



**REDESAIN STRUKTUR
PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT INAP
RSUD TUGUREJO SEMARANG**

TUGAS AKHIR
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Universitas Negeri Semarang

Oleh
Arif Rahman
5111312021

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Redesain Struktur Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang" oleh:

Nama : Arif Rahman

NIM : 5111312021

Telah dipertahankan dihadapan sidang penguji Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Hari/Tanggal : Selasa/18 Agustus 2015

Pembimbing

Endah Kanti Pangestuti, S.T., M.T.

NIP. 197207091998032003

Penguji I

Arie Taveriyanto, S.T., M.T.

NIP. 196507222001121001

Ketua Jurusan

Drs. Wacipto, M.T.

NIP. 196301011991021001

Penguji II

Endah kanti Pangestuti, S.T., M.T.

NIP. 197207091998032003

Ketua Program Studi

Endah kanti Pangestuti, S.T., M.T.

NIP. 197207091998032003

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Negeri Semarang



M. Harlanu, M.Pd.

NIP. 19660215199021001

MOTTO dan PERSEMBAHAN

Motto

1. Percayalah kamu bisa dan itu sudah setengah jalan keberhasilan.
2. Cara terbaik memancing motivasi adalah bergerak dan mulai bekerja.
3. Halangan boleh menakuti matamu, tapi jangan biarkan itu menipu pikiranmu.
Teruslah bergerak.
4. Orang yang memikirkan kepentingan orang lain, peduli pada orang lain, lebih tidak mudah diserang stress dibanding yang hanya memikirkan diri sendiri.
5. Rasa syukur dan terima kasih adalah penangkal stress termudah dan termurah.

Persembahan

1. Allah SWT atas segala karunia serta rahmatnya.
2. Kedua orang tua tercinta (Mukhtarom dan Sri Suraningsih) yang telah memberikan dukungan moril maupun materil.
3. Kakak kakak dan adek ku tersayang (Mas Andy, Mas Bayu dan dek Lekha) yang telah memberikan dukunganya.
4. Dida Aulia Rachmayani yang telah memberikan dukungan serta semangatnya.
5. Temen – teman kost Nakula (mas Krisna, Adit, mas Agus, mas Ar, Didit, Bahrul, Mudi, Joko, Zulfa, dan Ricky).
6. Teman – teman Teknik Sipil D3 angkatan 2012 yang telah menemani penulis dalam menempuh study.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Mu Ya Allah, atas segala karunia, rahmat dan kasih sayangMu yang senantiasa dicurahkan kepada hambamu yang lemah ini, dan atas pertolonganmu juga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir, yang berjudul “Redesain Struktur Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang”

Penulis menyadari sepenuhnya akan kekurangan – kekurangan baik teori dan metodologinya, sehingga Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Disamping itu penulis juga menyadari, tanpa adanya bekal pengetahuan, bimbingan, dorongan moril dan materil serta bantuan dari berbagai pihak maka belum tentu Tugas Akhir ini bisa selesai. Oleh karena itu dengan ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya, kepada yang terhormat:

1. Drs. M Harlanu, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Drs. Sucipto, S.T., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
3. EndahKanthiPangestuti, ST.,MT.,selakukaprodi Teknik Sipil D3 sekaligus dosenpembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran serta tenaganya untuk membimbing penulis.
4. Seluruh dosen jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
5. Pihak PT Puri Sakti Perkasa Semarang yang telah membantu memberikan data – data pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang kepada penulis.

6. Keluarga, Bapak dan Ibu yang selalu senantiasa memberikan bantuan yang berupa materi maupun imateri.
7. Teman – teman Teknik Sipil D3 angkatan 2012 yang telah memberikan dukungan serta motifasinya.
8. Semua pihak yang tidak disebutkan dan telah membantu menyelesaikan Tugas Akhir ini sehingga dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan penulis, oleh karena itu dengan segala keterbukaan penulis, akan menerima kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan dan kebenaran Tugas Akhir ini dan semoga nantinya tulisan ini dapat berguna bagi para pembaca sekalian.

Dengan segala hormat penulis mengucapkan terima kasih untuk semua yang telah memberikan bantuan dan dorongan dan atas banyak salah serta kekeliruan yang telah diperbuat oleh penulis, maka penulis memohon maaf.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Semarang, 2015

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
MOTTO dan PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Judul Tugas Akhir	1
1.2 Deskripsi Tugas Akhir	1
1.3 Latar Belakang	1
1.4 Lokasi Proyek.....	2
1.5 Data Umum Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang.....	3
1.6 Tujuan dan Manfaat	4
1.7 Ruang Lingkup.....	4
1.8 Metode Pengumpulan Data	5
1.9 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Perencanaan.....	7
2.2 Persyaratan Bangunan Gedung	8
2.3 Struktur Bangunan Gedung.....	11
2.4 Pembebanan Gedung.....	12
2.5 Kombinasi Pembebanan untuk Metode Load Resistance Factor Design... 31	
2.5.1 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Beton	32
2.5.2 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Baja	34

2.6 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Pondasi.....	35
2.7 Acuan Awal Perencanaan	36
BAB III PERENCANAAN.....	40
3.1 Perencanaan Struktur Atap.....	40
3.1.1 Data Teknis Perencanaan Struktur Atap	41
3.1.2 Perencanaan Reng	42
3.1.3 Perencanaan Usuk	46
3.1.4 Perencanaan Gording	52
3.1.5 Perencanaan Pembebanan pada Kuda – Kuda 1	59
3.1.6 Perhitungan Mekanika	61
3.1.7 Pendimensian Batang Profil Kuda – Kuda 2.....	62
3.1.8 Perencanaan Pembebanan pada Kuda – Kuda 2	66
3.1.6 Perhitungan Mekanika	68
3.1.7 Pendimensian Batang Profil Kuda – Kuda 2.....	69
3.2 Perencanaan Pelat Lantai	74
3.2.1 Diagram Alir Untuk Menghitung Plat.....	74
3.2.2 Estimasi Pembebanan.....	74
3.2.3 Pembebanan Plat Lantai 2,3,4 dan 5	75
3.2.4 Analisa Statika	76
3.2.5 Penentuan Tinggi Efektif	76
3.2.6 Perhitungan Plat Lantai Dua Arah	78
3.2.7Periksa Lebar Retak	101
3.3 Perencanaan Tangga.....	102
3.3.1 Data Teknis Perencanaan Tangga	102
3.3.2 Perencanaan Tangga Lantai 1-2, Lantai 2-3, Lantai 3-4, Lantai 4-5	103
1. Menentukan tebal pelat	105
2. Pembebanan tangga.....	105
3. Perhitungan momen.....	107
4. Perhitungan tulangan.....	109
5. Pemilihan tulangan	114
6. Pemeriksaan lebar retak.....	114

3.4 Perencanaan Portal	115
3.4.1 Uraian Umum.....	115
3.4.2 Langkah-langkah Analisis SAP 2000	115
3.4.3 Diagram Alir Perencanaan Portal.....	118
3.4.4 Perencanaan Balok, Sloof dan Kolom	119
3.4.5 Penulangan Balok Struktur	119
3.4.6 Penulangan Sloof	129
3.4.7 Penulangan Ringbalk	132
3.4.8 Penulangan Kolom.....	135
3.5 Perencanaan Pondasi.....	138
3.5.1 Data Teknis	138
3.5.2 Menghitung Daya Dukung Tiang	139
3.5.3 Menghitung Jumlah Tiang	139
3.5.4 Perhitungan Beban Maksimum.....	140
3.5.5 Perhitungan Momen.....	141
3.5.6 Perhitungan Beban Maksimum.....	142
3.5.7 Kontrol Terhadap Geser Pons	142
3.5.8 Penulangan PileCape.....	143
BAB IV RENCANA KERJA dan SYARAT.....	146
4.1 Lingkup Kerja	146
4.1.1 Pekerjaan Galian.....	146
1. Lingkup Pekerjaan	147
2. Syarat Pelaksanaan.....	148
4.1.2 Pekerjaan Urugan Tanah	149
1. Lingkup Pekerjaan	149
2. Syarat Pelaksanaan	150
4.1.3 Pekerjaan Urugan Sirtu Padat.....	151
1. Lingkup Pekerjaan	151
2. Syarat Pelaksanaan	152
4.1.4 Pekerjaan Lantai Kerja	153
1. Lingkup Pekerjaan	153

2. Syarat Pelaksanaan	154
4.1.5 Pekerjaan Bekisting	155
1. Lingkup Pekerjaan	155
2. Syarat Pelaksanaan	156
4.1.6 Pekerjaan Beton Bertulang	160
1. Lingkup Pekerjaan	160
2. Syarat Pelaksanaan	161
4.1.7 Pekerjaan Kontruksi Baja	183
1. Lingkup Pekerjaan	183
2. Syarat Pelaksanaan	184
4.1.8 Pekerjaan Pembersihan.....	187
1. Lingkup Pekerjaan	187
2. Syarat Pelaksanaan	188
BAB V PENUTUP.....	190
5.1 Simpulan	190
5.2 Saran.....	191
DAFTAR PUSTAKA	193
LAMPIRAN.....	194

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Umur Layanan Rencana.....	10
Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup.....	14
Tabel 2.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif	16
Tabel 2.4 Respon Spektrum Gempa Rencana untuk Tiga Kondisi Tanah.....	19
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa	21
Tabel 2.7 Nilai Faktor Keutamaan (Pasal 4.1.2 SNI 03 – 1726 – 2002)	25

Tabel 2.8 Faktor Modifikasi Respons untuk Sistem Struktur Beton Bertulang(Imron, 2010)	25
Tabel 2.9 Koefisien Situs	26
Tabel 2.10 Kategori Desai Seismik.....	26
Tabel 2.11 Faktor R.....	27
Tabel 2.12 Koefisien Batas	30
Tabel 2.13 Nilai Parameter Periode	30
Tabel 2.14 Kapasitas Dukung Tanah yang Dijinkan	36
Tabel 2.15 Pemilihan Sistem Struktur	38
Tabel 3.1 Kombinasi Momen yang Terjadi pada Usuk	49
Tabel 3.2 Kombinasi Momen yang Terjadi pada Gording	56
Tabel 3.3 Syarat – Syarat Lendutan	56
Tabel 3.4 Tulangan Pelat Tangga dan Bordes	114
Tabel 3.5 Dimensi Kolom.....	128
Tabel 3.6 Tulangan Kolom	132
Tabel 3.7 Dimensi Balok.....	133
Tabel 3.8 Tulangan Balok.....	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Proyek.....	2
Gambar 2.1 Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen Inelastic Respons	29
Gambar 3.1 Perencanaan Gording	52
Gambar 3.2 Hasil Analisis Run 1.....	62
Gambar 3.3 Pengecekan Batang Profil 1	65
Gambar 3.4 Hasil Analisis Run 2.....	69

Gambar 3.5 Pengecekan Batang Profil 2	72
Gambar 3.6 Diagram Alir Hitungan Plat	74
Gambar 3.7 Denah Plat Lantai	75
Gambar 3.8 Potongan Plat.....	77
Gambar 3.9 Penulangan Plat.....	101
Gambar 3.10 Rencana Tangga	103
Gambar 3.11 Rencana tangga	104
Gambar 3.12 Rencana Pondasi	149

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Bestek

Data Sondir

Hasil Analisis Program SAP 2000 v14

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Judul Tugas Akhir

Judul yang diangkat penulis dalam Tugas Akhir ini adalah **“Perencanaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III 5 Lantai RSUD Tugurejo Semarang”**.

1.2 Deskripsi Tugas Akhir

Universitas Negeri Semarang, khususnya program studi Diploma III Teknik Sipil, merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi yang berusaha menghasilkan lulusan siap kerja pada tingkat menengah. Dengan posisi sebagai ahli madya. Maka diharapkan dapat mengisi kesenjangan hubungan antara tenaga ahli dengan para teknisi termasuk para pekerja.

Untuk mendukung hal ini, seorang ahli madya Teknik Sipil harus memahami dasar-dasar perencanaan dan pelaksanaan konstruksi. Salah satu usaha untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan dalam perencanaan konstruksi adalah dengan menyusun Tugas Akhir. Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat bagi mahasiswa jurusan teknik sipil untuk mencapai gelar ahli madya.

Sebagai objek penulisan dari Tugas Akhir ini adalah Perencanaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang.

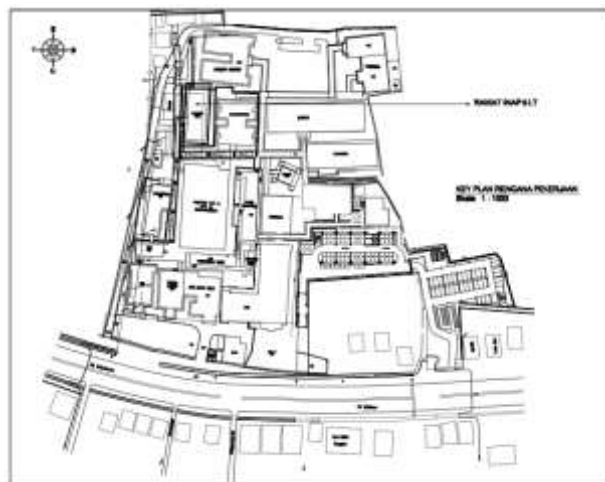
1.3 Latar Belakang

Gedung Rawat Inap Kelas III 5 Lantai Rumah Sakit Tugurejo Semarang, gedung ini dibangun untuk memenuhi pelayanan kesehatan masyarakat yang terus meningkat.

Struktur gedung rumah sakit memiliki angka kepentingan yang lebih tinggi dibandingkan gedung-gedung lainnya. Hal ini dikarenakan gedung rumah sakit harus tetap berdiri setelah mengalami kondisi *extreme*, gedung rumah sakit hanya boleh mengalami kerusakan tanpa mengalami keruntuhan.

Dengan demikian sistem struktur gedung rumah sakit haruslah dirancang mampu menahan beban-beban yang diterimanya. Sehingga gedung rumah sakit yang dibangun memiliki struktur yang kuat terhadap semua kemungkinan kombinasi beban yang akan terjadi.

1.4 Lokasi Proyek



Gambar : Lokasi Proyek

Sumber : Data Proyek

Lokasi Perencanaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III 5 Lt RSUD Tugurejo Semarang di JL Raya Tugurejo-Semarang dimana letak gedung dibatasi oleh :

- Batas Gedung :
 - Sebelah utara : Gedung IBS & ICU, R. Hermodialisa.
 - Sebelah barat : R. Bougenvilie.
 - Sebelah selatan : R. Amarilis.
 - Sebelah timur : Parkir.

1.5 Data Umum Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang

Data umum pembangunan gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang sebagai berikut:

Nama Proyek	: Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III 5
Lantai RSUD	Tugurejo Semarang
Lokasi Proyek	: JL. Raya Tugurejo-Semarang
Jumlah Lantai	: 5 Lantai
Luas Lantai 1	: 435 m ²
Luas Lantai 2	: 435 m ²
Luas Lantai 3	: 435 m ²
Luas Lantai 4	: 435 m ²
Luas Lantai 5	: 435 m ²
Total Luas Lantai	: 2175 m ²
Fungsi Lantai 1	: Ruang Rawat Inap, Nurse Station, Ruang Dokter, Ruang Tindakan, Ruang Farmasi, Ruang Kepala Ruang, Brank Car, dan Gudang
Fungsi Lantai 2	: Ruang Rawat Inap, Nurse Station, Ruang Dokter, Ruang Tindakan, Ruang Farmasi, Ruang Kepala Ruang, Ruang Jemur, dan Ruang Panel
Fungsi Lantai 3	: Ruang Rawat Inap, Nurse Station, Ruang Dokter, Ruang Tindakan, Ruang Farmasi, Ruang Kepala Ruang, Ruang Jemur, dan Ruang Panel
Fungsi Lantai 4	: Ruang Rawat Inap, Nurse Station, Ruang Dokter, Ruang Tindakan, Ruang Farmasi, Ruang Kepala Ruang, Ruang Jemur, dan Ruang Panel
Fungsi Lantai 5	: Ruang Rawat Inap, Nurse Station, Ruang Dokter, Ruang Tindakan, Ruang Farmasi, Ruang Kepala Ruang, Ruang Jemur, dan Ruang Panel

Spesifikasi Struktur

- Mutu Beton Struktur : K 300 untuk Kolom, Balok, dan Pelat Lantai
- Mutu Tulangan Baja :
 - Tulangan Kolom : Tulangan pokok d 22, tulangan begel Ø 10, tulangan pengikat 2 Ø10
 - Tulangan Balok : Tulangan atas d 22 tulangan bawah d 22, tulangan begel Ø 10, tulangan pinggang d13
 - Tulangan Pelat Lantai : D 10

Spesifikasi Pondasi

- Jenis Tanah : Mediteran Coklat Tua
- Mutu Beton Pondasi : Mutu Beton Pondasi K 300
- Jenis Pondasi : Pondasi mini pile type persegi 25x25

Spesifikasi Atap

- Mutu Baja : Bj 37 Baja ringan
- Rangka Atap : Baja double siku
- Gording : Baja light lip channels + trekstang Ø10 mm
- Usuk dan Reng : Kayu kelas kuat I

1.6 Tujuan dan Manfaat

Sedangkan tujuan Tugas Akhir ini adalah merencanakan gedung lima lantai dengan cara memberikan gambaran yang jelas serta proses perencanaan suatu struktur dari tahap awal sampai akhir, termasuk Rencana Anggaran Biaya dan Syarat-syarat Teknis Pelaksanaan Pekerjaan.

Melalui perencanaan suatu bangunan bertingkat ini, penyusun diharapkan akan mendapatkan tambahan ilmu dan wawasan dalam perencanaan suatu struktur yang cukup kompleks, khususnya gedung rumah sakit dengan struktur beton bertulang.

1.7 Ruang Lingkup Penyusunan

Dalam penyusunan Tugs Akhir ini, lingkup kajian dalam perencanaan mencakup berbagai aspek perencanaan Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang meliputi penyusunan :

1. Perhitungan dan penggambaran
 - a. Rencana Atap
 - b. Rencana Plat Lantai
 - c. Rencana Tangga
 - d. Rencana Balok
 - e. Rencana Kolom
 - f. Rencana Pondasi
2. Rencana kerja dan syarat – syarat (RKS)
3. Rencana anggaran biaya (RAB)

1.8 Metode Pengumpulan Data

1. Metode observasi
2. Metode wawancara
3. Metode Studi Literatur

1.9 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang dan alasan – alasan pembangunan gedung Rawat Inap Kelas III 5 Lantai RSUD Tugurejo Semarang, berisi tujuan dan manfaat redesain pembangunan gedung Rawat Inap Kelas III, serta berisi metode pengumpulan data yang digunakan penulis dalam meredesain pembangunan gedung Rawat Inap.

2. BAB II LANDASAN TEORI

Berisi materi – materi penunjang dan ungkapan – ungkapan teori yang dipilih untuk memberikan landasan yang kuat tentang redesain struktur gedung dan syarat – syarat struktur pembangunan gedung yang diperoleh dari berbagai sumber buku.

3. BABA III PERENCANAAN

Berisi perencanaan sub struktur terdiri dari perencanaan atap, plat lantai, tangga, balok, kolom, pondasi. Untuk menganalisa aman atau tidaknya perencanaan struktur pembangunan gedung Rawat Inap dalam menahan beban lateral dan aksial dibantu software SAP (Structural Analysis Program).

4. BAB IV RENCANA KERJA dan SYARAT

Berisi Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pembangunan gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang.

5. BAB V RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berisi Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang.

6. BAB VI PENUTUP

Berisi simpulan dan saran terdiri atas rangkuman, kesimpulan, implikasi, dan saran – saran yang merupakan bagian inti dari semua uraian yang telah diungkapkan serta penyelesaian persoalan dari suatu solusi.

7. DAFTAR PUSTAKA

Berisi daftar petunjuk sumber bahan yaitu apa, dari mana, dan kapan di keluarkanya. Untuk mempertanggungjawabkan bahkan yang diambil atau dipinjam penulis dari sumber acuan guna membantu penulis dalam mencari sumber bahan.

