
diameter tulangan tarik (mm)	25	25	25	25	25	25	25	25
diameter sengkang (mm)	12	12	12	12	12	12	12	12
fc' (Mpa)	30	30	30	30	30	30	30	30
fy (Mpa)	350	350	350	350	350	350	350	350
β1	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
φ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
q balok 1 (kN/m)	356.07205	356.50675	356.50675	356.50675	356.50675	356.50675	356.50675	356.50675
q balok 2 (kN/m)	13.680	15.420	15.420	15.420	15.420	15.420	15.420	15.420
Mu (dari staad) (kNm)	1780	1780	1780	1790	1780	1820	1660	1440
Mn (Nmm)	2225000000	2225000000	2225000000	2237500000	2225000000	2275000000	2075000000	1800000000
d (mm)	700.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5
d' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
syarat balok T flens tunggal								
hf > 1/2 bw	200	225	225	225	225	225	225	225
be < 4 bw	1600	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
dipakai nilai be	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1400
Digunakan tulang rangkap, maka :								
pb	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911
Direncanakan tulang tarik :	20D25	20D25	20D25	20D25	20D25	21D25	18D25	15D25
	9821.42857	9821.42857	9821.42857	9821.42857	9821.42857	10312.50000	8839.28571	7366.07143
Digunakan tulang tekan diameter	25	25	25	25	25	25	25	25
Direncanakan tulang tekan :	12D25	11D25	11D25	11D25	11D25	12D25	10D25	6D25
	5892.85714	5401.78571	5401.78571	5401.78571	5401.78571	5892.85714	4910.71429	2946.42857

Kontrol Momen Tumpuan								
Tulangan Tarik								
As bagi plat 6D10	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
As balok (As)	9821.42857	9821.42857	9821.42857	9821.42857	9821.42857	10312.50000	8839.28571	7366.07143
Tulangan Tekan								
As'	5892.85714	5401.78571	5401.78571	5401.78571	5401.78571	5892.85714	4910.71429	2946.42857
y (mm)	191.90	174.15	174.15	174.15	174.15	179.40	161.98	149.67
d (mm)	608.10	725.85	725.85	725.85	725.85	720.60	738.02	750.33
d' (mm)	144.00	127.68	127.68	127.68	127.68	130.50	124.30	99.50
ρ'	0.02423	0.01654	0.01654	0.01654	0.01654	0.01817	0.01479	0.00873
$\rho \text{ maks} = 0,75 \cdot \rho_b + \rho'$	0.05356	0.04587	0.04587	0.04587	0.04587	0.04751	0.04412	0.03806
As maks	13028.24	15983.43	15983.43	15983.43	15983.43	17405.16	14652.98	12851.27
As ada	16185.71	15694.64	15694.64	15694.64	15694.64	16676.79	14221.43	10783.93
As maks > As ada	Not Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
As min	1903.27	2555.78	2555.78	2555.78	2555.78	2537.28	2598.62	2641.98
As min	3330.72	3975.65	3975.65	3975.65	3975.65	3946.88	4042.30	4109.75
Dipakai nilai As min terkecil	1903.27	2555.78	2555.78	2555.78	2555.78	2537.28	2598.62	2641.98
As min < As ada < As maks	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
$C_c + C_s - T_s = 0$								
a	150.98039	149.18301	149.18301	149.18301	149.18301	149.18301	134.20479	149.18301
$c = a / \beta_1$	177.62399	175.50942	175.50942	175.50942	175.50942	175.50942	157.88799	175.50942
$C_c = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$	1540000	1711875	1711875	1711875	1711875	1711875	1540000	1711875
$C_s = A_s' \cdot f_s'$	2062500	1890625	1890625	1890625	1890625	2062500	1718750	1031250