8. LAMPIRAN

Berisi informasi – informasi penting dalam penulisan dan berupa hal – hal yang tidak disertakan penulis dalam teks penulisan seperti tabel, gambar, bagan, hasil pengolahan data, surat izin dan lain – lain.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Perencanaan

Perencanaan adalah pengetrapan cara – cara perhitungan atau percobaan yang rasional sesuai dengan prinsip – prinsip mekanika struktur yang lazim berlaku. Ditinjau dari ketinggian gedung dan spesifikasi perancangan dan syarat – syarat, bangunan bertingkat dibagi menjadi dua kelompok sebagai berikut:

1. Bangunan bertingkat rendah (*Low Rise Building*) mempunyai 3 – 4 lapis lantai atau ketinggian
2. Bangunan bertingkat tinggi (*High Rise Building*) mempunyai lapis lantai lebih dari 4 dan ketinggian lebih dari 10 m.

Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang derencanakan sebagai bangunan bertingkat tinggi (*High Rise Building*) yang terdiri dari 5 lantai dengan ketinggian dari lantai 1 sampai lantai 5 +16.00 m.

Ada empat yang harus diperhatikan dalam perencanaan bangunan sebagai berikut:

1. Estetika

Merupakan dasar keindahan dan keserasian bangunan yang mampu memberikan rasa bangga kepada pemiliknya.

2. Fungsional

Disesuaikan dengan pemanfaatan dan penggunaannya sehingga dalam pemakainya dapat memberikan kenikmatan dan kenyamanan.

3. Struktural

Mempunyai struktur yang kuat dan mantap yang dapat memberikan rasa aman untuk tinggal didalamnya.

4. Ekonomis

Pendimensian elemen bangunan yang proporsional dan penggunaan bahan bangunan yang memadai sehingga bangunan awet dan mempunyai umur pakai yang panjang.

Beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam perancangan dan analisis bangunan bertingkat sebagai berikut:

1) Tahap Arsitektural

Penggambaran denah semua lantai tingkat, potongan, tampak, perspektif, detail, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Bestek (Rencana Kerja dan Syarat/RKS)

2) Tahap Struktural

Menghitung beban – beban yang bekerja, merencanakan denah portal untuk menentukan letak kolom dan balok utamanya, analisa mekanika untuk pendimensian elemen struktur dan penyelidikan tanah untuk perencanaan fondasinya.

3) Tahap Finishing

Memberikan sentuhan akhir untuk keindahan dan melengkapi gedung dengan segala fasilitas alat – alat mekanikal elektrik, sebagai pelayanan kepada penghuninya.

2.2 Persyaratan Bangunan Gedung

Bangunan gedung adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya untuk kegiatan hunian atau tinggal, kegiatan usaha, kegiatan sosial, kegiatan budaya, dan/atau kegiatan khusus. Setiap bangunan gedung **harus memenuhi persyaratan administratif** baik pada tahap pembangunan maupun pada tahap pemanfaatan bangunan gedung negara **dan persyaratan teknis** sesuai dengan fungsi bangunan gedung.

Persyaratan administratif bangunan gedung negara meliputi:

1. Dokumen pembiayaan
2. Status hak atas tanah
3. Status Kepemilikan
4. Perizinan mendirikan bangunan gedung
5. Dokumen perencanaaan
6. Dokumen pembangunan
7. Dokumen pendaftaran

Persyaratan teknis bangunan gedung negara harus tertuang secara lengkap dan jelas pada Rencana Kerja dan Syarat – Syarat (RKS) dalam dokumen perencanaan. Secara garis besar persyaratan teknis bangunan gedung negara sebagai berikut:

1. Persyaratan Tata Bangunan dan Lingkup

Persyaratan tata bangunan dan lingkungan bangunan gedung negara meliputi persyaratan:

- Peruntukan dan intensitas bangunan gedung
- Arsitektur bangunan gedung
- Persyaratan pengendalian dampak lingkungan

2. Persyaratan Bahan Bangunan

Bahan bangunan untuk bangunan gedung negara harus memenuhi SNI yang dipersyaratkan, diupayakan menggunakan bahan lokal produksi dalam negeri, dengan tetap harus mempertimbangkan kekuatan dan keawetannya sesuai dengan peruntukan yang telah ditetapkan.

3. Persyaratan Struktur Bangunan

Struktur bangunan gedung negara harus memenuhi persyaratan keselamatan (*safety*) dan kelayanan (*serviceability*) serta SNI konstruksi bangunan gedung, yang dibuktikan dengan analisis struktur sesuai ketentuan.

4. Persyaratan Utilitas Bangunan

Utilitas yang berada di dalam dan di luar bangunan gedung negara harus memenuhi SNI yang dipersyaratkan. Meliputi persyaratan:

- Keselamatan
- Kesehatan
- Kenyamanan
- Kemudahan

5. Persyaratan Sarana Penyelamatan

Setiap bangunan gedung negara harus dilengkapi dengan sarana penyelamatan dari bencana atau keadaan darurat, serta harus memenuhi

persyaratan standar saran penyelamatan bangunan sesuai SNI yang dipersyaratkan.

Pembangunan bangunan gedung direncanakan melalui tahapan perencanaan teknis dan pelaksanaan beserta pengawasannya. Agar pelaksanaan pembangunan berjalan sesuai rencana tepat biaya, tepat waktu dan tepat mutu maka perlu dilakukan pengawasan konstruksi.

Tepat biaya dilakukan dengan mengontrol laporan harian, laporan mingguan dan laporan bulanan, tepat waktu dilakukan dengan membuat *time scheduling*, sedangkan tepat mutu dilakukan dengan pemeriksaan bahan – bahan yang akan digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan selain itu juga dilakukan pengujian lapangan terhadap hasil pekerjaan dilakukan pada setiap penyelesaian suatu pekerjaan untuk mengetahui kualitasnya.

Tabel 2.1 Umur Layanan Rencana

Kategori	Umur Layanan Rencana	Contoh Bangunan
Bangunan sementara	< 10 Tahun	Bangunan tidak permanen, rumah pekerja sederhana, ruang pameran sementara.
Jangka waktu menengah	25 – 49 Tahun	Bangunan industri dan gedung parkir.
Jangka waktu lama	50 – 99 Tahun	Bangunan rumah, komersial dan perkantoran, bangunan rumah sakit dan sekolah, gedung parkir dilantai basement atau dasar.

Bangunan permanen	Minimum 100 Tahun	Bangunan monumental dan bangunan warisan budaya
-------------------	-------------------	---

Bangunan Gedung Rawat Inap Kelas III 5 Lantai RSUD Tugurejo Semarang direncanakan sebagai gedung rumah sakit sehingga dikategorikan jangka waktu lama dengan umur layanan rencana 50-99 Tahun.

2.3 Struktur Bangunan Gedung

Terdapat tiga klasifikasi struktur sebagai berikut:

1. Geometri

Terdiri dari elemen garis atau batang dan elemen bidang. Elemen garis atau batang meliputi struktur rangka kaku (*frame*), struktur rangka (*truss*), dan struktur pelengkung. Sedangkan elemen bidang meliputi pelat (*plate*), cangkang (*shell*), kubah (*dome*), dinding geser (*shear wall*).

2. Kekakuan

Terdiri dari struktur kaku dan struktur tidak kaku. Struktur kaku merupakan struktur yang tidak mengalami perubahan bentuk yang berarti akibat pengaruh pembebanan, misalnya struktur balok (*beam*). Sedangkan struktur tidak kaku merupakan struktur yang mengalami perubahan bentuk tergantung pada kondisi pembebanan, misalnya struktur kabel.

3. Material

Material struktur terdiri dari struktur beton bertulang, struktur baja, struktur kayu, struktur komposit.

Sebuah struktur harus direncanakan dapat memikul beban – beban yang bekerja pada arah vertikal maupun arah horisontal, untuk itu struktur harus stabil. Macam – macam struktur yang tidak stabil sebagai berikut:

1. Ketidakstabilan susunan kolom balok
2. Ketidakstabilan terhadap beban horisontal
3. Ketidak stabilan susunan pelat dan dinding

Tiga metode dasar untuk menjamin kestabilan struktur sederhana sebagai berikut:

1. Bracing
2. Bidang geser
3. Joints kaku

Jika suatu struktur dalam keadaan keseimbangan, maka harus dipenuhi syarat keseimbangan gaya sebagai berikut:

$$\sum R_x = 0 \quad \sum M_x = 0$$

$$\sum R_y = 0 \quad \sum M_y = 0$$

$$\sum R_z = 0 \quad \sum M_z = 0$$

Apabila salah satu syarat keseimbangan tidak dipenuhi, struktur dalam kondisi labil dan dapat mengalami keruntuhan.

2.4 Pembebanan Gedung

Ketentuan mengenai perencanaan didasarkan pada asumsi bahwa struktur direncanakan untuk memikul semua beban kerjanya. Beban kerja diambil berdasarkan *SNI 03-1727-1989-F, Tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*. Dalam perencanaan terhadap beban gempa, seluruh bagian struktur yang membentuk kesatuan harus memenuhi *SNI 03-1726-2002, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung*. Harus pula diperhatikan pengaruh dari gaya prategang, beban kran, vibrasi, kejutan, susut, perubahan suhu, rangkakan, perbedaan penurunan fondasi, dan beban khusus lainnya yang mungkin bekerja. Macam – macam beban pada gedung sebagai berikut:

1. Beban mati (D)

Beban mati merupakan berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap termasuk segala unsur tambahan yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung. Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung menurut SNI 03-1727-1989-F. Bahan bangunan:

- Baja : 7850 kg/m³
- Batu alam : 2600 kg/m³

- Batu belah (berat tumpuk) : 1500 kg/m³
- Beton bertulang : 2400 kg/m³
- Kayu kelas 1 : 1000 kg/m³
- Krikil, koral kondisi lembab : 1650 kg/m³
- Pasangan batu merah : 1700 kg/m³
- Pasangan batu belah : 2200 kg/m³
- Pasir jenuh air : 1800 kg/m³
- Pasir kerikil, koral kondisi lembab : 1850 kg/m³
- Tanah lempung dan lanau jenuh air : 2000 kg/m³

Komponen gedung:

- Adukan semen per cm tebal : 21 kg/m³
- Aspar per cm tebal : 14 kg/m³
- Dinding pasangan batu merah
 - Satu batu : 450 kg/m³
 - Setengah batu : 250 kg/m³
- Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso
, beton tanpa adukan, per cm tebal : 24 kg/m³
- Langit – langit eternit 4mm termasuk rusuk –
rusuknya tanpa pengaku : 11 kg/m³
- Pengantung langit – langit dari kayu dengan bentang
max 5 meter dengan jarak s.k.s min 0.80 meter : 7 kg/m³
- Penutup atap genting dengan reng dan usuk per
m² bidang atap : 50 kg/m³
- Penutup atap seng gelombang tanpa gording : 10 kg/m³
- Penutup atap asbes gelombang 5 mm tanpa gording : 11 kg/m³

2. Beban hidup (L)

Semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah dan beban genangan maupun tekanan jatuh air hujan. Semua beban hidup mempunyai karakteristik

berpindah atau bergerak. Besarnya beban hidup terbagi merata ekuivalen yang harus diperhitungkan pada struktur bangunan gedung, pada umumnya dapat ditentukan berdasarkan standar yang berlaku. Beban hidup untuk bangunan gedung adalah:

Rumah tinggal	: 125 kg/m ³
Apartement	: 200 kg/m ³
Sekolah/Kantor/Hotel/Asrama/R.Sakit/Toko/Restoran	: 250 kg/m ³
Koridor, tangga/bordes	: 300 kg/m ³
Gd. Pertemuan/R. Pagelaran/R.Olah Raga/Masjid	: 400 kg/m ³
Panggung penonton dengan penonton yang berdiri	: 500 kg/m ³
Ruang pelengkap	: 250 kg/m ³
Tangga/bordes	: 500 kg/m ³
Balkon yang menjorok bebas keluar	: 300 kg/m ³
Parkir, Heavy (lantai bawah)	: 800 kg/m ³
Parkir	: 400 kg/m ³

Berhubung peluang terjadinya beban hidup penuh yang membebani semua bagian secara serempak selama umur gedung tersebut sangat kecil, maka beban hidup tersebut dianggap tidak efektif sepenuhnya, sehingga dapat dikalikan oleh koefisien reduksi seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Reduksi Beban Hidup	
	Perencanaan	Untuk Peninjauan
	Balok	Gempa
Perumahan / Penghunian	0,75	0,3

Pendidikan	0,90	0,5
Pertemuan Umum	0,90	0,5
Kantor	0,60	0,3
Perdagangan	0,80	0,8
Penyimpanan	0,80	0,8
Industri	1,00	0,9
Tempat Kendaraan	0,90	0,5
Tangga :		
Perumahan / Penghunian	0,75	0,3
Pendidikan, kantor	0,75	0,5
Pertemuan Umum, Perdagangan, Penyimpanan, Industri, Tempat Kendaraan	0,90	0,5

Untuk memperhitungkan peluang terjadinya beban hidup yang berubah-ubah, maka untuk perhitungan gaya aksial, jumlah komulatif beban hidup terbagi rata dapat dikalikan dengan koefisien reduksi yang nilainya tergantung pada lantai yang dipikul seperti pada tabel di bawah ini. Untuk lantai gudang, arsip, perpustakaan, ruang penyimpanan lain sejenis dan ruang yang memikul beban berat yang bersifat tetap, beban hidup direncanakan penuh tanpa dikalikan koefisien reduksi. Pada perencanaan pondasi, pengaruh beban hidup pada lantai yang menumpu di atas tanah harus turut ditinjau.

Tabel 2.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif

Jumlah Lantai yang Dipikul	Koefisien Reduksi yang Dikalikan Beban Hidup Kumulatif
1	1,0
2	1,0
3	0,9
4	0,8
5	0,7
6	0,6
7	0,5
8 dan Lebih	0,4

1. Beban angin (W)

Beban Angin merupakan semua beban yang bekerja pada gedung yang disebabkan oleh selisih tekanan udara. Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif (fan) tekanan negatif (hisap) yang bekerja tegak lurus pada bidang yang ditinjau dalam satuan kg/m^2 . Tekanan tiup minimum 25 kg/m^2 , sedangkan khusus sejauh 5 km dari di tepi laut tekanan tiup minimum 40 kg/m^2 . Untuk daerah dekat laut atau daerah yang dapat menghasilkan tekanan tiup lebih dari 40 kg/m^2 , nilai tekanan tiup $(p) = V^2/16$, dimana parameter V = kecepatan angin dalam m/detik.

2. Beban gempa (E)

Persyaratan struktur bangunan tahan gempa adalah kemungkinan terjadinya risiko kerusakan pada bangunan merupakan hal yang dapat diterima, tetapi keruntuhan total (*collapse*) dari struktur yang dapat mengakibatkan terjadinya korban yang banyak harus dihindari. Di dalam standar gempa yang baru dicantumkan bahwa, untuk perencanaan struktur bangunan terhadap pengaruh gempa digunakan Gempa Rencana. Gempa Rencana adalah gempa yang peluang atau risiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 10% ($R_N = 10\%$), atau gempa yang periode ulangnya adalah 500 tahun ($T_R = 500$ tahun). Dengan menggunakan Gempa Rencana ini, struktur dapat dianalisis secara elastis untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang berupa momen lentur, gaya geser, gaya normal, dan puntir atau torsi yang bekerja pada tiap-tiap elemen struktur. Gaya-gaya dalam ini setelah dikombinasikan dengan gaya-gaya dalam yang diakibatkan oleh beban mati dan beban hidup, kemudian digunakan untuk mendimensi penampang dari elemen struktur berdasarkan metode LRFD (*Load Resistance Factor Design*) sesuai dengan standar desain yang berlaku.

Besarnya beban Gempa Nominal yang digunakan untuk perencanaan struktur ditentukan oleh tiga hal, yaitu

- Besarnya Gempa Rencana;
- Tingkat daktilitas yang dimiliki struktur; dan
- Nilai faktor tahanan lebih yang terkandung di dalam struktur.

- Berdasarkan pedoman gempa yang berlaku di Indonesia yaitu Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Rumah dan Gedung (SNI 03-1726-2002) dan Aplikasi SNI Gempa 1726:2012, besarnya beban gempa horisontal (V) yang bekerja pada struktur bangunan, ditentukan menurut persamaan :

$$V = C_s \cdot W = \frac{S_a \cdot I_e}{R} \cdot W$$

Dengan,

S_a = Spektrum respon percepatan desain (g);

I_e = Faktor keutamaan gempa;

R = Koefisien modifikasi respons;

W = Kombinasi dari beban mati dan beban hidup yang direduksi (kN).

Besarnya koefisien reduksi beban hidup untuk perhitungan W_t , ditentukan sebagai berikut;

- Perumahan / penghunian : rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit = 0,30
- Gedung pendidikan : sekolah, ruang kuliah = 0,50
- Tempat pertemuan umum, tempat ibadah, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pertunjukan = 0,50
- Gedung perkantoran : kantor, bank = 0,30

- Gedung perdagangan dan ruang penyimpanan, toko, toserba, pasar, gudang, ruang arsip, perpustakaan = 0,80
- Tempat kendaraan : garasi, gedung parkir = 0,50
- Bangunan industri : pabrik, bengkel = 0,90

a. Menentukan Kategori Risiko Struktur Bangunan (I-IV) dan Faktor Keutamaan (I_e)

Untuk berbagai kategori risiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai tabel 2.4 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan (I_e) menurut tabel 2.5.

Tabel 2.4 *Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa*

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan; rumah ruko dan kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/rumah susun - Pusat perbelanjaan/<i>mall</i> - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik 	II
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan,	III

<p>termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat. - Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk 	IV

ke dalam kategori risiko IV.

Tabel 2.5 Faktor Keutamaan gempa (I_e)

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa (I_e)
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Mengacu pada tabel 3.4 dan tabel 3.5 faktor keutamaan gempa untuk kategori gedung evakuasi vertikal untuk mitigasi tsunami masuk kedalam kategori risiko= **IV** dengan faktor keutamaan (I_e)= **1,50**.

b. Menentukan Kelas Situs (SA-SF)

Dalam perumusan Kriteria Desain Seismik (KDS) suatu bangunan di permukaan tanah atau penentuan amplifikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar ke permukaan tanah untuk suatu situs, maka situs tersebut harus diklasifikasikan terlebih dahulu. Profil tanah di situs harus diklasifikasikan sesuai dengan tabel 3.6, berdasarkan profil tanah lapisan 30 m paling atas. Penetapan kelas situs harus melalui penyelidikan tanah di lapangan dan di laboratorium, yang dilakukan oleh otoritas yang berwenang atau ahli desain geoteknik bersertifikat, dengan minimal mengukur secara independen dua dari tiga parameter tanah yang tercantum dalam Tabel 3.6. Dalam hal ini, kelas situs dengan kondisi yang lebih buruk harus diberlakukan. Apabila tidak tersedia data

tanah yang spesifik pada situs sampai kedalaman 30 m, maka sifat-sifat tanah harus diestimasi oleh seorang ahli geoteknik yang memiliki sertifikat/ijin keahlian yang menyiapkan laporan penyelidikan tanah berdasarkan kondisi getekniknya. Penetapan kelas situs SA dan kelas situs SB tidak diperkenankan jika terdapat lebih dari 3 m lapisan tanah antara dasar telapak atau rakit fondasi dan permukaan batuan dasar.

Tabel 2.6 Klasifikasi situs

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	\bar{N}_{ch}	\bar{s}_u (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (tanah lunak)	<175	<15	<50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$ 2. Kadar air, $w \geq 40\%$ 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa 		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti pasal 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) - Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa 		

Catatan: N/A = tidak dapat dipakai

c. Menentukan Koefisien-Koefisien Situs dan Parameter-Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangkan Risiko-Tertarget (MCE_R)

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (F_v). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (S_{MS}) dan perioda 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$S_{MS} = F_a S_S$$

$$S_{M1} = F_v S_I$$

Dengan,

S_S = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda pendek;

S_I = parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Dan koefisien situs F_a dan F_v mengikuti tabel 3.7 dan tabel 3.8

Tabel 2.7 Koefisien situs F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_S				
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,5$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,0$	$S_S \geq 1,25$
	0,8	0,8	0,8		0,8
	1,0	1,0	1,0		1,0

	1,2	1,2	1,1		1,0
	1,6	1,4	1,2		1,0
	2,5	1,7	1,2		0,9
	SS ^b				

- 1) Untuk nilai-nilai antara S_S dapat Interpolasi linier
- 2) SS= Situs yang memerlukan Investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1.

Tabel 2.8 Koefisien situs F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, S_S				
	$S_S \leq 0,1$	$S_S = 0,2$	$S_S = 0,3$	$S_S = 0,4$	$S_S \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS ^b				

- 1) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat Interpolasi linier
- 2) SS= Situs yang memerlukan Investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1.

d. Menentukan Kategori Desain Seismik (A-D)

Struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik yang mengikuti pasal ini. Struktur dengan kategori I, II, atau III yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik, S_I , lebih besar dari atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E.

Struktur yang berkategori risiko IV yang berlokasi dimana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada perioda 1 detik, S_I , lebih besar atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, S_{Ds} dan S_{DI} . Masing-masing bangunan dan struktur harus ditetapkan ke dalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu pada tabel 3.9 atau 3.10, terlepas dari nilai perioda fundamental getaran struktur, T .

Apabila S_I lebih dari 0,75, kategori desain seismik diijinkan untuk ditentukan sesuai tabel 3.9 saja, dimana berlaku semua ketentuan di bawah:

- 1) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perkiraan perioda fundamental struktur, T_a , yang ditentukan sesuai dengan pasal 7.8.2.1 adalah kurang dari $0,8 T_s$.

- 2) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perioda fundamental struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai adalah kurang dari T_s .
- 3) $C_s = \frac{S_{DS}}{R/I_e}$, digunakan untuk menentukan koefisien respons seismik, C_s ,
- 4) Diafragma struktural adalah kaku sebagaimana disebutkan di pasal 7.3.1 atau untuk diafragma yang fleksibel, jarak antara elemen-elemen vertikal penahan gaya gempa tidak melebihi 12 m.

Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek

Nilai S_{DS}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Tabel 2.10 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik

Nilai S_{D1}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

e. Pemilihan Sistem Struktur dan Parameter Sistem (R, C_d, Ω_0)

Sistem penahan gaya gempa lateral dan vertikal dasar harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan dalam tabel 3.11. Pembagian setiap tipe berdasarkan pada elemen vertikal yang digunakan untuk menahan gaya gempa lateral. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur yang ditunjukkan dalam tabel 3.11. Koefisien modifikasi respons yang sesuai, R , faktor kuat lebih sistem, Ω_0 , dan koefisien amplifikasi defleksi, C_d , sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 3.11 harus digunakan dalam penentuan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antarlantai tingkat desain.

Setiap desain penahan gaya gempa yang dipilih harus dirancang dan didetailkan sesuai dengan persyaratan khusus bagi sistem tersebut yang ditetapkan dalam dokumen acuan yang berlaku seperti terdaftar dalam tabel 3.11 dan persyaratan tambahan yang ditetapkan dalam pasal 7.14 (Persyaratan perancangan dan pendetailan bahan).

Tabel 2.11 Faktor R, C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa
(Contoh untuk Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen)

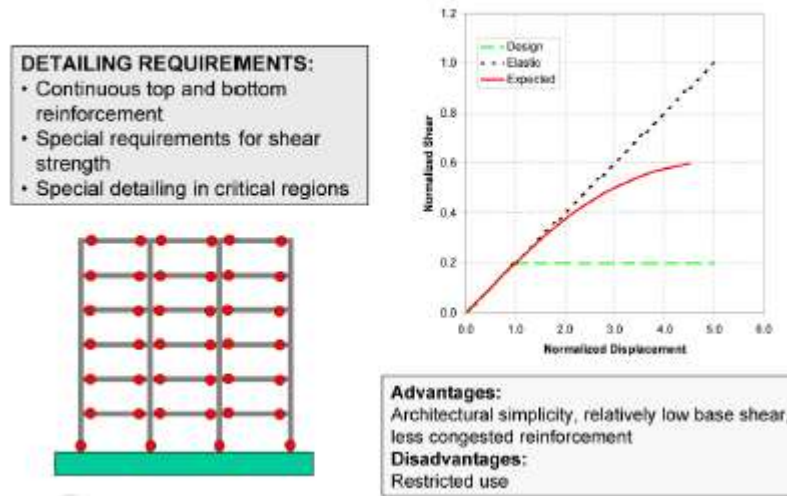
Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan Tinggi struktur h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	
C.Sistem rangka								

pemikul momen								
(C.5). Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5 ½	TB	TB	TB	TB	
(C.6). Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4 ½	TB	TB	TI	TI	
(C.7). Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2 ½	TB	TI	TI	TI	

- 1) Faktor pembesaran defleksi, C_d , untuk penggunaan dalam pasal 7.8.6, 7.8.7 dan 7.9.2.
- 2) TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Dijinkan.
- 3) Lihat pasal 7.2.5.4 untuk penjelasan sistem penahan gaya gempa yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 72 m atau kurang.
- 4) Lihat pasal 7.2.5.4 untuk sistem penahan gaya gempa yang dibatasi sampai bangunan dengan ketinggian 48 m atau kurang.

Sistem penahan gaya seismik yang memenuhi batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur untuk Kategori Desain Seismik D yaitu **rangka beton bertulang pemikul momen khusus** (*Framing Type: Sway Intermediate*).

Intermediate Concrete Moment Frame



Gambar 2.1 Rangka beton bertulang pemikul momen menengah –
Inelastic Respons

f. Batasan Periode Fundamental Struktur (T)

Periode fundamental struktur (T), tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dari tabel 3.11 dan periode fundamental pendekatan, (T_a). Sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur (T), diijinkan secara langsung menggunakan periode fundamental pendekatan, (T_a). Periode fundamental pendekatan, (T_a), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$T_a = C_r \cdot h_n^x$$

Dengan,

h_n adalah ketinggian struktur, dalam meter, di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan dari tabel 2.13.

Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{DI}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 2.13 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka pemikul 100 persen gaya gempa yang diisyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sebagai alternatif, diijinkan untuk menentukan perioda fundamental pendekatan T_a , dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem penahan gaya gempa terdiri dari rangka penahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi paling sedikit 3 m.

$$T_a = 0,1N$$

Dengan,

N = jumlah tingkat

Perioda fundamental struktur (T) yang digunakan:

Jika $T_c > C_u T_a$ gunakan $T = C_u T_a$

Jika $T_a < T_c < C_u T_a$ gunakan $T = T_c$

Jika $T_c < T_a$ gunakan $T = T_a$

Dengan,

T_c = Perioda fundamental struktur yang diperoleh dari program analisis struktur.

2.5 Kombinasi Pembebanan untuk Metode Load Resistance Factor Design

Metode LFRD (Load Resistance Factor Design) merupakan metode perhitungan yang mengacu pada prosedur metode kekuatan batas (Ultimate strength method), dimana di dalam prosedur perhitungan digunakan dua faktor keamanan yang terpisah yaitu faktor beban (γ) dan faktor reduksi kekuatan bahan (ϕ). Kuat rencana setiap komponen struktur tidak boleh kurang dari kekuatan yang dibutuhkan yang ditentukan berdasarkan kombinasi pembebanan LRFD

$$R_u \leq \phi R_n$$

R_u = kekuatan yang dibutuhkan (LRFD)

R_n = kekuatan nominal

ϕ = faktor tahanan (< 1.0) (SNI: faktor reduksi)

Setiap kondisi beban mempunyai faktor beban yang berbeda yang memperhitungkan derajat uncertainty, sehingga dimungkinkan untuk mendapatkan reliabilitas seragam. Dengan kedua faktor ini, ketidakpastian yang berkaitan dengan masalah pembebanan dan masalah kekuatan bahan dapat diperhitungkan dengan lebih baik.

2.5.1 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Beton

Perencanaan komponen struktur beton bertulang mengikuti ketentuan semua komponen struktur harus direncanakan cukup kuat sesuai dengan ketentuan yang dipersyaratkan dalam *SNI 03-2847-2002 Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, dengan menggunakan metode faktor beban dan faktor reduksi kekuatan (LRFD). Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu, yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini.

1. Kuat perlu U untuk menahan beban mati D paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,4 D \quad (1)$$

Kuat perlu U untuk menahan beban mati D , beban hidup L , dan juga beban atap A atau beban hujan R , paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (2)$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D , L , dan W berikut harus ditinjau untuk menentukan nilai U yang terbesar, yaitu:

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R) \quad (3)$$

Faktor beban untuk W boleh dikurangi menjadi 1,3 bilamana beban angin W belum direduksi oleh faktor arah. Faktor beban untuk L boleh direduksi menjadi 0,5 kecuali untuk ruangan garasi, ruangan pertemuan, dan semua ruangan yang beban hidup L -nya lebih besar daripada 500 kg/m². Kombinasi beban juga harus memperhitungkan kemungkinan beban hidup L yang penuh dan kosong untuk mendapatkan kondisi yang paling berbahaya, yaitu:

$$U = 0,9 D \pm 1,6 W \quad (4)$$

Faktor beban untuk W boleh dikurangi menjadi 1,3 bilamana beban angin W belum direduksi oleh faktor arah. Perlu dicatat bahwa untuk setiap kombinasi beban D , L , dan W , kuat perlu U tidak boleh kurang dari persamaan 2.

3. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka nilai kuat perlu U harus diambil sebagai:

$$U = 1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E \quad (5)$$

Faktor beban untuk L boleh direduksi menjadi 0,5 kecuali untuk ruangan garasi, ruangan pertemuan, dan semua ruangan yang beban hidup L-nya lebih besar daripada 500 kg/m^2

2.5.2 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Baja

Berdasarkan *SNI 03 - 1729 - 2002, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung* maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini:

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H)$
3. $1,2D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma L. L \text{ atau } 0,8W)$
4. $1,2D + 1,3 W + \gamma L. L + 0,5 (La \text{ atau } H)$
5. $1,2D \pm 1,0E + \gamma L. L$
6. $0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E)$

Keterangan:

- **D** : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap.
- **L** : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.
- **La** : beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh

pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

- H : beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.
- W : beban angin.
- E : beban gempa.

dengan,

$\gamma_L = 0,5$ bila $L < 5$ kPa, dan $\gamma_L = 1$ bila $L \geq 5$ kPa.

Kekecualian : Faktor beban untuk L di dalam kombinasi pembebanan pada persamaan 3, 4, dan 5 harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum, dan semua daerah di mana beban hidup lebih besar daripada 5 kPa.

2.6 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Pondasi

Pada metode desain berdasarkan tegangan kerja (working stress design), kapasitas dukung aman ditentukan dari nilai ultimit kapasitas dukung tanah dibagi dengan faktor aman (S.F). Selain meninjau kapasitas dukung aman, perencana harus mempertimbangkan kondisi batas kemampuan agar tidak terlampaui. Pada saat kriteria penurunan mendominasi, tegangan tanah yang bekerja di bawah dasar pondasi dibatasi oleh nilai yang sesuai tentunya di bawah nilai kapasitas dukung aman, yang disebut dengan kapasitas dukung ijin tanah.

Kombinasi pembebanan untuk perhitungan pondasi:

- Pembebanan Tetap : DL + LL
- Pembebanan Sementara : DL + LL + E atau DL + LL + W

Pada peninjauan beban kerja pada tanah pondasi, maka untuk kombinasi pembebanan sementara, kapasitas dukung tanah yang diijinkan dapat dinaikkan menurut tabel di bawah ini:

Tabel 2.14 Kapasitas Dukung Tanah yang Diijinkan

Jenis Tanah Pondasi	Pembebanan Tetap qall (kg/cm ²)	Faktor Kenaikan qall	Pembebanan Sementara qall (kg/cm ²)
Keras	≥ 5	1,5	≥ 7,5
Sedang	2 – 5	1,3	2,6 – 6,5
Lunak	0,5 – 2	1 – 1,3	0,65 – 2,6
Amat Lunak	0 – 0,5	1	0 – 0,5

Pada peninjauan beban kerja pada pondasi tiang untuk kombinasi pembebanan sementara, selama tegangan yang diijinkan di dalam tiang memenuhi syarat-syarat yang berlaku untuk bahan tiang, kapasitas dukung tiang yang diijinkan dapat dikalikan 1,5.

2.7 Acuan Awal Perencanaan

Menurut *SNI 03-2847-2002 Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Untuk mempermudah pelaksanaan, sedapat mungkin ukuran kolom disamakan atau variasinya dibuat minimal dengan

mutu beton dan jumlah tulangan yang diturunkan pada lantai yang lebih tinggi.

1. Ukuran balok beton

$$H = L/14 - L/12 \text{ (tanpa prestress), } L/24 \text{ (prestress) ; } B = H/2$$

Keterangan:

- H = Tinggi balok beton
- B = Lebar balok beton
- L = Panjang balok beton

2. Ukuran kolom beton

$$A_c = P_{tot} / 0,33.f_c$$

Keterangan:

A_c = Luas penampang kolom beton

P_{tot} = Luas Tributari Area x Jumlah Lantai x Factored load

3. Ukuran pelat lantai

Untuk beban tipikal kantor dan apartment sebagai berikut:

- Biasa : $t_p = L/35$
- Flat slab : $t_p = L/25$
- Prestressed : $t_p = L/35 - L/45$

sedang untuk beban besar seperti parkir, taman dan public diasumsikan 1,2x nya.

Keterangan:

t_p = Tebal pelat beton

L = Panjang pelat beton

4. Cost analysis

- Setiap disain harus diperiksa terhadap cost total struktur
- Pedoman nilai adalah sbb :

Volume beton = 0.25-0.4 m³ beton/m² lantai

Berat baja = 90-150 kg baja/m³ beton

5. Sistem Struktur

Ada 2 macam sistem struktur sebagai berikut:

- Sistem struktur pemikul beban gravitasi meliputi slab, balok dan kolom.
- Sistem struktur pemikul beban lateral meliputi portal daktail (balok-kolom) dan shearwall.

P-delta effect perlu ditinjau karena wall cukup langsing ($h > 40$ meter) dan jumlah lantai > 10 tingkat.

6. Pemilihan sistem struktur

Pemilihan sistem struktur disesuaikan dengan jumlah lantai dan disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.15 Pemilihan Sistem Struktur

Jumlah Lantai			
1 – 3 Lantai	4 – 20 Lantai	15 – 30 Lantai	> 30 Lantai
Frame Daktail	Balok - Kolom	Wall - Slab	Core + Frame
Balok - Kolom	Wall - Slab	Wall + Frame	Tube
Flat Slab	Flat Slab	Core + Frame	

	Braced Frame	Braced + Frame	
--	--------------	----------------	--

BAB III

PERENCANAAN

3.1 Perencanaan

Atap merupakan bagian dari suatu bangunan yang berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang ada dibawahnya terhadap pengaruh panas, debu, hujan, angin, atau untuk keperluan perlindungan. Bentuk atap berpengaruh terhadap keindahan suatu bangunan dan pemilihan tipe atap hendaknya disesuaikan dengan iklim setempat, tampak yang dikehendaki oleh arsitek, biaya yang tersedia, dan material yang mudah didapat. Kontruksi atap yang digunakan adalah rangka atap kuda – kuda. Rangka atap kuda – kuda adalah suatu susunan rangka batang yang berfungsi untuk mendukung beban atap termasuk juga berat sendiri dan sekaligus memberikan bentuk pada atap. Pada dasarnya kontruksi kuda – kuda terdiri dari rangkaian batang yang membentuk segitiga, dengan mempertimbangkan berat atap serta penutup atap, maka kontruksi kuda – kuda akan berbeda satu sama lain. Setiap susunan rangka batang haruslah merupakan satu kesatuan bentuk yang kokoh yang nantinya mampu memikul beban yang bekerja padanya tanpa mengalami perubahan. Beban – beban tersebut antara lain beban hidup yang berasal dari berat pekerja, beban mati yang berasal dari berat kuda – kuda dan beban angin. Struktur rangka atap kuda – kuda direncanakan menggunakan baja siku sama kaki, gording direncanakan menggunakan baja profil light lip

channels, usuk dan reng direncanakan menggunakan kayu kelas kuat I dan genteng direncanakan menggunakan genteng beton.

3.1.1 Data Teknis Perencanaan Struktur Atap

➤ Kuda - kuda 1

- Bentang kuda – kuda (L) : 15 m
- Tinggi kuda – kuda (h) : 2,22 m
- Jarak kuda – kuda (Jk) : 3,5 m
- Jarak gording (Jg) : 1,2 m
- Jarak usuk (Ju) : 50 m
- Jarak reng (Jr) : 25 m
- Kemiringan atap (α) : 15°
- Penutup atap : genteng beton
- Berat genteng (Wgb) : 50 kg/m^2
- Tegangan baja (σ) : 1600 kg/cm^2
- Modulus elastisitas baja (E) : $2,10 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
- Spesifikasi kuda – kuda
- Kuda – kuda : 2L.70.70.7 dan 2L.60.60.6

Profil baja 2L.70.70.7

- Berat (Wkk) : 7,38kg/m
- $W_x = W_y$: $8,43 \text{ cm}^3$
- $I_x = I_y$: $42,4 \text{ cm}^4$
- $i_x = i_y$: 2,12 cm

Profil baja 2L.80.80.8

- Berat (Wkk) : 5,42 kg/m
- $W_x = W_y$: $5,29 \text{ cm}^3$
- $I_x = I_y$: $22,8 \text{ cm}^4$

- $i_x = i_y$: 1,82 cm

- Spesifikasi Gording
 - Gording : C 125.50.20.4,5
 - Berat (Wgd) : 8,32 kg/m
 - W_x : 38,0 cm³
 - W_y : 10,1 cm³
 - I_x : 238 cm⁴
 - I_y : 33,5 cm⁴
 - i_x : 4,74 cm
 - i_y : 1,78 cm

- Reng dan usuk : baja ringan

- Tegangan lentur baja ringan (σ_{lt}) : 1600 kg/cm²

- Beban pekerja (P) : 100 kg

- Tekanan angin pegunungan (Wang): 25 kg/m²

- Berat plafon & penggantung (Wpf) : 18 kg/m²

3.1.2 Perencanaan Reng

1. Pembebanan reng

- Berat genteng beton (Wgb) : 50 kg/m²
- Jarak reng (Jr) : 25 cm
- Jarak usuk (Ju) : 50 cm
- Kemiringan atap (α) : 15°

$$\begin{aligned}
\text{Beban pada reng (q}_r\text{)} &= W_{gb} \cdot J_r \\
&= 50 \cdot 0,25 \\
&= 12,5 \text{ kg/m} \\
&= 12,5 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}
\end{aligned}$$

2. Momen yang terjadi pada reng

- $M_x = 1/8 \cdot q_r \cdot \cos \alpha \cdot (J_u)^2$

$$\begin{aligned}
&= 1/8 \cdot 12,5 \cdot \cos 15^\circ \cdot 0,5^2 \\
&= 0,377 \text{ kgm} \\
&= 37,7 \text{ kgcm}
\end{aligned}$$

- $M_y = 1/8 \cdot q_r \cdot \sin \alpha \cdot (J_u)^2$

$$\begin{aligned}
&= 1/8 \cdot 12,5 \cdot \sin 15^\circ \cdot 0,5^2 \\
&= 0,101 \text{ kgm} \\
&= 10,1 \text{ kgcm}
\end{aligned}$$

3. Pendimensionan reng

Dimensi reng dimisalkan $b = 2/3h$

b = lebar reng (cm)

h = tinggi reng (cm)