$C_c + C_s$	3602500	3602500	3602500	3602500	3602500	3774375	3258750	2743125
$T_s = (A_s \text{ bagi plat} + A_s) \cdot f_y$	3602500	3602500	3602500	3602500	3602500	3774375	3258750	2743125
$z_1 = d - a/2$	532.61286	651.25964	651.25964	651.25964	651.25964	646.00686	670.91659	675.74308
$Z_2 = d - d'$	464.10	598.17	598.17	598.17	598.17	590.10	613.72	650.83
$Mn1 = (A_s - A_s') \cdot f_y \cdot (d - a/2)$	820223800.3	1114875099	1114875099	1114875099	1114875099	1105882989	1033211550	1156787691
$Mn2 = A_s' \cdot f_y \cdot (d - d')$	957212547.7	1130913884	1130913884	1130913884	1130913884	1217077869	1054829509	671173167.3
$Mn = Mn1 + Mn2 \text{ (Nmm)}$	1777436348	2245788983	2245788983	2245788983	2245788983	2322960858	2088041059	1827960858
$MR = 0,8 \cdot Mn \text{ (kNm)}$	1421.949078	1796.631186	1796.631186	1796.631186	1796.631186	1858.368686	1670.432847	1462.368686
$MR > Mu$	Not Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Balok Rib (Line B)						
	1	2	3	4	5	6
Penulangan lapungan Rib						
Mu (dari Staad) (kNm)	892.137	891.177	895.064	880.294	936.178	719.079
b (mm)	450	450	450	450	450	450
h (mm)	900	900	900	900	900	900
B pondasi (mm)	1400	1400	1400	1400	1400	1400
syarat balok T flens tunggal						
h _f > 1/2 b _w	225	225	225	225	225	225
b _e < 4 b _w	1800	1800	1800	1800	1800	1800
dipakai nilai b _e	1400	1400	1400	1400	1400	1400
selimut beton (mm)	75	75	75	75	75	75
diameter tulangan tarik (mm)	25	25	25	25	25	25
diameter sengkang (mm)	12	12	12	12	12	12
f _c ' (Mpa)	30	30	30	30	30	30
f _y (Mpa)	350	350	350	350	350	350
β ₁	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
φ	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
d (mm)	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5	800.5
d' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
M _r (Nmm)	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000	4001256000
dihitung balok persegi dgn b =	1400	1400	1400	1400	1400	1400
M _n (Nmm)	1115171250	1113971250	1118830000	1100367500	1170222500	898848750
Digunakan tulang rangkap, maka :						
ρ _b	0.039112782	0.039112782	0.039112782	0.039112782	0.039112782	0.039112782
Direncanakan tulang tarik :	9D25	9D25	9D25	9D25	9D25	9D25
	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857
Digunakan tulang tekan diameter	25	25	25	25	25	25
Direncanakan tulang tekan :	3D25	3D25	3D25	3D25	3D25	3D25
	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286
Kontrol Momen Lapungan						
Tulangan Tarik						
A _s	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857	4419.642857
Tulangan Tekan						
A _s '	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.214286
A _s bagi plat 6D10	471.4285714	471.4285714	471.4285714	471.4285714	471.4285714	471.4285714
y (mm)	120.17	120.17	120.17	120.17	120.17	120.17
d (mm)	779.83	779.83	779.83	779.83	779.83	779.83
d' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
d'' (mm)	96	96	96	96	96	96
ρ'	0.001781189	0.001781189	0.001781189	0.001781189	0.001781189	0.001781189
ρ maks = 0.75 . ρ _b + ρ'	0.031115776	0.031115776	0.031115776	0.031115776	0.031115776	0.031115776
A _s maks	33971.16654	33971.16654	33971.16654	33971.16654	33971.16654	33971.16654