- $W_x = 1/6 \cdot b \cdot h^2$

$$\begin{aligned}
&= 1/6 \cdot 2/3h \cdot h^2 \\
&= 1/9 h^3
\end{aligned}$$
- $W_y = 1/6 \cdot b^2 \cdot h$

$$\begin{aligned}
&= 1/6 \cdot (2/3h)^2 \cdot h \\
&= 1/6 \cdot 4/9 h^2 \cdot h
\end{aligned}$$

$$= 2/27h^3$$

- $\sigma_{lt} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$

$$150 = \frac{37,7}{\frac{1}{9}h^3} + \frac{10,1}{\frac{2}{27}h^3}$$

$$150 = \frac{303,3}{h^3} + \frac{136,35}{h^3}$$

$$150 = \frac{439,65}{h^3}$$

$$h^3 = \frac{439,65}{150}$$

$$h^3 = 2,931$$

$$h = 1,43 \text{ cm}$$

$$h \approx 3 \text{ cm}$$

jadi tinggi reng (h) dipakai kayu ukuran 3 cm, maka:

$$b = 2/3h$$

$$b = 2/3 \cdot 3$$

$$b = 2 \text{ cm}$$

jadi dipakai reng dengan dimensi 2/3 cm

4. Kontrol lendutan pada reng

- $f_{ijin} = 1/200 \cdot J_u$

$$= 1/200 \cdot 50$$

$$= 0,25 \text{ cm}$$

- $I_x = 1/12 \cdot b \cdot h^3$

$$= 1/12 \cdot 2 \cdot 3^3$$

$$= 4,5 \text{ cm}^4$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ } I_y &= 1/12 \cdot b^3 \cdot h \\
 &= 1/12 \cdot 2^3 \cdot 3 \\
 &= 2 \text{ cm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ } f_x &= \frac{5 \cdot q_r \cdot \cos \alpha \cdot J u^4}{384 \cdot E \cdot I_x} \\
 &= \frac{5 \cdot 12,5 \cdot 10^{-2} \cdot \cos 15^\circ \cdot 50^4}{384 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 4,5} \\
 &= 0,0175 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ } f_y &= \frac{5 \cdot q_r \cdot \sin \alpha \cdot J u^4}{384 \cdot E \cdot I_y} \\
 &= \frac{5 \cdot 12,5 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 15^\circ \cdot 50^4}{384 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 2} \\
 &= 0,0105 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ } f_{\max} &= \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} \\
 &= \sqrt{(0,0175)^2 + (0,0105)^2} \\
 &= 0,204 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } f_{\max} \leq f_{ijin}$$

$$0,0204 \text{ cm} \leq 0,25 \text{ cm} \quad (\text{OK})$$

5. Kontrol tegangan pada reng

$$\begin{aligned}
 \sigma_{ytb} &= \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \\
 &= \frac{37,731}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} + \frac{10,11}{\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot h} \\
 &= \frac{37,731}{\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot 3^2} + \frac{10,11}{\frac{1}{6} \cdot 2^2 \cdot 3} \\
 &= 12,46 + 5,05
 \end{aligned}$$

$$= 17,51 \text{ kg/cm}^2$$

Syarat $\sigma_{ytb} \leq \sigma_{lt}$

$$17,51 \text{ kg/cm}^2 \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

Jadi reng kayu dengan dimensi 2/3 cm aman dipakai

3.1.3 Perencanaan Usuk

1. Pembebanan usuk

- Berat genteng beton (Wgb) : 50 kg/m²
- Jarak usuk (Ju) : 50 cm
- Jarak gording (Jg) : 1,2 m
- Beban pekerja (P) : 100 kg
- Tekanan angin pegunungan (Wang) : 25 kg/m²
- Kemiringan atap (α) : 15°

Beban pada usuk (q_u) = Wgb . Ju

$$= 50 \cdot 0,5$$

$$= 25 \text{ kg/m}$$

$$= 25 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$q_x = q_u \cdot \cos\alpha$$

$$= 25 \cdot \cos 15^\circ$$

$$= 24,148 \text{ kg/m}$$

$$= 24,148 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$q_y = q_u \cdot \sin\alpha$$

$$= 25 \cdot \sin 15^\circ$$

$$= 6,4705 \text{ kg/m}$$

$$= 6,4705 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$P_x = P \cdot \cos\alpha$$

$$= 100 \cdot \cos 15^\circ$$

$$= 96,593 \text{ kg}$$

$$P_y = P \cdot \sin\alpha$$

$$= 100 \cdot \sin 15^\circ$$

$$= 25,882 \text{ kg}$$

2. Momen yang terjadi pada usuk

a. Momen akibat beban mati

- $M_{x_{DL}} = 1/8 \cdot q_u \cdot \cos\alpha \cdot (Jg)^2$
 $= 1/8 \cdot 25 \cdot \cos 15^\circ \cdot (1,2)^2$
 $= 4,35 \text{ kgm}$
 $= 435 \text{ kgcm}$

- $M_{y_{DL}} = 1/8 \cdot q_u \cdot \sin\alpha \cdot (Jg)^2$
 $= 1/8 \cdot 25 \cdot \sin 15^\circ \cdot (1,2)^2$
 $= 1,16 \text{ kgm}$
 $= 116 \text{ kgcm}$

b. Momen akibat beban hidup karena beban pekerja

- $M_{x_{LL}} = 1/4 \cdot P \cdot \cos\alpha \cdot Jg$
 $= 1/4 \cdot 100 \cdot \cos 15^\circ \cdot 1,2$
 $= 28,98 \text{ kgm}$
 $= 2898 \text{ kgcm}$

- $M_{y_{LL}} = 1/4 \cdot P \cdot \sin\alpha \cdot Jg$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4} \cdot 100 \cdot \sin 15^\circ \cdot 1,2 \\
&= 7,76 \text{ kgm} \\
&= 776 \text{ kgcm}
\end{aligned}$$

c. Momen akibat beban angin

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin tekan = $(+0,02\alpha - 0,4)$,

dimana $\alpha = 15^\circ$

- $W_{\text{atkn}} = (+0,02\alpha - 0,4) \cdot W_{\text{ang}} \cdot J_u$

$$\begin{aligned}
&= ((+0,02 \cdot 15^\circ) - 0,4) \cdot 25 \cdot 0,5 \\
&= -1,25 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin tekan:

$$\begin{aligned}
M_{\text{atkn}} &= \frac{1}{8} \cdot W_{\text{atkn}} \cdot (J_g)^2 \\
&= \frac{1}{8} \cdot (-1,25) \cdot (1,4)^2 \\
&= -0,31 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap pada sudut

kemiringan $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$

- $W_{\text{ahsp}} = (-0,4) \cdot W_{\text{ang}} \cdot J_u$

$$\begin{aligned}
&= (-0,4) \cdot 25 \cdot 0,5 \\
&= -5 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin hisap:

$$\begin{aligned}
M_{\text{ahsp}} &= \frac{1}{8} \cdot W_{\text{ahsp}} \cdot (J_g)^2 \\
&= \frac{1}{8} \cdot (-5) \cdot (1,4)^2 \\
&= -9 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Tabel 3.1 Kombinasi Momen yang Terjadi pada Usuk

Momen (M)	Momen Beban Mati (M _{DL})	Momen Beban Hidup (M _{LL})	Momen Beban Angin Tekan (M _{atkn})	Momen Beban Angin Hisap (M _{ahsp})	Momen Tetap (M _{DL} + M _{LL})	Momen Sementara (M _{DL} + M _{LL} + +M _{atkn})
Mx (kgm)	4,35	28,98	-0,31	-9	33,33	33,02
My (kgm)	1,16	7,76	0	0	8,92	8,92

3. Pendimensian usuk

Dimensi usuk dimisalkan $b = 2/3h$

b = lebar usuk (cm)

h = tinggi usuk (cm)

- $W_x = 1/6 \cdot b \cdot h^2$
 $= 1/6 \cdot 2/3h \cdot h^2$
 $= 1/9 h^3$
- $W_y = 1/6 \cdot b^2 \cdot h$
 $= 1/6 \cdot (2/3h)^2 \cdot h$
 $= 1/6 \cdot 4/9 h^2 \cdot h$
 $= 2/27h^3$
- $\sigma_{lt} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$
 $150 = \frac{3302}{\frac{1}{9}h^3} + \frac{892}{\frac{2}{27}h^3}$
 $150 = \frac{29718}{h^3} + \frac{12042}{h^3}$

$$150 = \frac{41760}{h^3}$$

$$h^3 = \frac{41760}{150}$$

$$h^3 = 278,4$$

$$h = 6,53 \text{ cm}$$

$$h \approx 7 \text{ cm}$$

jadi tinggi reng (h) dipakai kayu ukuran 7 cm, maka:

$$b = 2/3h$$

$$b = 2/3 \cdot 7$$

$$b = 5,33 \text{ cm}$$

$$b \approx 5 \text{ cm}$$

jadi dipakai usuk dengan dimensi 5/7 cm

4. Kontrol lendutan pada usuk

$$\begin{aligned} \bullet f_{ijin} &= 1/200 \cdot Jg \cdot 100 \\ &= 1/200 \cdot 1,2 \\ &= 0,6 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet I_x &= 1/12 \cdot b \cdot h^3 \\ &= 1/12 \cdot 6 \cdot 7^3 \\ &= 142,92 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet I_y &= 1/12 \cdot b^3 \cdot h \\ &= 1/12 \cdot 6^3 \cdot 7 \\ &= 72,917 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

$$\bullet f_x = \frac{5 \cdot q_x \cdot \cos\alpha \cdot Jg^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_x \cdot \cos\alpha \cdot Jg^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5 \cdot 24,148 \cdot 10^{-2} \cdot \cos 15^\circ \cdot 120^4}{384 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 142} + \frac{96,593 \cdot \cos 15^\circ \cdot 120^3}{48 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 142}$$

$$= 0,0354 + 0,1892$$

$$= 0,2246 \text{ cm}$$

- $f_y = \frac{5 \cdot q_y \cdot \sin \alpha \cdot J_g^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_y \cdot \sin \alpha \cdot J_g^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$

$$= \frac{5 \cdot 6,47 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 15^\circ \cdot 120^4}{384 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 72,917} + \frac{25,882 \cdot \sin 15^\circ \cdot 120^3}{48 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 72,917}$$

$$= 0,0049 + 0,0263$$

$$= 0,0312 \text{ cm}$$

- $f_{\max} = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2}$

$$= \sqrt{(0,2246)^2 + (0,0312)^2}$$

$$= 0,2255 \text{ cm}$$

Syarat $f_{\max} \leq f_{ijin}$

$$0,2255 \text{ cm} \leq 0,6 \text{ cm} \quad (\text{OK})$$

5. Kontrol tegangan pada usuk

$$\sigma_{ytb} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}$$

$$= \frac{3302}{\frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2} + \frac{892}{\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot h}$$

$$= \frac{3302}{\frac{1}{6} \cdot 5 \cdot 7^2} + \frac{892}{\frac{1}{6} \cdot 5^2 \cdot 7}$$

$$= 84,234 + 31,857$$

$$= 116,091 \text{ kg/cm}^2$$

Syarat $\sigma_{ytb} \leq \sigma_{lt}$

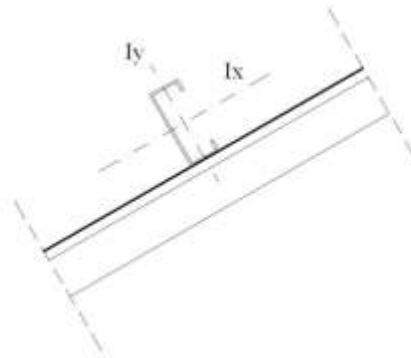
$$116,091 \text{ kg/cm}^2 \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

Jadi usuk kayu dengan dimensi 5/7 cm aman dipakai

3.1.4 Perencanaan Gording

1. Pembebanan gording

- Berat genteng beton (Wgb) : 50 kg/m^2
- Jarak kuda – kuda (Jk) : 3,5 m
- Jarak gording (Jg) : 1,2 m
- Kemiringan atap (α) : 15°
- Spesifikasi Gording (Dari Tabel Profil Konstruksi Baja)
 - Gording : C 125.50.20.4,5
 - Berat (Wgd) : 8,32 kg/m
 - W_x : $38,0 \text{ cm}^3$
 - W_y : $10,1 \text{ cm}^3$
 - I_x : 238 cm^4
 - I_y : $33,5 \text{ cm}^4$
 - i_x : 4,74 cm
- i_y : 1,78 cm



Gambar 3.1 Perencanaan Gording

- Beban pada gording (q_{g1}) = $W_{gb} \cdot J_g$

$$= 50 \cdot 1,2$$

$$= 60 \text{ kg/m}$$

$$= 60 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban pada gording (q_g) = $W_{gd} + q_{g1}$

$$= 8,32 + 60$$

$$= 68,32 \text{ kg/m}$$

$$= 68,32 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban bracing (q_b) = $10\% \cdot q_g$

$$= 10\% \cdot 68,32$$

$$= 6,832 \text{ kg/m}$$

$$= 6,832 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- Beban total pada gording (q_{gtot}) = $q_g + q_b$

$$= 68,32 + 6,832$$

$$= 75,152 \text{ kg/m}$$

$$= 75,152 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- $q_x = q_{gtot} \cdot \cos\alpha$

$$= 75,152 \cdot \cos 15^\circ$$

$$= 72,591 \text{ kg/m}$$

$$= 72,591 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$
- $q_y = q_{gtot} \cdot \sin\alpha$

$$= 75,152 \cdot \sin 15^\circ$$

$$= 19,451 \text{ kg/m}$$

$$= 19,451 \times 10^{-2} \text{ kg/cm}$$

$$\circ P_x = P \cdot \cos\alpha$$

$$= 100 \cdot \cos 15^\circ$$

$$= 96,593 \text{ kg}$$

$$\circ P_y = P \cdot \sin\alpha$$

$$= 100 \cdot \sin 15^\circ$$

$$= 25,882 \text{ kg}$$

2. Momen yang terjadi pada gording

a. Momen akibat beban mati

$$\begin{aligned} \bullet M_{x_{DL}} &= 1/8 \cdot q_{\text{gtot}} \cdot \cos\alpha \cdot (Jk)^2 \\ &= 1/8 \cdot 75,152 \cdot \cos 15^\circ \cdot (3,5)^2 \\ &= 111,16 \text{ kgm} \\ &= 11116 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet M_{y_{DL}} &= 1/8 \cdot q_{\text{gtot}} \cdot \sin\alpha \cdot (Jk/2)^2 \\ &= 1/8 \cdot 75,152 \cdot \sin 15^\circ \cdot (3,5/2)^2 \\ &= 7,446 \text{ kgm} \\ &= 744,6 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

b. Momen akibat beban hidup karena beban pekerja

$$\begin{aligned} \bullet M_{x_{LL}} &= 1/4 \cdot P \cdot \cos\alpha \cdot Jk \\ &= 1/4 \cdot 100 \cdot \cos 15^\circ \cdot 3,5 \\ &= 84,519 \text{ kgm} \\ &= 8451,9 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

$$\bullet M_{y_{LL}} = 1/4 \cdot P \cdot \sin\alpha \cdot Jk/2$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4} \cdot 100 \cdot \sin 15^\circ \cdot 3,5/2 \\
&= 11,323 \text{ kgm} \\
&= 1132,2 \text{ kgcm}
\end{aligned}$$

c. Momen akibat beban angin

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin tekan = $(+0,02\alpha - 0,4)$,

dimana $\alpha = 15^\circ$

- $W_{\text{atkn}} = (+0,02\alpha - 0,4) \cdot W_{\text{ang}} \cdot J_g$

$$\begin{aligned}
&= ((+0,02 \cdot 15^\circ) - 0,4) \cdot 25 \cdot 1,2 \\
&= -3 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin tekan:

$$\begin{aligned}
M_{\text{atkn}} &= 1/8 \cdot W_{\text{atkn}} \cdot (Jk)^2 \\
&= 1/8 \cdot (-3) \cdot (3,5)^2 \\
&= -4,593 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap pada sudut

kemiringan $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$

- $W_{\text{ahsp}} = (-0,4) \cdot W_{\text{ang}} \cdot J_g$

$$\begin{aligned}
&= (-0,4) \cdot 25 \cdot 1,2 \\
&= -12 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Momen yang terjadi akibat beban angin hisap:

$$\begin{aligned}
M_{\text{ahsp}} &= 1/8 \cdot W_{\text{ahsp}} \cdot (Jk)^2 \\
&= 1/8 \cdot (-12) \cdot (3,5)^2 \\
&= -18,375 \text{ kgm}
\end{aligned}$$

Tabel 3.2 Kombinasi Momen yang Terjadi pada Gording

Momen (M)	Momen Beban Mati (M_{DL})	Momen Beban Hidup (M_{LL})	Momen Beban Angin Tekan (M_{atkn})	Momen Beban Angin Hisap (M_{ahsp})	Momen Tetap ($M_{DL} + M_{LL}$)	Momen Sementara ($M_{DL} + M_{LL} + M_{atkn}$)
M_x (kgm)	111,16	84,519	-4,593	-18,375	192,67	191,08
M_y (kgm)	7,446	11,323	0	0	18,769	18,769

3. Kontrol tegangan pada gording

$$\begin{aligned} \sigma_{ytb} &= \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \\ &= \frac{19108}{38} + \frac{1876,9}{10,1} \\ &= 502,84 + 185,83 \\ &= 688,67 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Syarat $\sigma_{ytb} \leq \sigma_{tkn}$

$$688,67 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

4. Kontrol lendutan pada gording

Syarat – syarat lendutan maksimum berdasarkan PPBBGI 1987 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Syarat – Syarat Lendutan

No	Kondisi Pembebanan	Lendutan max
1	DL+LL	Jk/250

2	LL	Jk/500
3		25 mm

a. Check terhadap syarat 1

$$\begin{aligned} \bullet f_{ijin} &= Jk/250 \\ &= 350/250 \\ &= 1,4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_x &= \frac{5 \cdot q_x \cdot Jk^4}{384 \cdot E \cdot I_x} + \frac{P_x \cdot Jk^3}{48 \cdot E \cdot I_x} \\ &= \frac{5 \cdot 72,59 \cdot 10^{-2} \cdot 350^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283} + \frac{96,593 \cdot 350^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283} \\ &= 0,023 + 0,014 \\ &= 0,037 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_y &= \frac{5 \cdot q_y \cdot (Jk/2)^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{P_x \cdot (Jk/2)^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \\ &= \frac{5 \cdot 19,45 \cdot 10^{-2} \cdot (\frac{350}{2})^4}{384 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5} + \frac{50 \cdot (\frac{350}{2})^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5} \\ &= 0,0033 + 0,0041 \\ &= 0,0074 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet f_{max} &= \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2} \\ &= \sqrt{(0,037)^2 + (0,0074)^2} \\ &= 0,037 \text{ cm} \end{aligned}$$

Syarat $f_{max} \leq f_{ijin}$

$$0,037 \text{ cm} \leq 1,5 \text{ cm} \quad (\text{OK})$$

b. Check terhadap syarat 2

- $\delta_{ijin} = Jk/500$
 $= 375/500$
 $= 0,75 \text{ cm}$

- $\delta_x = \frac{P \cdot \sin\alpha \cdot (Jk/2)^3}{48 \cdot E \cdot I_y}$
 $= \frac{100 \cdot \sin 15^\circ \cdot (350/2)^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 33,5}$
 $= 0,041 \text{ cm}$

- $\delta_y = \frac{P \cdot \cos\alpha \cdot Jk^3}{48 \cdot E \cdot I_x}$
 $= \frac{100 \cdot \cos 15^\circ \cdot 350^3}{48 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 283}$
 $= 0,145 \text{ cm}$

- $\delta_{max} = \sqrt{(\delta_x)^2 + (\delta_y)^2}$
 $= \sqrt{(0,041)^2 + (0,145)^2}$
 $= 0,15 \text{ cm}$

Syarat $\delta_{max} \leq \delta_{ijin}$

$0,15 \text{ cm} \leq 0,75 \text{ cm}$ (OK)

c. Check terhadap syarat 3

$$\delta_{max} = \sqrt{(\delta_x)^2 + (\delta_y)^2}$$

$$= \sqrt{(0,041)^2 + (0,145)^2}$$

$$= 0,15 \text{ cm}$$

$$= 1,5 \text{ mm}$$

Syarat $\delta_{max} \leq 25 \text{ mm}$

$$1,5 \text{ mm} \leq 25 \text{ mm} \quad (\text{OK})$$

Jadi baja profil light lip channels 125.50.20.4,5 memenuhi syarat tegangan dan lendutan maka baja profil light lip channels 125.50.20.4,5 dapat digunakan sebagai gording.

3.1.5 Perencanaan Pembebanan pada Kuda – Kuda 1

a. Analisa pembebanan akibat beban mati (DL) pada titik buhul

- Beban atap (q_a) = $J_g \cdot W_{gb} \cdot J_k$

$$= 1,2 \cdot 50 \cdot 3,5$$

$$= 210 \text{ kg}$$

- Beban gording (q_g) = $W_{gd} \cdot J_k$

$$= 8,32 \cdot 3,5$$

$$= 29,12 \text{ kg}$$

- Berat kuda – kuda asumsi (q_k) = bentang kuda – kuda $\cdot 2W_{kk}$

$$= 15 \cdot 2 \cdot 9,66$$

$$= 221,4 \text{ kg}$$

- Berat plafond & penggantung (q_{pf}) = $W_{pf} \cdot J_k$

$$= 18 \cdot 3,5$$

$$= 63 \text{ kg}$$

- q_{tot} = $q_a + q_g + q_k + q_{pf}$

$$= 210 + 29,12 + 221,4 + 63$$

$$= 523,52 \text{ kg}$$

- Berat braching (q_b) = $10\% \cdot q_{tot}$

$$= 10\% \cdot 523,52$$

$$= 52,352 \text{ kg}$$

- Beban Mati (DL) $= q_{\text{tot}} + q_b$

$$= 523,52 + 52,352$$

$$= 575,87 \text{ kg}$$

b. Analisa pembebanan akibat beban hidup (LL) pada atap

Menurut PMI pasal 3.2.(3) beban hidup pada atap adalah 100 kg

$$\text{Beban hidup (LL)} = 100 \text{ kg}$$

$$= 1 \text{ KN}$$

c. Analisa pembebanan akibat tekanan angin (W)

Tekanan angin gunung (W_{ang}) = 25 kg/m², menurut PMI 1970 pasal

4.3.b koefisien angin tekan dengan sudut kemiringan $\alpha < 65^\circ = (+0,02\alpha - 0,4)$, dimana $\alpha = 15^\circ$

- Koefisien tekanan angin tekan (c_1) $= (+0,02\alpha - 0,4)$

$$= ((+0,02 \cdot 15^\circ) - 0,4)$$

$$= 0,1$$

- Angin tekan (W_{tkn}) $= W_{\text{ang}} \cdot c_1 \cdot J_g \cdot J_k$

$$= 25 \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 3,5$$

$$= 10,5 \text{ kg}$$

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut 15°)

sebagai berikut:

- Arah x $= W_{\text{tkn}} \cdot \cos\alpha$

$$= 10,5 \cdot \cos 15^\circ$$

$$= 10,14 \text{ kg}$$

- Arah z = $W_{tkn} \cdot \sin \alpha$
 $= 10,5 \cdot \sin 15^\circ$
 $= 2,71 \text{ kg}$

menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap dengan sudut kemiringan $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$, dimana $\alpha = 15^\circ$

- Koefisien angin hisap (c_2) = -0,4
- Angin hisap (W_{hsp}) = $W_{ang} \cdot c_2 \cdot J_g \cdot J_k$
 $= 25 \cdot (-0,4) \cdot 1,2 \cdot 3,5$
 $= -42 \text{ kg}$

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut 15°) sebagai berikut:

- Arah x = $W_{hsp} \cdot \cos \alpha$
 $= (-42) \cdot \cos 15^\circ$
 $= -40,56 \text{ kg}$
- Arah z = $W_{hsp} \cdot \sin \alpha$
 $= (-42) \cdot \sin 15^\circ$
 $= -10,87 \text{ kg}$

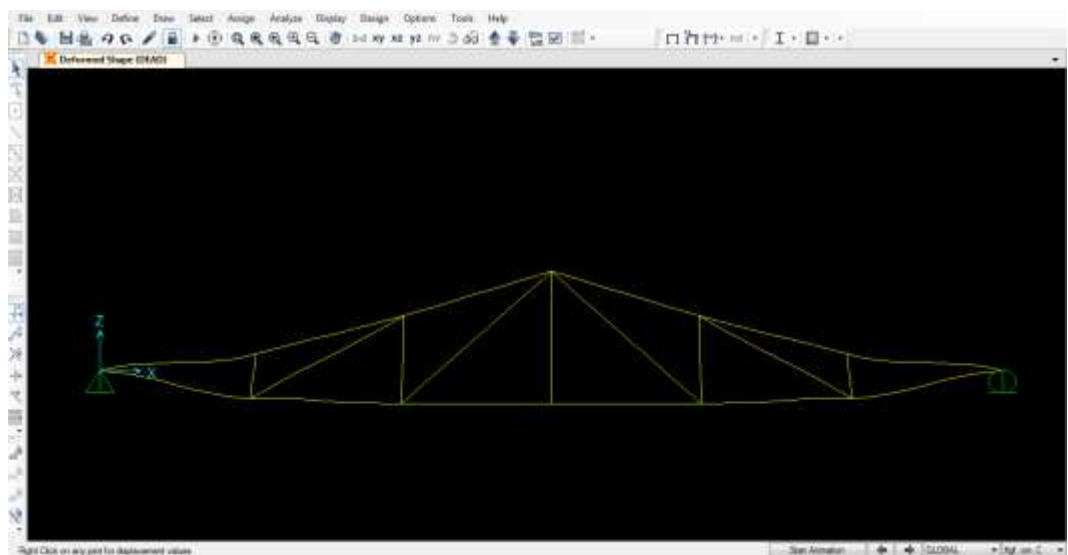
3.1.6 Perhitungan Mekanika

Perhitungan mekanika dilakukan untuk mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda. Setelah mengetahui berat beban mati, beban hidup dan beban angin langkah selanjutnya adalah menganalisis pembebanan melalui program SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program), agar dapat mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi dikuda – kuda, serta

dapat mengetahui besarnya gaya batang. Hasil analisis perhitungan mekanika melalui SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program) dapat dilihat dilampiran Tugas Akhir ini. Kombinasi pembebanan yang digunakan sebagai berikut:

- DL + LL
- 1,2 DL + 1,4 LL
- 1,2 DL + 1,4 LL + 0,8 W

Berikut ini disajikan gambar hasil dari program SAP 2000 v10 pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda setelah di run.



Gambar 3.2 Hasil Analisis Run

Sumber Data Pribadi

3.1.7 Pendimensian Batang Profil Kuda – Kuda

- P batang tarik : +2538,9 kg
- Pbatang tekan : -5873,2 kg
- l_k batang tarik : 125 cm

- l_k batang tekan : 72,127 cm
- Mutu baja : Bj 37
- λ_g : 111

a. Pendimensionian batang tarik

Dipakai profil siku siku sama kaki 2L.70.70.7 dengan:

- A_n : 6,91 cm²
- $i_x = i_y$: 2,12 cm

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{l_k}{i_{min}} \\ &= \frac{125}{0,65} \leq 240 \\ &= 192,307 \leq 240 \quad (\text{OK})\end{aligned}$$

- ❖ Kontrol tegangan terhadap sumbu x dan y

$$\begin{aligned}\frac{P}{2 \cdot A_n} &\leq 75\% \sigma \\ \frac{2538,9}{2 \cdot 6,91} &\leq 75\% \cdot 1600 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

$$183,71 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 (\text{OK})$$

b. Pendimensionian batang tekan

Dipakai profil siku siku sama kaki 2L.60.60.6 dengan:

- A_b : 6,91 cm²
- $i_x = i_y$: 1,82 cm

$$\begin{aligned}i_{min} &= \frac{l_k}{\tau_g} \\ &= \frac{72,127}{111}\end{aligned}$$

$$= 0,65 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{l_k}{i_{min}} \\ &= \frac{72,127}{0,65} \\ &= 110,96\end{aligned}$$

Syarat $\lambda < \lambda_g$

$$110,96 < 111 \quad (\text{OK})$$

❖ Kontrol tegangan terhadap sumbu x dan sumbu y

$\lambda = 110,96$ maka $\omega = 1,822$ (Tabel 3 daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu baja 37 buku pedoman perencanaan bangunan baja untuk gedung).

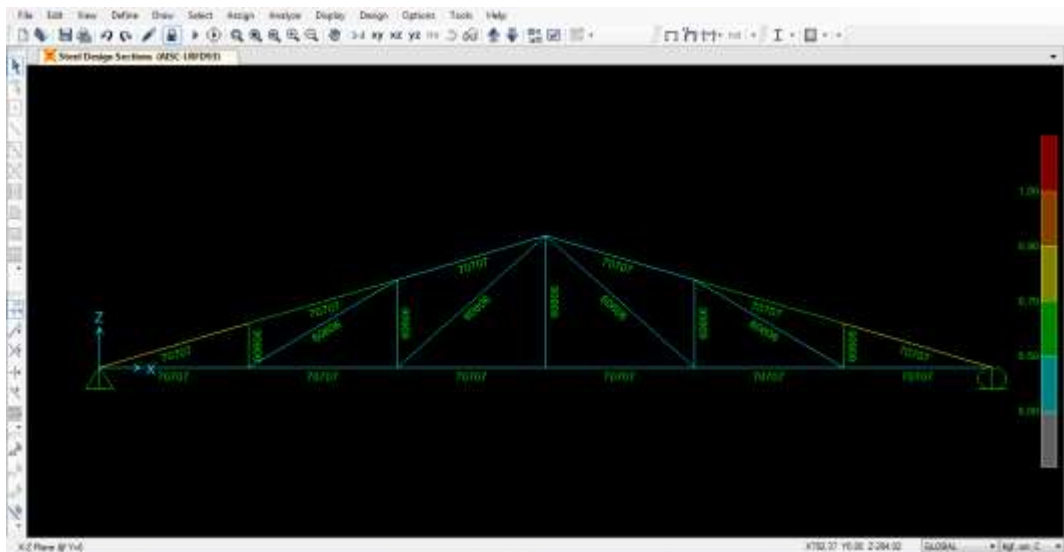
Syarat:

$$\omega \frac{P}{2 \cdot A_b} < \sigma$$

$$1,822 \cdot \frac{5873,2}{2 \cdot 6,91} < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$799,809 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

Kuat atau tidaknya batang profil yang digunakan ditunjukkan pada gambar hasil dari program SAP 2000 v10 di bawah ini.



Gambar 3.3 Pengecekan Batang Profil Baja pada Kuda – Kuda 1

Keterangan:

- Warna biru muda menunjukkan batang profil yang digunakan sangat kuat.
- Warna hijau menunjukkan batang profil yang digunakan kuat.
- Warna kuning menunjukkan batang profil yang digunakan cukup kuat.
- Warna orange menunjukkan batang profil yang digunakan mendekati batas tidak aman.
- Warna merah menunjukkan batang profil yang digunakan tidak kuat atau kritis

Hasil perhitungan manual dan hasil analisis pada program SAP 2000 v10 menunjukkan bahwa batang profil baja 21.70.70.7 dan 21.60.60.6 aman dalam menahan beban mati, beban hidup dan beban angin. Pada program SAP 2000 v10 ditunjukkan dengan tidak adanya batang profil baja yang berwarna merah.

3.1.8 Perencanaan Pembebanan pada Kuda – Kuda 2

d. Analisa pembebanan akibat beban mati (DL) pada titik buhul

- Beban atap (q_a) = $Jg \cdot W_{gb} \cdot Jk$
 $= 1,2 \cdot 50 \cdot 3,5$
 $= 210 \text{ kg}$

- Beban gording (q_g) = $W_{gd} \cdot Jk$
 $= 8,32 \cdot 3,5$
 $= 29,12 \text{ kg}$

- Berat kuda – kuda asumsi (q_k) = bentang kuda – kuda $\cdot 2W_{kk}$
 $= 15 \cdot 2 \cdot 9,66$
 $= 221,4 \text{ kg}$

- Berat plafond & penggantung (q_{pf}) = $W_{pf} \cdot Jk$
 $= 18 \cdot 3,5$
 $= 63 \text{ kg}$

- q_{tot} = $q_a + q_g + q_k + q_{pf}$
 $= 210 + 29,12 + 221,4 + 63$
 $= 523,52 \text{ kg}$

- Berat braching (q_b) = $10\% \cdot q_{tot}$
 $= 10\% \cdot 523,52$
 $= 52,352 \text{ kg}$

- Beban Mati (DL) = $q_{tot} + q_b$
 $= 523,52 + 52,352$
 $= 575,87 \text{ kg}$

e. Analisa pembebanan akibat beban hidup (LL) pada atap

Menurut PMI pasal 3.2.(3) beban hidup pada atap adalah 100 kg

Beban hidup (LL) = 100 kg

$$= 1 \text{ KN}$$

f. Analisa pembebanan akibat tekanan angin (W)

Tekanan angin gunung (W_{ang}) = 25 kg/m², menurut PMI 1970 pasal

4.3.b koefisien angin tekan dengan sudut kemiringan $\alpha < 65^\circ = (+0,02\alpha - 0,4)$, dimana $\alpha = 15^\circ$

- Koefisien tekanan angin tekan (c_1) = $(+0,02\alpha - 0,4)$
= $((+0,02 \cdot 15^\circ) - 0,4)$
= 0,1

- Angin tekan (W_{tkn}) = $W_{ang} \cdot c_1 \cdot J_g \cdot J_k$
= $25 \cdot 0,1 \cdot 1,2 \cdot 3,5$
= 10,5 kg

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut 15°) sebagai berikut:

- Arah x = $W_{tkn} \cdot \cos\alpha$
= $10,5 \cdot \cos 15^\circ$
= 10,14 kg

- Arah z = $W_{tkn} \cdot \sin\alpha$
= $10,5 \cdot \sin 15^\circ$
= 2,71 kg

menurut PMI 1970 pasal 4.3.b koefisien angin hisap dengan sudut kemiringan $\alpha < 65^\circ = (-0,4)$, dimana $\alpha = 15^\circ$

- Koefisien angin hisap (c_2) = -0,4
- Angin hisap (W_{hsp}) = $W_{ang} \cdot c_2 \cdot J_g \cdot J_k$
= $25 \cdot (-0,4) \cdot 1,2 \cdot 3,5$
= -42 kg

Proyeksi beban angin tekan (untuk data input SAP pada sudut 15°) sebagai berikut:

- Arah x = $W_{hsp} \cdot \cos \alpha$
= $(-42) \cdot \cos 15^\circ$
= -40,56 kg
- Arah z = $W_{hsp} \cdot \sin \alpha$
= $(-42) \cdot \sin 15^\circ$
= -10,87 kg

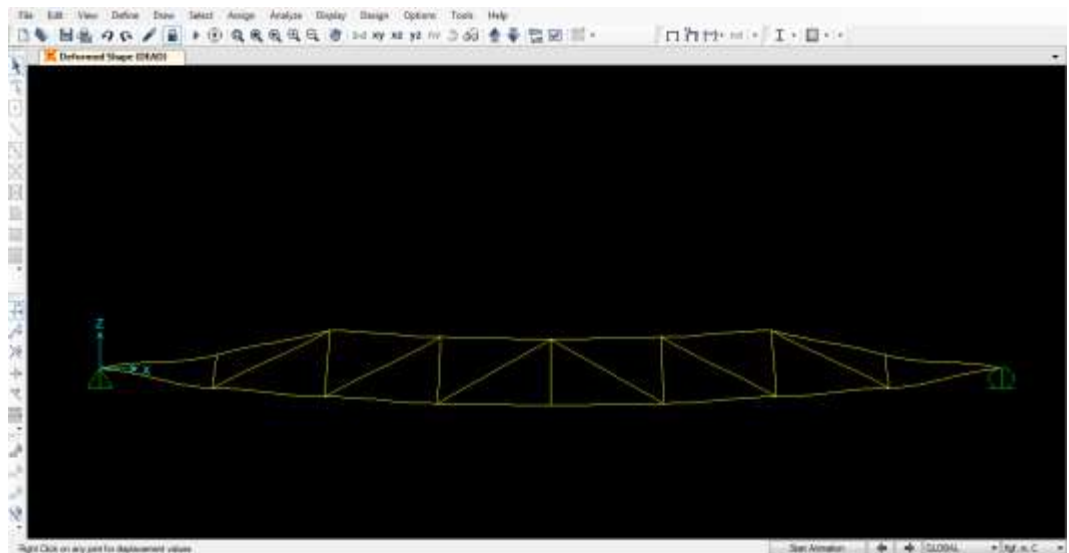
3.1.9 Perhitungan Mekanika

Perhitungan mekanika dilakukan untuk mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda. Setelah mengetahui berat beban mati, beban hidup dan beban angin langkah selanjutnya adalah menganalisis pembebanan melalui program SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program), agar dapat mengetahui reaksi pembebanan yang terjadi dikuda – kuda, serta dapat mengetahui besarnya gaya batang. Hasil analisis perhitungan mekanika melalui SAP 2000 v10 (Structur Analysis Program) dapat dilihat

dilampiran Tugas Akhir ini. Kombinasi pembebanan yang digunakan sebagai berikut:

- DL + LL
- 1,2 DL + 1,4 LL
- 1,2 DL + 1,4 LL + 0,8 W

Berikut ini disajikan gambar hasil dari program SAP 2000 v10 pembebanan yang terjadi pada kuda – kuda setelah di run.



Gambar 3.4 Hasil Analisis Run 2

Sumber : Data Pribadi

3.1.10 Pendimensionian Batang Profil Kuda – Kuda 2

- P batang tarik : +2538,9 kg
- Pbatang tekan : -5873,2 kg
- l_k batang tarik : 125 cm
- l_k batang tekan : 72,127 cm
- Mutu baja : Bj 37

- λ_g : 111

c. Pendimensian batang tarik

Dipakai profil siku siku sama kaki 2L.70.70.7 dengan:

- A_n : 6,91 cm²

- $i_x = i_y$: 2,12 cm

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{l_k}{i_{min}} \\ &= \frac{125}{0,65} \leq 240 \\ &= 192,307 \leq 240 \quad (\text{OK})\end{aligned}$$

❖ Kontrol tegangan terhadap sumbu x dan y

$$\frac{P}{2 \cdot A_n} \leq 75\% \sigma$$

$$\frac{2538,9}{2 \cdot 6,91} \leq 75\% \cdot 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$183,71 \text{ kg/cm}^2 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 (\text{OK})$$

d. Pendimensian batang tekan

Dipakai profil siku siku sama kaki 2L.60.60.6 dengan:

- A_b : 6,91 cm²

- $i_x = i_y$: 1,82 cm

$$\begin{aligned}i_{min} &= \frac{l_k}{\tau_g} \\ &= \frac{72,127}{111} \\ &= 0,65 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\lambda = \frac{l_k}{i_{min}}$$

$$= \frac{72,127}{0,65}$$

$$= 110,96$$

Syarat $\lambda < \lambda_g$

$$110,96 < 111 \quad (\text{OK})$$

❖ Kontrol tegangan terhadap sumbu x dan sumbu y

$\lambda = 110,96$ maka $\omega = 1,822$ (Tabel 3 daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu baja 37 buku pedoman perencanaan bangunan baja untuk gedung).

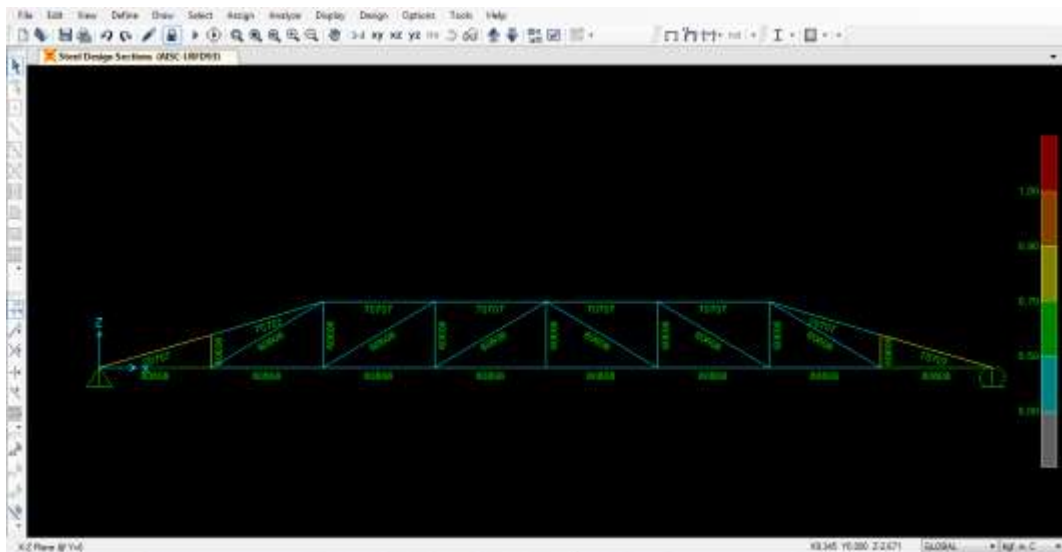
Syarat:

$$\omega \frac{P}{2 \cdot A_b} < \sigma$$

$$1,822 \cdot \frac{5873,2}{2 \cdot 6,91} < 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$799,809 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{OK})$$

Kuat atau tidaknya batang profil yang digunakan ditunjukkan pada gambar hasil dari program SAP 2000 v10 di bawah ini.