A _s ada	6364.285714	6364.285714	6364.285714	6364.285714	6364.285714	6364.285714
A _s maks > A _s ada	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
A _s min	4367.066667	4367.066667	4367.066667	4367.066667	4367.066667	4367.066667
A _s min < A _s ada < A _s maks	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok
C _c + C _s = T _s + T'						
a	24.26470588	24.26470588	24.26470588	24.26470588	24.26470588	24.26470588
c = a / β ₁	28.5467128	28.5467128	28.5467128	28.5467128	28.5467128	28.5467128
Karena a < selimut beton, maka :						
C _c = T _{s1} + T _{s2} + T _{s3}						
a	62.39495798	62.39495798	62.39495798	62.39495798	62.39495798	62.39495798
c = a / β ₁	73.40583292	73.40583292	73.40583292	73.40583292	73.40583292	73.40583292
C _c = 0.85 . f _c ' . a . b	2227500	2227500	2227500	2227500	2227500	2227500
T _{s1} = A _s . f _y	1546875	1546875	1546875	1546875	1546875	1546875
T _{s2} = A _s ' . f _y	515625	515625	515625	515625	515625	515625
T _{s3} = A _s bagi plat . f _y	165000	165000	165000	165000	165000	165000
T _s = T _{s1} + T _{s2} + T _{s3}	2227500	2227500	2227500	2227500	2227500	2227500
Z ₁ = d - a/2	748.6358543	748.6358543	748.6358543	748.6358543	748.6358543	748.6358543
Z ₂ = d' - a/2	68.30252101	68.30252101	68.30252101	68.30252101	68.30252101	68.30252101
Z ₃ = d'' - a/2	64.80252101	64.80252101	64.80252101	64.80252101	64.80252101	64.80252101
M _{n1} = T _{s1} . Z ₁	1158046087	1158046087	1158046087	1158046087	1158046087	1158046087
M _{n2} = T _{s2} . Z ₂	35218487.39	35218487.39	35218487.39	35218487.39	35218487.39	35218487.39
M _{n3} = T _{s3} . Z ₃	33413799.89	33413799.89	33413799.89	33413799.89	33413799.89	33413799.89
M _n = M _{n1} + M _{n2} + M _{n3} (Nmm)	1226678374	1226678374	1226678374	1226678374	1226678374	1226678374
M _R = 0.8 . M _n (kNm)	981.3426996	981.3426996	981.3426996	981.3426996	981.3426996	981.3426996
M _R > M _u	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok	Ok

Tabel nilai y dan d (Line B)								
	1	1	2	3	4	5	6	7
an	75	75	75	75	75	75	75	75
t beton	25	25	25	25	25	25	25	25
tulangan	12	12	12	12	12	12	12	12
gkang	16	16	16	16	16	16	16	16
(tarik)	10	10	10	10	10	10	10	10
plat	25	25	25	25	25	25	25	25
angan	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143
	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
	2455.35714	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857
	2455.35714	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857
	2455.35714	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	2946.42857	1473.21429
	2455.35714	982.14286	982.14286	982.14286	982.14286	1473.21429	0.00000	0.00000
	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
	96	96	96	96	96	96	96	96
	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5	103.5
	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5	165.5
	227.5	227.5	227.5	227.5	227.5	227.5	227.5	227.5
	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5	289.5
	351.5	351.5	351.5	351.5	351.5	351.5	351.5	351.5
	191.90	174.15	174.15	174.15	174.15	179.40	161.98	149.67
	800	900	900	900	900	900	900	900
	608.10	725.85	725.85	725.85	725.85	720.60	738.02	750.33