Gambar 3.5 Pengechekkan Batang Profil Baja pada Kuda – Kuda 2

Keterangan:

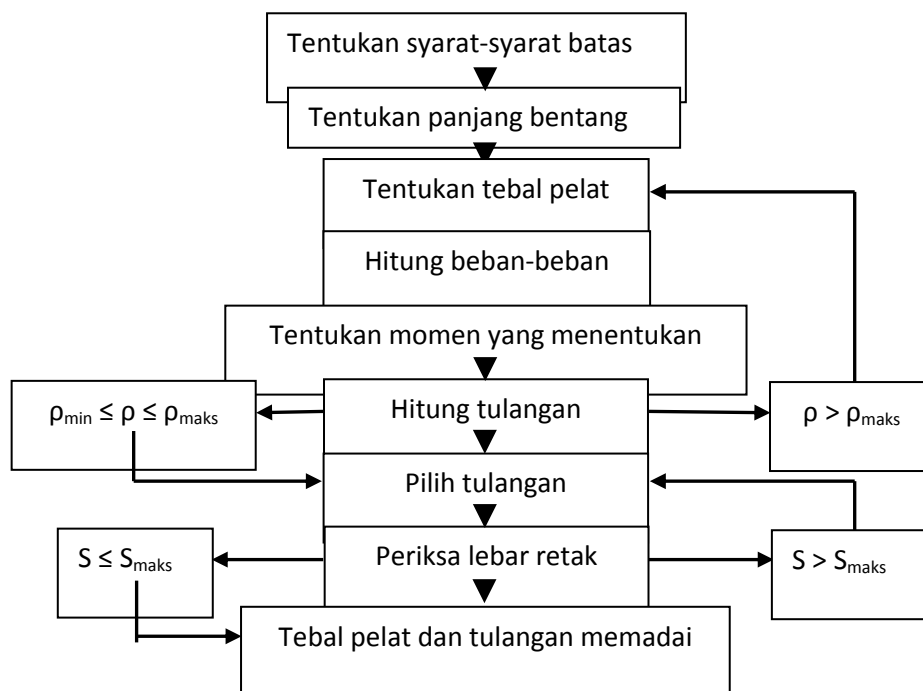
- Warna biru muda menunjukkan batang profil yang digunakan sangat kuat.
- Warna hijau menunjukkan batang profil yang digunakan kuat.
- Warna kuning menunjukkan batang profil yang digunakan cukup kuat.
- Warna orange menunjukkan batang profil yang digunakan mendekati batas tidak aman.
- Warna merah menunjukkan batang profil yang digunakan tidak kuat atau kritis

Hasil perhitungan manual dan hasil analisis pada program SAP 2000 v10 menunjukkan bahwa batang profil baja 21.70.70.7 dan 21.60.60.6 aman dalam menahan beban mati, beban hidup dan beban angin. Pada program SAP 2000 v10 ditunjukkan dengan tidak adanya batang profil baja yang berwarna merah.

3.2 Perencanaan Plat Lantai

Plat untuk lantai direncanakan dari struktur beton bertulang yang dicor secara monolit (menyatu) dengan struktur utama bangunan. Perhitungan perencanaan plat beton bertulang ini meliputi perhitungan pembebanan yang berdasarkan beban akibat material sendiri dan akibat fungsi ruang, kemudian dilakukan perhitungan analisa statika dan perhitungan tulangan.

3.2.1 Diagram Alir Untuk Menghitung Plat



Gambar 3.6 Diagram Alir Untuk Menghitung Plat

Sumber : Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang

3.2.2 Estimasi Pembebanan

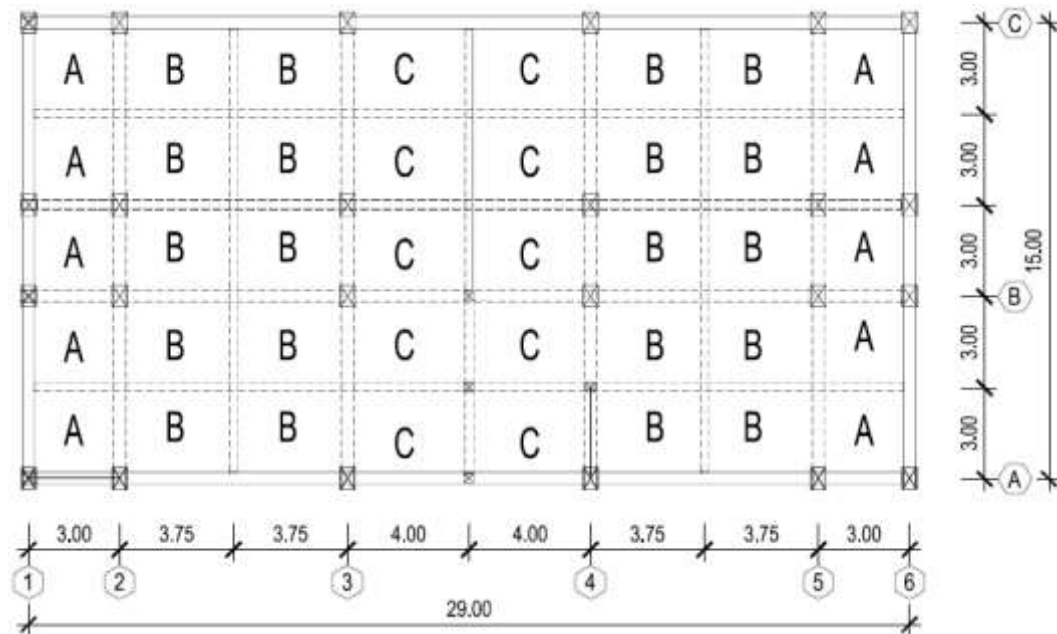
Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung, maka beban yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

$$W_u = 1,2 DL + 1,6 LL$$

Dengan keterangan bahwa :

DL = Beban Mati

LL = Beban Hidup



Gambar 3.7 Denah Plat lantai 2,3,4 dan 5

Sumber : Data Pribadi

3.2.3 Pembebanan Plat Lantai 2,3,4 dan 5

a. Beban Mati

- Berat sendiri plat $= 0,12 \times 2400 = 288,00 \text{ kg/m}^2$
 - Plafond dan penggantung $= 11 + 7 = 18,00 \text{ kg/m}^2$
 - Spesi (2 cm) $= 0,02 \times 21 \times 1 = 42,00 \text{ kg/m}^2$
 - Keramik (1 cm) $= 0,01 \times 24 \times 1 = 24,00 \text{ kg/m}^2$
- WD = 372,00 kg/m²

b. Beban Hidup

Lantai Perkantoran/Perkuliahan WL = 250,00 kg/m²

c. Beban Ultimate (qU)

Untuk tinjauan lebar 1 meter plat maka :

$$QU = 1,2 WD + 1,6 WL$$

$$= (1,2 \times 372) + (1,6 \times 250) = 846,2 \text{ kg/m}^2 = 8,462 \text{ KN/m}^2$$

3.2.4 Analisa Statika

Analisa perhitungan statika adalah meliputi perhitungan momen tumpuan plat yang diasumsikan jepit elastis dengan besar momen tumpuan ditentukan berdasarkan tabel 14 pada buku “Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang” yang disusun oleh Ir. W.C. Vis dan Ir. Gideon Kusuma M.Eng. Tabel 14 menunjukkan momen lentur yang bekerja pada jalur selebar 1m, masing-masing pada arah x dan arah y dimana:

- M_{lx} : Momen lapangan maksimum permeter lebar di arah x
- M_{ly} : Momen lapangan maksimum permeter lebar di arah y
- M_{tx} : Momen tumpuan maksimum permeter lebar di arah x
- M_{ty} : Momen tumpuan maksimum permeter lebar di arah y
- M_{tix} : Momen jepit tak terduga permeter lebar di arah x
- M_{tiy} : Momen jepit tak terduga permeter lebar di arah y

Dalam perencanaan plat lantai pada gedung ini terdiri beberapa tipe berdasarkan penyaluran beban dengan metode amplop.

3.2.5 Penentuan Tinggi Efektif

- Menghitung tinggi efektif plat

Tebal penutup beton = 20 mm

\varnothing tulangan utama = 10 mm

Tebal Plat

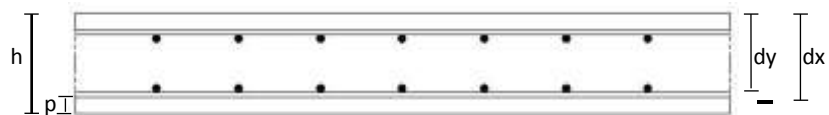
Hmin = 4/27

= 148 mm

= 150 mm

f_c = 30 Mpa

f_y = 240 Mpa



Gambar 3.8 Potongan plat

d efektif x = $h - p - 0,5 \varnothing$

= $150 - 20 - 0,5 \cdot 10$

= 125 mm

d efektif y = $h - p - \frac{1}{2} \varnothing - 1 \varnothing$

= $150 - 20 - 5 - 10$

$$= 115 \text{ mm}$$

- Menghitung tebal penutup (d')

$$d' = p + \frac{1}{2} \emptyset$$

$$= 20 + \frac{1}{2} \cdot 10$$

$$= 25 \text{ mm}$$

Maka, tinggi efektif

$$d = h - d'$$

$$= 150 - 25$$

$$= 125 \text{ mm}$$

3.2.6 Perhitungan Plat Lantai Dua Arah

Yang dimaksud plat lantai dua arah (two way slab) adalah system plat yang mempunyai rasio bentang pendek kurang dari dua. Pada perhitungan plat lantai tulangan yang dibutuhkan harus lebih besar $1/3$ dari yang diperlukan berdasarkan analisis. (SK SNI T – 15 – 1991 – 03).

Untuk ρ_{\min} yang disyaratkan untuk seluruh mutu beton plat dengan f_y 240 MPa, $\rho_{\min} = 0,0035$ berdasarkan tabel 7 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang”.

Sedangkan untuk $f_c \leq 30$ MPa, maka digunakan $\beta_1 = 0,85$.

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta \times \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \beta \times \left(\frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,06451\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{maks}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,06451 \\ &= 0,04838\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{min}} &= \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} \\ &= 0,0058\end{aligned}$$

➤ PlatLantai



$$\left[\frac{3}{3} = 1 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1$ dari tabel menggunakan skema III .

$$M_{lx} = 39$$

$$M_{ly} = 31$$

$$M_{tx} = 91$$

- Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 39 \\ &= 2,97 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot qU \cdot Ly^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 31 \\ &= 2,36 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Momen tumpuan arah x :

$$\begin{aligned} M_{tx} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 91 \\ &= 6,93 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$M_{tix} = 0,5 \cdot m_{lx}$$

$$= 0,5 \cdot 2,97$$

$$= 1,485 \text{ KNm}$$

$$M_{tiy} = 0,5 \cdot m_{ly}$$

$$= 0,5 \cdot 2,36$$

$$= 1,18 \text{ KNm}$$

➤ Penulangan arah x

- Tul .tumpuan

$$M_{lx} = 2,97 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d \cdot x^2}$$

$$= \frac{2,97 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00088 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \rho_{\min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$M_{ly} = 2,36 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,36 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0007 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

□ Penulangan arah x

- Tul. Tumpuan

$$Mtx = 6,93$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{6,93 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00205 \text{ Mpa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0035 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6 \\
 &= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

➤ Plat Lantai



$$\left[\frac{3}{3} = 1 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1$ dari tabel menggunakan skema VIIb .

$$M_{lx} = 24$$

$$M_{ly} = 33$$

$$M_{tx} = 69$$

➤ Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_U \cdot L_x^2 \cdot X \\
 &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 24 \\
 &= 1,287 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

- Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot qU \cdot Ly^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 33 \\ &= 2,513 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Momen tumpuan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 69 \\ &= 5,254 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tix} &= 0,5 \cdot m_{lx} \\ &= 0,5 \cdot 1,827 \\ &= 0,913 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Penulangan arah x

- Tul .tumpuan

$$M_{lx} = 1,287 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2} \\ &= \frac{1,287 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 10 \cdot 125^2} \\ &= 0,0015 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\rightarrow \rho_{\min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6 \\ &= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan $\emptyset 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$M_{ly} = 2,36 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2} \\ &= \frac{2,36 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,125^2} \\ &= 0,000835 \text{ MPa} \end{aligned}$$

\rightarrow Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6 \\ &= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan $\emptyset 10 - 100$)

□ Penulangan arah y

- Tul. Tumpuan

$$M_{ty} = 5,254$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d \cdot x^2}$$

$$= \frac{5,254 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00155 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

➤ Plat Lantai



$$\left[\frac{3,75}{3} = 1,2 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1,2$ dari tabel menggunakan skema VIIb .

$$M_{lx} = 36$$

$$M_{ly} = 33$$

$$M_{tx} = 85$$

➤ Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot q_U \cdot L_x^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3,75^2 \cdot 36 \\ &= 4,283 \text{ KNm} \end{aligned}$$

➤ Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot q_U \cdot L_y^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 33 \\ &= 2,513 \text{ KNm} \end{aligned}$$

➤ Momen tumpuan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot q_U \cdot L_x^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 85 \\ &= 6,473 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$M_{tix} = 0,5 \cdot m_{lx}$$

$$= 0,5 \cdot 4,283$$

$$= 2,141 \text{ KNm}$$

➤ Penulangan arah x

- Tul .tumpuan

$$Mlx = 4,283 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{4,283 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0012 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \rho \text{ min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho \text{ min}$, maka dipakai $\rho \text{ min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\emptyset 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$Mly = 2,513 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,513 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,000745 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

□ Penulangan arah y

- Tul. Tumpuan

$$Mty = 6,473$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{6,473 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00191 \text{ Mpa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6 \\
 &= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

➤ Plat Lantai



$$\left[\frac{3,75}{3} = 1,2 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1,2$ dari tabel menggunakan skema II .

$$M_{lx} = 45$$

$$M_{ly} = 37$$

$$M_{tx} = 102$$

➤ Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0,001 \cdot q_U \cdot L_x^2 \cdot X \\
 &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3,75^2 \cdot 45 \\
 &= 5,354 \text{ KNm}
 \end{aligned}$$

➤ Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned}M_{ly} &= 0,001 \cdot qU \cdot Ly^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 35 \\ &= 2,817 \text{ KNm}\end{aligned}$$

➤ Momen tumpuan arah y :

$$\begin{aligned}M_{ty} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 102 \\ &= 7,768 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{tix} &= 0,5 \cdot m_{lx} \\ &= 0,5 \cdot 5,354 \\ &= 2,677 \text{ KNm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_{tiy} &= 0,5 \cdot m_{ly} \\ &= 0,5 \cdot 2,817 \\ &= 1,408 \text{ KNm}\end{aligned}$$

➤ Penulangan arah x

- Tul .tumpuan

$$M_{lx} = 5,354 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{5,354 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0015 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \rho \text{ min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho \text{ min}$, maka dipakai $\rho \text{ min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$M_{ly} = 2,817 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,817 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,000835 \text{ MPa}$$

\rightarrow Karena $\rho < \rho \text{ min}$, maka dipakai $\rho \text{ min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan \emptyset 10 – 100)

□ Penulangan arah y

- Tul. Tumpuan

$$M_{ty} = 7,768$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{7,768 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0023 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan \emptyset 10 – 100)

➤ Plat Lantai



$$\left[\frac{4}{3} = 1,4 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1,4$ dari tabel menggunakan skema VIIb .

$$M_{lx} = 49$$

$$M_{ly} = 32$$

$$M_{tx} = 97$$

➤ Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 4^2 \cdot 49 \\ &= 6,634 \text{ KNm} \end{aligned}$$

➤ Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot qU \cdot Ly^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 32 \\ &= 2,437 \text{ KNm} \end{aligned}$$

➤ Momen tumpuan arah y :

$$M_{ty} = 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X$$

$$= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 97$$

$$= 7,387 \text{ KNm}$$

$$M_{tix} = 0,5 \cdot m_{lx}$$

$$= 0,5 \cdot 6,634$$

$$= 3,317 \text{ KNm}$$

➤ Penulangan arah x

- Tul .tumpuan

$$M_{lx} = 6,634 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{6,634 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,0019 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \rho \text{ min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho \text{ min}$, maka dipakai $\rho \text{ min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$Mly = 2,437 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,437 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,000722 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$As = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow As' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

- Penulangan arah y

- Tul. Tumpuan

$$Mty = 7,387$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{7,387 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00218 \text{ MPa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

➤ Plat Lantai



$$\left[\frac{4}{3} = 1,4 \right]$$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan tabel 14 buku “ Dasar – Dasar

Perencanaan Beton Bertulang” pada $\frac{l_y}{l_x} = 1,4$ dari tabel menggunakan skema II .

$$M_{lx} = 58$$

$$M_{ly} = 34$$

$$M_{tx} = 108$$

- Momen lapangan arah x :

$$\begin{aligned} M_{lx} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 4^2 \cdot 58 \\ &= 7,852 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Momen lapangan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ly} &= 0,001 \cdot qU \cdot Ly^2 \cdot Y \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 34 \\ &= 2,589 \text{ KNm} \end{aligned}$$

- Momen tumpuan arah y :

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 0,001 \cdot qU \cdot Lx^2 \cdot X \\ &= 0,001 \cdot 8,462 \cdot 3^2 \cdot 108 \\ &= 8,225 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tix} &= 0,5 \cdot m_{lx} \\ &= 0,5 \cdot 7,852 \\ &= 3,926 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{tiy} &= 0,5 \cdot m_{ly} \\ &= 0,5 \cdot 2,589 \\ &= 1,294 \text{ KNm} \end{aligned}$$

➤ Penulangan arah x

- Tul. tumpuan

$$M_{lx} = 7,285 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{7,285 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00237 \text{ MPa}$$

$$\rightarrow \rho_{\min} = 0,0058$$

Karena $\rho > \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\emptyset 10 - 100$)

- Tul. Lapangan

$$M_{ly} = 2,589 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{2,589 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,000767 \text{ Mpa}$$

→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\varnothing 10 - 100$)

□ Penulangan arah y

- Tul. Tumpuan

$$M_{ty} = 8,225$$

$$\rho = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2}$$

$$= \frac{8,522 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1.0125^2}$$

$$= 0,00243 \text{ MPa}$$

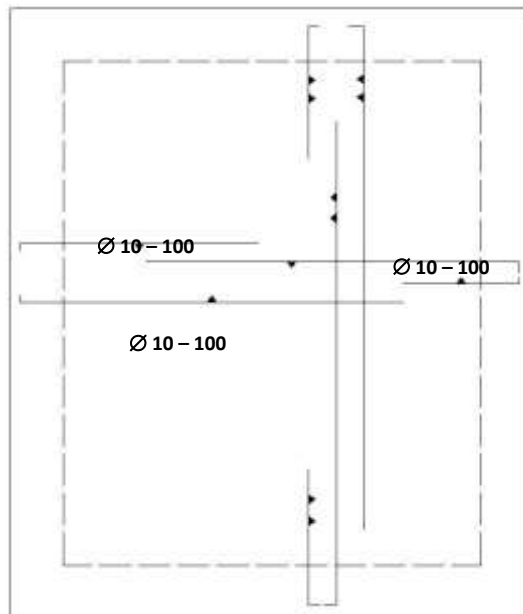
→ Karena $\rho < \rho_{\min}$, maka dipakai $\rho_{\min} = 0,0058$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0058 \cdot 1 \cdot 0,095 \cdot 10^6$$

$$= 551 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s' = 785 \text{ mm}^2$$

(Maka dipakai tulangan $\emptyset 10 - 100$)



Gambar 3.9 *Penulangan plat*

3.2.7 Periksa Lebar Retak

Sesuai dengan buku Gideon (Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Ir. Gideon H.Kusuma M.Eng hal 64), bahwa persyaratan lebar retak untuk lantai dengan f_y 240 Mpa tidak perlu diperiksa kembali, dan untuk struktur di dalam ruangan lebar retak 0,40 mm dianggap sudah memenuhi, sedangkan untuk konstruksi yang dipengaruhi cuaca 0,30 mm.

3.3 Perencanaan Tangga

Transportasi vertikal pada sebuah gedung bertingkat sangatlah penting, karena berfungsi sebagai penghubung antara lantai satu dengan lantai lainnya pada sebuah bangunan gedung. Gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang terdiri dari 5 lantai maka transportasi vertikal direncanakan menggunakan tangga yang berupa tangga pelat. Dalam perencanaan tangga gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang digunakan cara perhitungan manual. Umumnya dalam perencanaan tangga akan disesuaikan antara tinggi dan lebarnya anak tangga. Semua anak tangga harus dibuat bentuk dan ukuran yang seragam, dan untuk memberi kenyamanan bagi yang turun dan naik tangga perlu diperhatikan lebar dan tinggi anak tangga.

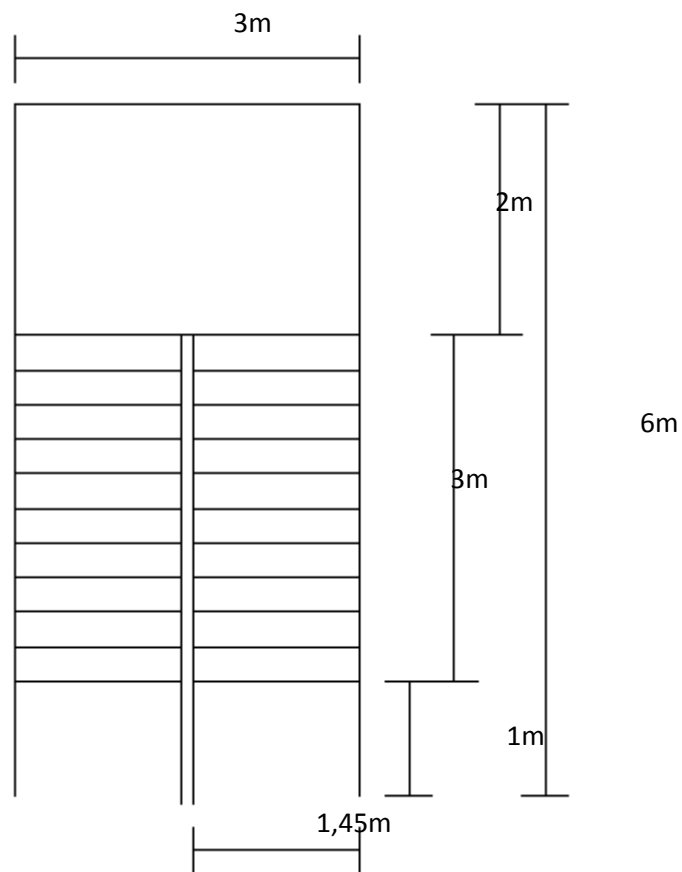
3.2.1 Data Teknis Perencanaan Tangga

- Mutu beton (f_c) : 22,825 MPa (K275)
- Mutu baja tulangan (f_y) : 240 MPa
- Tinggi tanjakan/optrede (t) : 18 cm
- Lebar tanjakan/antrede (l) : 30 cm
- Lebar bordes (l_b) : 200 cm
- Tinggi ruangan (tr) : 400 cm
- Tinggi dasar sampe bordes : 200 cm
- Tebal selimut beton (p) : 2 cm
- Tebal keramik max (hk) : 1 cm

- Tebal spesi (hs) : 2 cm

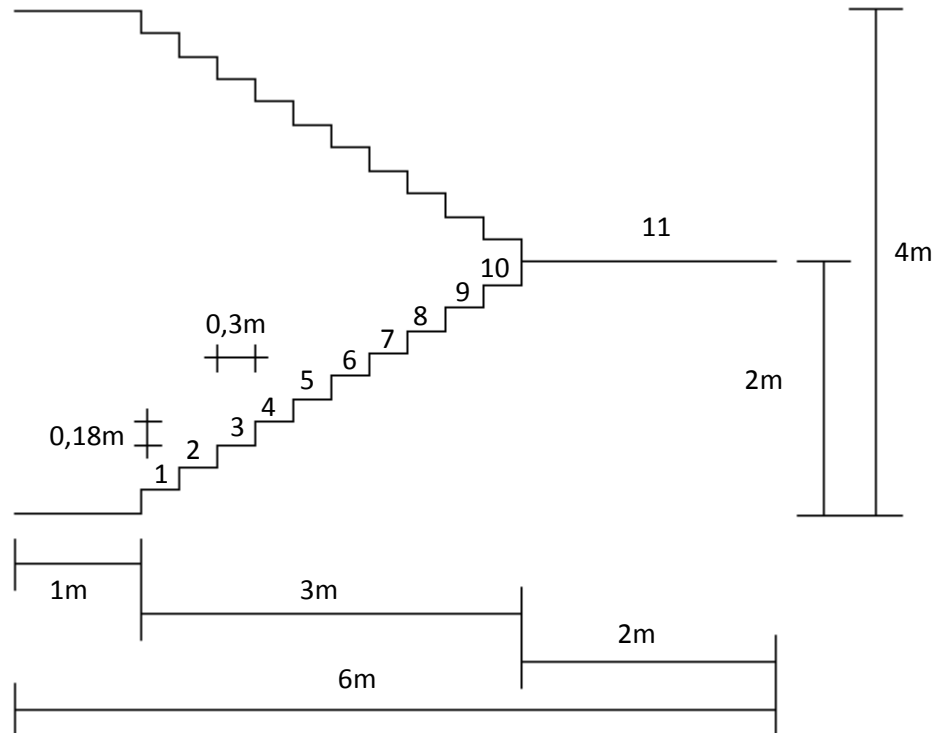
3.2.2 Perencanaan Tangga Lantai 1-2, Lantai 2-3, Lantai 3-4 dan Lantai 4-5

Rencana tangga lantai 1-2, lantai 2-3, lantai 3-4 dan lantai 4-5 gedung Rawat Inap Kelas III RSUD Tugurejo Semarang dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 3.10 Rencana Tangga

Sumber : Gambar Pribadi



Gambar 3.11 *Rencana Tangga*

Sumber : *Gambar Pribadi*

Mencari optrede dan antrede :

Jika Optrede = n maka An = n – 1

Ukuran tangga adalah sebagai berikut :

- Tinggi lantai adalah 400 cm
- Jika diambil lebar Antrede 18 cm dan tangga dibuat dengan tinggi bordes

200 dari

lantai dasar

c. Maka Optrede $200 \text{ cm} / 18 \text{ cm} = 11$ anak tangga s.d. bordes

d. $2 \cdot \text{An} + \text{Op} =$ berkisar antara ($60 \text{ cm} - 70 \text{ cm}$)

$$2 \cdot 18 \text{ cm} + \text{Op} = 66 \text{ cm}$$

$$36 \text{ cm} + \text{Op} = 66 \text{ cm}$$

$$\text{Optrede} = 66 \text{ cm} - 36 \text{ cm}$$

$$\text{Optrede} = 30 \text{ cm}$$

1. Menentukan tebal pelat

- Tebal pelat tangga

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat } (h_{\min}) &= \frac{1}{27} \cdot l_{tx} \\ &= \frac{1}{27} \cdot 300 \\ &= 11,11 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Tebal pelat bordes

$$\begin{aligned} \text{Tebal pelat } (h_{\min}) &= \frac{1}{27} \cdot l_{by} \\ &= \frac{1}{27} \cdot 300 \\ &= 11,11 \text{ cm} \end{aligned}$$

Keterangan:

- l_{tx} : lebar tangga arah x
- l_{by} : lebar bordes arah y

Tebal pelat tangga dan pelat bordes dipakai 15 cm dengan lebar tanjakan 30 cm dan tinggi tanjakan 18 cm.

2. Pembebanan tangga

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 diperoleh:

- Berat beton bertulang (Bb) : 2400 kg/m^3
- Berat penutup lantai keramik (Wk) : 24 kg/m^2
- Berat adukan semen per cm tebal (Ws): 21 kg/m^2

- Beban hidup untuk tangga : 300 kg/m^2

a. Beban tangga

- Beban mati (W_D)

- Beban pelat tangga (W_p) = $h \cdot B_b$

$$= 0,15 \cdot 24$$

$$= 3,6 \text{ kN/m}^2$$

- Beban reling tangga perkiraan (W_r) = $0,15 \text{ kN/m}^2$

- Total beban mati (W_D) = $W_p + W_k + W_s + W_r$

$$= 3,6 + 0,24 + 0,21 + 0,15$$

$$= 4,2 \text{ kN/m}^2$$

- Beban hidup (W_L) = 3 kN/m^2

- Beban ultimed (W_{ut}) = $1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$

$$= (1,2 \cdot 4,2) + (1,6 \cdot 3)$$

$$= 9,84 \text{ kN/m}^2$$

b. Beban bordes

- Beban mati (W_D)

- Beban pelat tangga (W_p) = $h \cdot B_b$

$$= 0,15 \cdot 24$$

$$= 3,6 \text{ kN/m}^2$$

- Total beban mati (W_D) = $W_p + W_k + W_s$

$$= 3,6 + 0,24 + 0,21$$

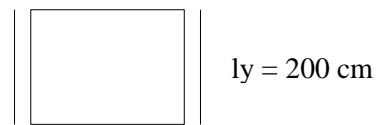
$$= 4,05 \text{ kN/m}^2$$

- Beban hidup (W_L) = 3 kN/m^2

- Beban ultimed (W_{ub}) = $1,2 \cdot W_D + 1,6 \cdot W_L$
 $= (1,2 \cdot 4,05) + (1,6 \cdot 3)$
 $= 9,66 \text{ kN/m}^2$

3. Perhitungan momen

a. Untuk pelat tangga



$$l_x = 300 \text{ cm}$$

Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada $l_y/l_x = 1,0$ untuk kasus IV^A didapatkan momen – momen sebagai berikut:

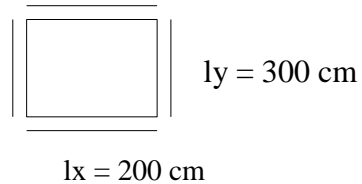
- $m_{lx} = 0,024 \cdot W_{ut} \cdot l_x^2$
 $= 0,024 \cdot 9,84 \cdot 3^2$
 $= 2,12 \text{ kNm}$

- $m_{ly} = 0,033 \cdot W_{ut} \cdot l_x^2$
 $= 0,033 \cdot 9,84 \cdot 3^2$
 $= 2,92 \text{ kNm}$

- $m_{ty} = 0,069 \cdot W_{ut} \cdot l_x^2$
 $= 0,069 \cdot 9,84 \cdot 3^2$
 $= 6,11 \text{ kNm}$

- $m_{fix} = \frac{1}{2} \cdot m_{lx}$
 $= \frac{1}{2} \cdot 2,12$
 $= 1,06 \text{ kNm}$

b. Untuk pelat bordes



Momen – momen ditentukan sesuai tabel 14 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada $l_y/l_x = 2,0$ untuk kasus II didapatkan momen – momen sebagai berikut:

- $m_{lx} = 0,058 \cdot Wub \cdot l_x^2$
 $= 0,058 \cdot 9,66 \cdot 2^2$
 $= 2,24 \text{ kNm}$
- $m_{ly} = 0,015 \cdot Wub \cdot l_x^2$
 $= 0,015 \cdot 9,66 \cdot 2^2$
 $= 0,57 \text{ kNm}$
- $m_{tx} = 0,082 \cdot Wub \cdot l_x^2$
 $= 0,082 \cdot 9,66 \cdot 2^2$
 $= 3,16 \text{ kNm}$
- $m_{ty} = 0,053 \cdot Wub \cdot l_x^2$
 $= 0,053 \cdot 9,66 \cdot 2^2$
 $= 2,04 \text{ kNm}$

Keterangan :

- m_{lx} = momen lapangan maksimum per meter lebar diarah x
- m_{ly} = momen lapangan maksimum per meter lebar diarah y
- m_{tx} = momen tumpuan maksimum per meter lebar diarah x

- m_{ty} = momen tumpuan maksimum per meter lebar diarah y
- m_{tix} = momen jepit tak terduga per meter lebar diarah x

4. Perhitungan tulangan

Tebal pelat (h) = 150 mm, penutup beton menurut tabel 3 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang” ($\emptyset_D < 36$ mm) : selimut beton (p) = 20 mm, diameter tulangan utama diperkirakan $\emptyset_D = 8$ mm pada dua arah.

- Tinggi efektif (d) dalam arah x

$$\begin{aligned} d_x &= h - p - \frac{1}{2} \emptyset_D \\ &= 150 - 20 - (\frac{1}{2} \times 8) \\ &= 126 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Tinggi efektif (d) dalam arah y

$$\begin{aligned} d_y &= h - p - \emptyset_{Dx} - \frac{1}{2} \emptyset_{Dy} \\ &= 150 - 20 - 8 - (\frac{1}{2} \times 8) \\ &= 118 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Untuk ρ_{min} yang disyaratkan untuk seluruh mutu beton pelat dengan f_y 240 Mpa $\rho_{min} = 0,0025$ lihat tabel 7 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang”.

Untuk $f_c \leq 30$ Mpa maka $\beta_1 = 0,85$

- $$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \frac{600}{600+f_y} \\ &= \frac{0,85 \cdot 22,825 \cdot 0,85}{240} \cdot \frac{600}{600+240} \\ &= 0,049 \end{aligned}$$

- $\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$
 $= 0,75 \cdot 0,049$
 $= 0,037$

a. Untuk pelat tangga

- Momen lapangan dalam arah x

$$m_{lx} = 2,12 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,12 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2}$$

$$= 0,00061$$

Karena $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00061 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{\min} = 0,0025$

$$A_{slx} = \rho_{\min} \cdot b \cdot dx \cdot 10^6$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6$$

$$= 315 \text{ mm}^2$$

- Momen lapangan dalam arah y

$$m_{ly} = 2,92 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dy^2}$$

$$= \frac{2,92 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,118^2}$$

$$= 0,00097$$

Karena $\rho_{\min} > \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00097 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{\min} = 0,0025$

$$\begin{aligned}
 A_{sly} &= \rho_{\min} \cdot b \cdot d_y \cdot 10^6 \\
 &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6 \\
 &= 295 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Momen tumpuan dalam arah y

$$m_{ty} = 6,11 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d_x^2} \\
 &= \frac{6,11 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2} \\
 &= 0,00178
 \end{aligned}$$

Karena $\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} = 0,0025 > 0,00178 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho = 0,0025$

$$\begin{aligned}
 A_{sty} &= \rho \cdot b \cdot d_x \cdot 10^6 \\
 &= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6 \\
 &= 315 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

- Momen jepit tak terduga dalam arah x

$$m_{tix} = 1,06 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d_y^2} \\
 &= \frac{1,06 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,118^2} \\
 &= 0,00035
 \end{aligned}$$

Pemeriksaan ρ_{\min} untuk momen jepit tak terduga tidak diperlukan.

$$A_{stix} = \rho \cdot b \cdot d_y \cdot 10^6$$

$$= 0,00035 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6$$

$$= 41,58 \text{ mm}^2$$

b. Untuk pelat bordes

- Momen lapangan dalam arah x

$$m_{lx} = 2,24 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{2,24 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2}$$

$$= 0,00065$$

Karena $\rho_{min} > \rho < \rho_{max} = 0,0025 > 0,00065 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_{slx} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx \cdot 10^6$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6$$

$$= 315 \text{ mm}^2$$

- Momen lapangan dalam arah y

$$m_{ly} = 0,57 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dy^2}$$

$$= \frac{0,57 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,118^2}$$

$$= 0,00019$$

Karena $\rho_{min} > \rho < \rho_{max} = 0,0025 > 0,00019 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_{sly} = \rho_{min} \cdot b \cdot dy \cdot 10^6$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6$$

$$= 295 \text{ mm}^2$$

- Momen tumpuan dalam arah x

$$m_{tx} = 3,16 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2}$$

$$= \frac{3,16 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,126^2}$$

$$= 0,00092$$

Karena $\rho_{min} > \rho < \rho_{max} = 0,0025 > 0,00092 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_{stx} = \rho_{min} \cdot b \cdot dx \cdot 10^6$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,126 \cdot 10^6$$

$$= 315 \text{ mm}^2$$

- Momen tumpuan dalam arah y

$$m_{ty} = 2,04 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dy^2}$$

$$= \frac{2,04 \cdot 10^{-3}}{0,9 \cdot 240 \cdot 1 \cdot 0,118^2}$$

$$= 0,00067$$

Karena $\rho_{min} > \rho < \rho_{max} = 0,0025 > 0,00067 < 0,037$ maka yang dipakai adalah $\rho_{min} = 0,0025$

$$A_{sty} = \rho_{min} \cdot b \cdot dy \cdot 10^6$$

$$= 0,0025 \cdot 1 \cdot 0,118 \cdot 10^6$$

$$= 295 \text{ mm}^2$$

5. Pemilihan tulangan

Pemilihan tulangan untuk pelat tangga dan bordes disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 3.4 Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

Pelat Lantai	M	Mu (kNm)	ρ_{\min}	P	As (mm ²)	Tulangan
Untuk pelat tangga	m_{lx}	2,12	0,0025	0,00061	315	Φ10 - 200
	m_{ly}	2,92		0,00097	295	Φ10 - 250
	m_{ty}	6,11		0,00178	315	Φ10 - 200
	m_{tx}	1,06	-	0,00035	59	Φ10 - 450
Untuk pelat bordes	m_{lx}	2,24	0,0025	0,00065	315	Φ10 - 200
	m_{ly}	0,57		0,00019	295	Φ10 - 250
	m_{tx}	3,16		0,00092	315	Φ10 - 200
	m_{ty}	2,04		0,00067	295	Φ10 - 250

6. Pemeriksaan lebar retak

Untuk f_y 240 Mpa tidak memerlukan pemeriksaan lebar retak.

3.4 Perencanaan Portal

3.4.1 Uraian Umum

Perencanaan portal terdiri dari perencanaan sloof, balok, dan kolom serta pelat lantai. Kolom dan balok dicor secara monofit untuk menahan gaya gravitasi dan gempa bumi. Pembebanan portal dan pelat lantai meliputi beban mati (beban sendiri balok, beban sendiri kolom, berat sendiri pelat lantai, dan berat dinding yang bekerja di atas balok), beban hidup (berdasarkan fungsi dari bangunan tersebut dan ditentukan dalam SNI 03-1726-2002), dan beban gempa (perencanaan beban gempa berdasarkan SNI Gempa 1726;2012)

3.4.2 Langkah-langkah Analisis SAP 2000

Mutu beton ($f'c$) = 24,09 MPa (K-300)

Mutu baja tulangan (f_y) = 400 MPa

Dimensi Balok B1 = 400 x 600 mm

Balok Ba = 200 x 300 mm

Balok Bsloff = 200 x 300 mm

Balok Bsloof2 = 300 x 400 mm

Balok Ringbalk = 150 x 250 mm

kolom K1 = 500 x 700 mm

kolom K1.a = 400 x 600 mm

Beban hidup = 250 kg/m²

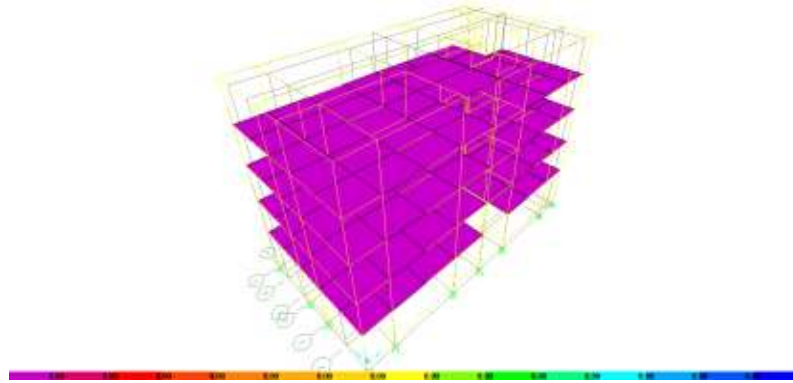
Mati = 150 kg/m²

Berat dinding = 250kg/m²

Input SAP 2000

- Memasukkan beban Mati pada pelat dan tangga

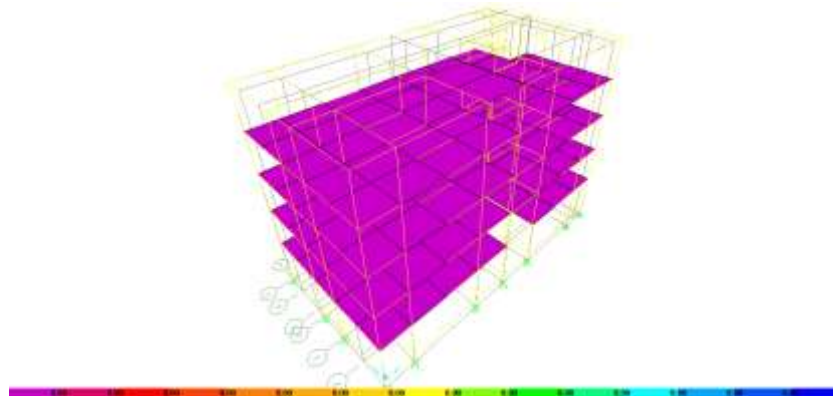
Beban mati yang bekerja pada pelat lantai dan tangga serta bordes adalah sebesar 150 kg/m^2 .