Tabel nilai y dan d (Line B)						
	1	2	3	4	5	6
angan	75	75	75	75	75	75
nut beton	25	25	25	25	25	25
ar tulangan	12	12	12	12	12	12
ngkang	16	16	16	16	16	16
at (tarik)	10	10	10	10	10	10
gi plat	25	25	25	25	25	25
ulangan	491.0714286	491.0714286	491.0714286	491.071429	491.071429	491.071429
	2946.428571	2946.428571	2946.428571	2946.42857	2946.42857	2946.42857
	1473.214286	1473.214286	1473.214286	1473.21429	1473.21429	1473.21429
	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5
	161.5	161.5	161.5	161.5	161.5	161.5
	120.17	120.17	120.17	120.17	120.17	120.17
	900	900	900	900	900	900
	779.83	779.83	779.83	779.83	779.83	779.83

Balok Rib (Line E)				
Penulangan tumpuan Rib	1	2	3	4
qrata-rata (kg/m ²)	7654.213	7654.213	7654.213	7654.213
l3 (m)	1.4	1.4	1.4	1.4
q balok (kg/m)	10715.898	10715.898	10715.898	10715.898
b (mm)	400	400	400	400
h (mm)	600	600	600	600
selimut beton (mm)	75	75	75	75
diameter tulangan tarik (mm)	25	25	25	25
diameter sengkang (mm)	12	12	12	12
fc' (Mpa)	30	30	30	30
fy (Mpa)	350	350	350	350
β_1	0.85	0.85	0.85	0.85
ϕ	0.8	0.8	0.8	0.8
q balok 1 (kN/m)	107.15898	107.15898	107.15898	107.15898
q balok 2 (kN/m)	11.760	11.760	11.760	11.760
Mu (dari staad) (kNm)	488.494	527.502	409.73	195.983
Mn (Nmm)	610617500	659377500	512162500	244978750
d (mm)	500.5	500.5	500.5	500.5
d' (mm)	99.5	99.5	99.5	99.5
syarat balok T flens tunggal				
hf > 1/2 bw	200	200	200	200
bc < 4 bw	1600	1600	1600	1600
dipakai nilai bc	1400	1400	1400	1400
Digunakan tulang rangkap, maka :				
ρ_b	0.03911	0.03911	0.03911	0.03911
Direncanakan tulang tarik :	8D25	9D25	7D25	4D25
	3928.57143	4419.64286	3437.50000	1964.28571
Digunakan tulang tekan diameter	25	25	25	25
Direncanakan tulang tekan :	4D25	4D25	4D25	3D25
	1964.28571	1964.28571	1964.28571	1473.21429
Kontrol Momen Tumpuan				
Tulangan Tarik				
As bagi plat 6D10	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
As balok (As)	3928.57143	4419.64286	3437.50000	1964.28571
Tulangan Tekan				
As'	1964.28571	1964.28571	1964.28571	1473.21429
y (mm)	123.46	127.68	118.17	102.05
d (mm)	476.54	472.32	481.83	497.95
d' (mm)	99.50	99.50	99.50	99.50
ρ'	0.01030	0.01040	0.01019	0.00740
$\rho \text{ maks} = 0.75 \cdot \rho_b + \rho'$	0.03964	0.03973	0.03953	0.03673
As maks	7555.98	7506.45	7617.96	7316.10
As ada	6364.29	6855.36	5873.21	3908.93
As maks > As ada	Ok	Ok	Ok	Ok
As min	1491.51	1478.30	1508.04	1558.51
As min	2610.14	2587.02	2639.07	2727.39
Dipakai nilai As min terkecil	1491.51	1478.30	1508.04	1558.51
As min < As ada < As maks	Ok	Ok	Ok	Ok
Cc + Cs - Ts = 0				
a	83.57843	100.42892	66.72794	33.02696
c = a / β_1	98.32757	118.15167	78.50346	38.85525
Cc = 0.85.fc'.a.b	852500	1024375	680625	336875
Cs = As'.fs'	687500	687500	687500	515625
Cc + Cs	1540000	1711875	1368125	852500
Ts = (As bagi plat + As).fy	1540000	1711875	1368125	852500
z1 = d - a/2	434.75543	422.10883	448.46266	481.43813
Z2 = d - d'	377.04	372.82	382.33	398.45
Mn1 = (As - As') . fy . (d - a/2)	370629001.7	432397735.2	305234899.7	162184470.9
Mn2 = As' . fy . (d - d')	259218192	256316014.1	262849560.3	205451612.9
Mn = Mn1 + Mn2 (Nmm)	629847193.6	688713749.2	568084460	367636083.8
MR = 0.8 . Mn (kNm)	503.8777549	550.9709994	454.467568	294.108867
MR > Mu	Ok	Ok	Ok	Ok

Balok Rib (Line E)			
Penulangan lapangan Rib	1	2	3
Mu (dari Staad) (kNm)	244.185	283.567	97.352
b (mm)	400	400	400
h (mm)	600	600	600
B pondasi (mm)	1400	1400	1400
syarat balok T flens tunggal			
hf > 1/2 bw	200	200	200
bc < 4 bw	1600	1600	1600
dipakai nilai bc	1400	1400	1400
selimut beton (mm)	75	75	75
diameter tulangan tarik (mm)	25	25	25
diameter sengkang (mm)	12	12	12
fc' (Mpa)	30	30	30
fy (Mpa)	350	350	350
β_1	0.85	0.85	0.85
ϕ	0.8	0.8	0.8
d (mm)	500.5	500.5	500.5
d' (mm)	99.5	99.5	99.5
MR (Nmm)	2287656000	2287656000	2287656000
dihitung balok persegi dgn b =	1400	1400	1400
Mn (Nmm)	305231250	354458750	121690000
Digunakan tulang rangkap, maka :			
pb	0.039112782	0.039112782	0.039112782
Direncanakan tulang tarik :	6D25	6D25	6D25
	2946.428571	2946.428571	2946.428571
Digunakan tulang tekan diameter	25	25	25
Direncanakan tulang tekan :	2D25	2D25	2D25
	982.1428571	982.1428571	982.1428571
Kontrol Momen Lapangan			
Tulangan Tarik			
As	2946.428571	2946.428571	2946.428571
Tulangan Tekan			
As'	982.1428571	982.1428571	982.1428571
As bagi plat 6D10	471.4285714	471.4285714	471.4285714
y (mm)	120.17	120.17	120.17
d (mm)	479.83	479.83	479.83
d' (mm)	97.5	97.5	97.5
d" (mm)	96	96	96
p'	0.002163804	0.002163804	0.002163804
p maks = 0,75 . pb + p'	0.031498391	0.031498391	0.031498391
As maks	21159.5688	21159.5688	21159.5688
As ada	4400	4400	4400
As maks > As ada	Ok	Ok	Ok
As min	2687.066667	2687.066667	2687.066667
As min < As ada < As maks	Ok	Ok	Ok
Cc + Cs - Ts = 0			
a	14.63585434	14.63585434	14.63585434
c = a / β_1	17.21865217	17.21865217	17.21865217
Karena a < selimut beton, maka :			
Cc = Ts1 + Ts2 + Ts3			
a	43.1372549	43.1372549	43.1372549
c = a / β_1	50.74971165	50.74971165	50.74971165
Cc = 0,85 . fc' . a . b	1540000	1540000	1540000
Ts1 = As . fy	1031250	1031250	1031250
Ts2 = As' . fy	343750	343750	343750
Ts3 = As bagi plat . Fy	165000	165000	165000
Ts = Ts1 + Ts2 + Ts3	1540000	1540000	1540000
Z1 = d - a/2	458.2647059	458.2647059	458.2647059
Z2 = d' - a/2	75.93137255	75.93137255	75.93137255
Z3 = d" - a/2	74.43137255	74.43137255	74.43137255
Mn1 = Ts1 . Z1	472585477.9	472585477.9	472585477.9
Mn2 = Ts2 . Z2	26101409.31	26101409.31	26101409.31
Mn3 = Ts3 . Z3	25585784.31	25585784.31	25585784.31
Mn = Mn1 + Mn2 + Mn3 (Nmm)	524272671.6	524272671.6	524272671.6
MR = 0,8 . Mn (kNm)	419.4181373	419.4181373	419.4181373
MR > Mu	Ok	Ok	Ok

Tabel nilai y dan d (Line E)				
Tumpuan	1	2	3	4
selimut beton	75	75	75	75
s antar tulangan	25	25	25	25
D sengkang	12	12	12	12
D plat (tarik)	16	16	16	16
D bagi plat	10	10	10	10
D	25	25	25	25
As tulangan	491.07143	491.07143	491.07143	491.07143
A1	471.42857	471.42857	471.42857	471.42857
A2	2455.35714	2455.35714	2455.35714	1964.28571
A3	1473.21429	1964.28571	982.14286	0.00000
A4	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
y1	96	96	96	96
y2	103.5	103.5	103.5	103.5
y3	165.5	165.5	165.5	165.5
y4	227.5	227.5	227.5	227.5
y5	0.0	0.0	0.0	0.0
y6	0.0	0.0	0.0	0.0
y	123.46	127.68	118.17	102.05
h	600	600	600	600
d	476.54	472.32	481.83	497.95

Tabel nilai y dan d (Line E)			
Lapangan	1	2	3
selimut beton	75	75	75
s antar tulangan	25	25	25
D sengkang	12	12	12
D plat (tarik)	16	16	16
D bagi plat	10	10	10
D	25	25	25
As tulangan	491.0714286	491.0714286	491.0714286
A1	1964.285714	1964.285714	1964.285714
A2	982.1428571	982.1428571	982.1428571
y1	99.5	99.5	99.5
y2	161.5	161.5	161.5
y	120.17	120.17	120.17
h	600	600	600
d	479.83	479.83	479.83

Penulangan Geser				
	1	2	3	4
Tumpuan	378	398	368	242
Vu (kN)	400	400	400	400
bw (mm)	600	600	600	600
h (mm)	600	600	600	600
d (mm)	500.5	500.5	500.5	500.5
diameter tulang tarik	25	25	25	25
diameter sengkang	12	12	12	12
L (mm)	8020	8020	5850	5850
fc' (Mpa)	30	30	30	30
fy (Mpa)	350	350	350	350
Vc (kN)	182.757	182.757	182.757	182.757
ϕ	0.75	0.75	0.75	0.75
ϕVc (kN)	137.068	137.068	137.068	137.068
1/2 ϕVc (kN)	68.534	68.534	68.534	68.534
	perlu tul.geser	perlu tul.geser	perlu tul.geser	perlu tul.geser
Pada Penampang Kritis (daerah sendi plastis)				
Vu 1 (kN)	378	398	368	242
Vu 2 (kN)	398	368	3529.180	3529.180
x1 (mm)	3906.649	4167.050	2320.820	2320.820
x2 = L - x1 (mm)	4113.351	3852.950	315.811	207.680
Vu(d) (kN)	329.573	284.172	238.325	94.150
Vs perlu (kN)	256.673	731.027	731.027	731.027
Vs maks = $2/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot bw \cdot d$	731.027	731.027	731.027	731.027
Vs perlu < Vs maks	Ok	Ok	Ok	Ok
Dipakai sengkang diameter (mm)	12	12	12	12
Av (mm ²)	226.286	226.286	226.286	226.286
S perlu (mm)	154.436	139.492	166.326	421.026
x (mm)	3198.349	3449.503	2871.930	2529.725
a (mm)	1416.600	1435.094	1314.500	1998.910
b (mm)	1989.549	2231.456	1714.180	1029.771
Jarak sengkang maksimum				
$1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot bw \cdot d$ (kN)	365.514	365.514	365.514	365.514
Jika :				
Vs < $1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot bw \cdot d$	250.25	250.25	250.25	250.25
	600	600	600	600
Vs > $1/3 \cdot \sqrt{f_c'} \cdot bw \cdot d$	125.125	125.125	125.125	125.125
	600	600	600	600
	Vs < $1/3 \cdot akarfc' \cdot bw \cdot d$	Vs < $1/3 \cdot akarfc' \cdot bw \cdot d$	Vs < $1/3 \cdot akarfc' \cdot bw \cdot d$	Vs < $1/3 \cdot akarfc' \cdot bw \cdot d$
	250.25	250.25	250.25	250.25
maka s (mm) =				
Tulangan geser minimum				
s = $3 \cdot Av \cdot fy / bw$ (mm)	594	594	594	594
Jarak sengkang maksimum				
s maks = $1/2 \cdot d$ (mm)	250.25	250.25	250.25	250.25
jadi dipakai sengkang dgn jarak :				
untuk daerah kritis (sejauh b dari muka tumpuan)	D 10 - 120	D 10 - 120	D 10 - 150	D 10 - 200
untuk bentang yang lain dipakai praktis	D 10 - 200	D 10 - 200	D 10 - 200	D 10 - 200

LAMPIRAN 4

1. Gambar denah rencana pondasi dan balok kopel / sloof.
2. Gambar tampak atas dan tampak samping pondasi telapak menerus line D.
3. Gambar detail penulangan pondasi telapak menerus line D.
4. Gambar penulangan balok Rib line D.
5. Gambar penulangan balok kopel / sloof.
6. Gambar tampak atas dan tampak samping pondasi telapak menerus line B.
7. Gambar detail penulangan pondasi telapak menerus line B.
8. Gambar penulangan balok Rib line B.
9. Gambar tampak atas dan tampak samping pondasi telapak menerus line E.
10. Gambar detail penulangan pondasi telapak menerus line E.
11. Gambar penulangan balok Rib line E.