Gambar 4.1 Beban mati pada portal

- Memasukkan beban hidup pada pelat dan tangga

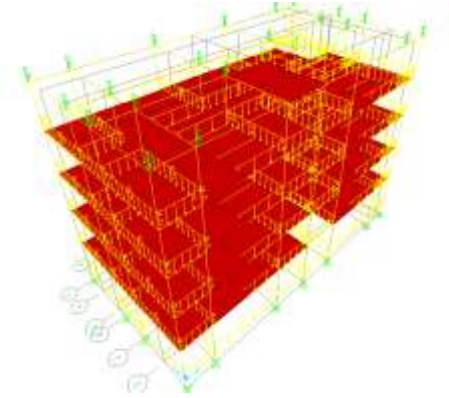
Untuk gedung yang berfungsi sebagai rumah susun maka sesuai dengan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung yang bekerja pada pelat lantai adalah sebesar 250 kg/m^2 sedangkan pada tangga dan bordes sebesar 300 kg/m^2 .



Gambar 4.2 Beban hidup pada portal

- Memasukkan beban mati pada balok

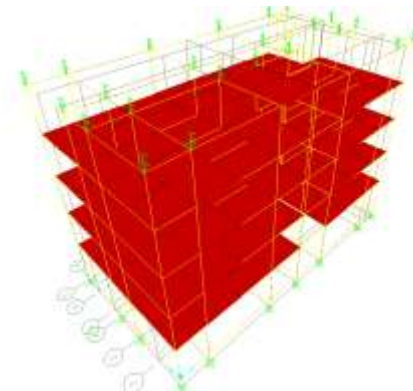
Pada balok yang bekerja adalah beban pada dinding. Pada perencanaan ini dinding yang digunakan adalah dinding bata dengan ketinggian dinding 4 m.



Gambar 4.3 Beban merata akibat dinding

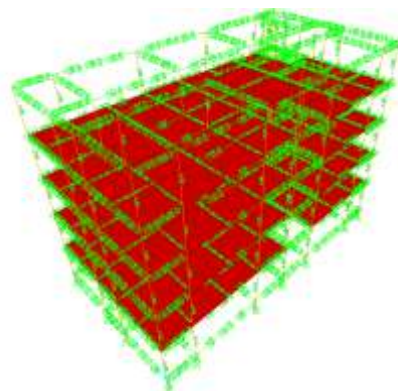
- Memasukkan beban akibat atap

Beban yang ditimbulkan atap berupa beban terpusat pada masing-masing kolom yang memikul kuda-kuda. Beban akibat atap sebesar 575,7 kg.



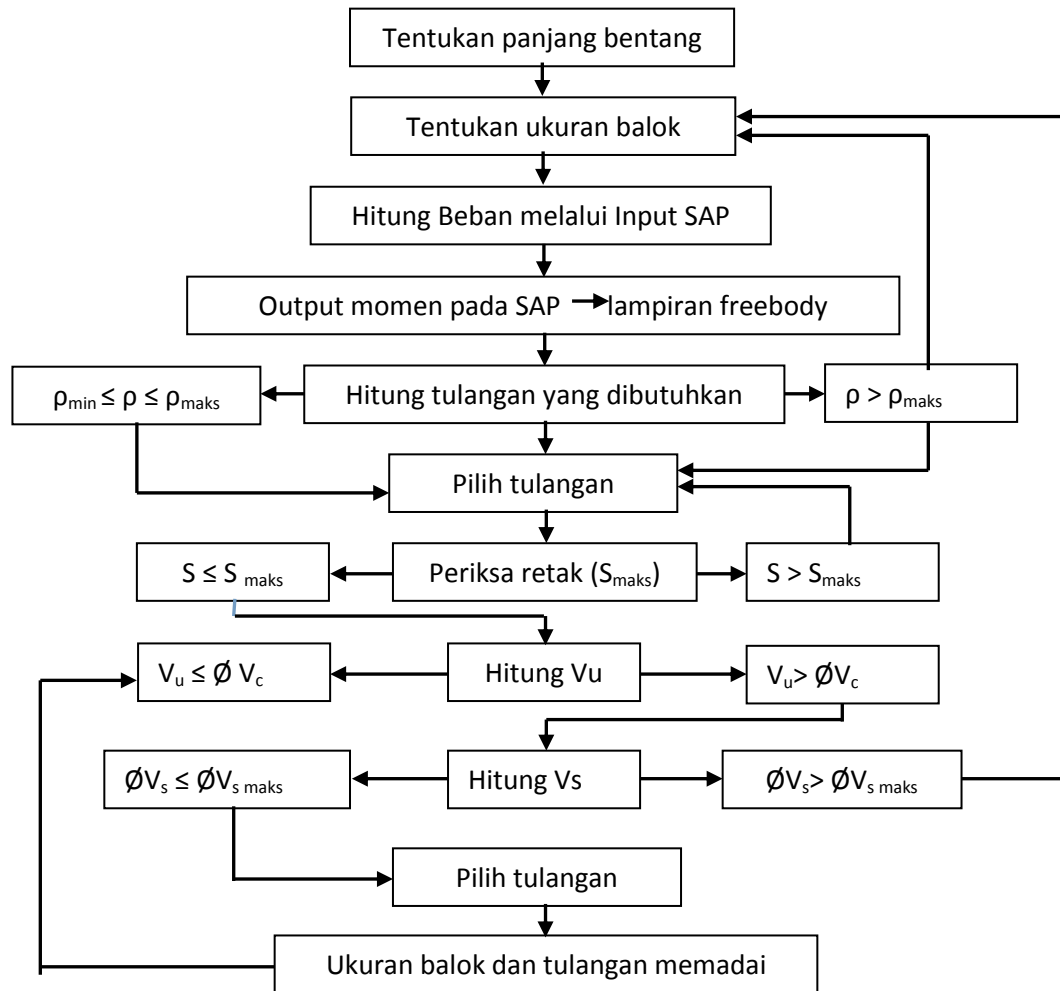
Gambar 4.4 Beban terpusat akibat kuda-kuda

- Hasil analisis SAP 2000



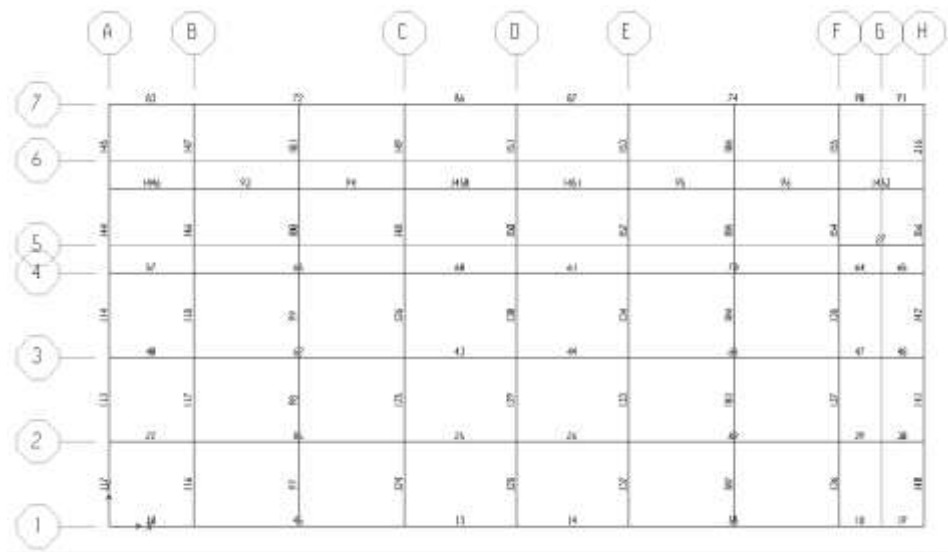
Gambar 4.5 Hasil analisis SAP

3.4.3 Diagram Alir Untuk Perencanaan Portal



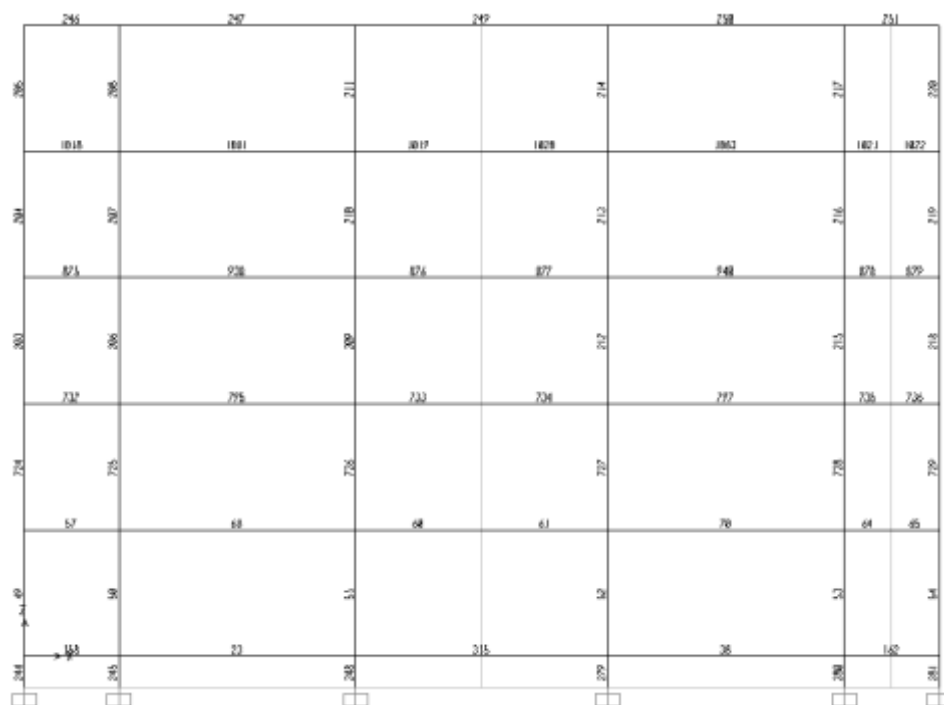
Gambar 5.1 Diagram alir perencanaan portal

3.4.4 Perencanaan Balok, Sloof dan Kolom



Gambar 5.2 Tampilan Portal XY

3.4.5 Penulangan Balok Struktur



Gambar 5.3 Portal memanjang 4 B-C

Lantai 2 (frame 68) Balok B1

$$\text{Tinggi balok (h)} = 600 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 400 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 40 \text{ mm}$$

$$\emptyset \text{ Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\emptyset \text{ Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,05 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} d_{ef} &= h - p - \emptyset \text{sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ utama} \\ &= 600 - 40 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 540,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang} \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 555 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{tump}} = -164,001 \text{ KNm}$$

$$M_{\text{lap}} = 113,195 \text{ KNm}$$

$$V_u = 113,233 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0064 \end{aligned}$$

$$= 0,048$$

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 24,05 \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 240} \right)}{240} = 0,0517$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 164,001 \text{ KNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{164,001}{0,40 \cdot 0,5405^2} = 1433,444 \text{ KN/m}^2 = 1,433 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$- \frac{1400 - 1433}{1400 - 1500} = \frac{0,0079 - x}{0,0079 - 0,0085}$$

$$\frac{-33}{-100} = \frac{0,0079 - x}{-0,0006}$$

$$\frac{-33 \cdot (0,0006)}{-100} = 0,0079 - x$$

$$= 0,0079 - (-0,000198)$$

$$k = 0,00809$$

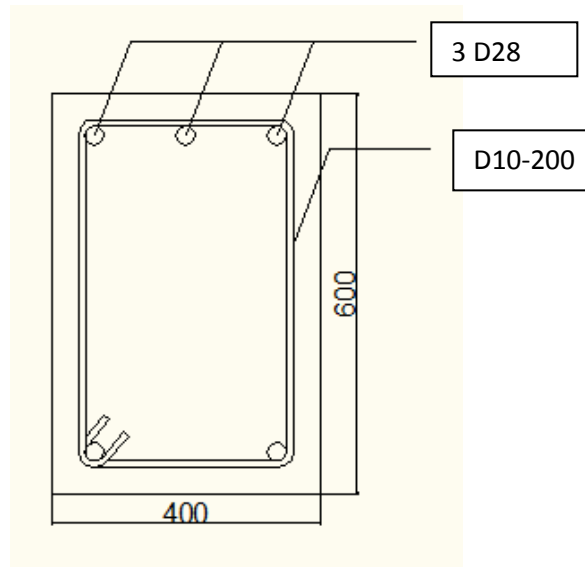
→ maka dipakai $\rho = 0,0809$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,00809 \cdot 0,4 \cdot 0,5405 \cdot 10^6$$

$$= 1749,058 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 3 D28 ($A_s = 1847\text{mm}^2$)



Gambar 3..Penulangan tumpuan balok 600 x 400

- **Tulangan Lapangan**

$$M_u = 113,195 \text{ KNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{113,195}{0,40 \cdot 0,5405^2} = 988,661 \text{ KN/m}^2 = 0,988 \text{ MPa}$$

Dari tabel 52.a didapat :

$$\frac{900 - 988}{900 - 1000} = \frac{0,0049 - x}{0,0049 - 0,0055}$$

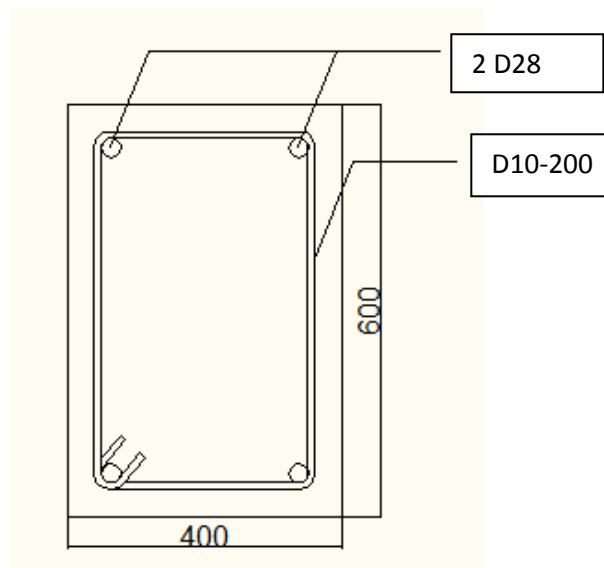
$$\frac{-88}{-100} = \frac{0,0049 - x}{-0,0006}$$

$$\begin{aligned} \frac{-88.(0.0006)}{-100} &= 0,0049 - x \\ &= 0,0049 - (-0,0006) \\ &= 0,0055 \end{aligned}$$

→ maka dipakai $\rho = 0,0055$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\ &= 0,0055 \cdot 0,4 \cdot 0,5405 \cdot 10^6 \\ &= 1189,1 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 2 D28 ($A_s = 1232 \text{ mm}^2$)



Gambar 3..Penulangan lapangan balok 600 x 400

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2.p - n.\phi_{tul} - 2.\phi_{sempang}}{n - 1}$$

$$= \frac{400 - (2.40) - (3.28) - (2.10)}{3-1}$$

$$= 108 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE)(SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser Tumpuan**

$$V_u = 113,233 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d'$$

$$= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 400 \cdot 555 \cdot 10^{-3}$$

$$= 181,601 \text{ KN}$$

$$\text{Syarat} \rightarrow V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 181,601$$

$$= 54,48 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

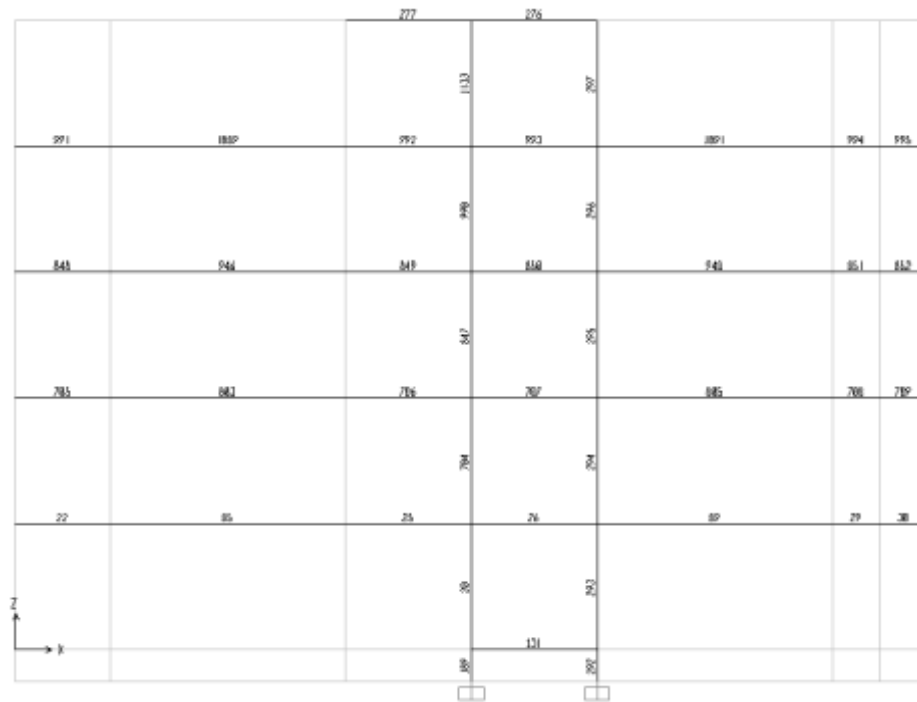
$$= \frac{113,233}{0,6} - 54,48 = 134,241 \text{ KN}$$

A_v = luasan penampang sengkang ($D10 = 157 \text{ mm}^2$)

$$S = \frac{A_v f_y l_0}{V_s}$$

$$= \frac{157.555.240.10^{-3}}{134,241} = 155,782 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\emptyset 10 - 200 \text{ mm}^2$ ($A_s = 201 \text{ mm}^2$)



Gambar 5.8 Portal Memanjang 2 E-F

Lantai 2 (frame 89) Balok Ba

Tinggi balok (h) = 300 mm

Lebar balok (b) = 200 mm

Tebal penutup beton (p) = 20 mm

\emptyset Tulangan = 16 mm

\emptyset Sengkang = 10 mm

$$f_c' = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$d_{ef} = h - p - \varnothing_{\text{senggang}} - \frac{1}{2} \varnothing_{\text{utama}}$$
$$= 300 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 242 \text{ mm}$$

$$d' = h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang}$$
$$= 300 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 255 \text{ mm}$$

$$M_{\text{tump}} = -43,07 \text{ KNm}$$

$$M_{\text{lap}} = 35,39 \text{ KNm}$$

$$V_u = 24,235 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,75 \cdot \rho_b$$
$$= 0,75 \cdot 0,0064$$
$$= 0,048$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$
$$= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85}{240} \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,051$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 43,07 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{Mu}{b.d^2} = \frac{43,07}{0,20 \cdot 0,242^2} = 3,142 \text{ KN/m}^2 = 3,14 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-11 didapat :

$$-\frac{3100 - 3142}{3100 - 3200} = \frac{0,0199 - x}{0,0199 - 0,0207}$$

$$\frac{-42}{-100} = \frac{0,0199 - x}{-0,0008}$$

$$\frac{-42 \cdot (0,0008)}{-100} = 0,0199 - x$$

$$= 0,0199 - (-0,000336)$$

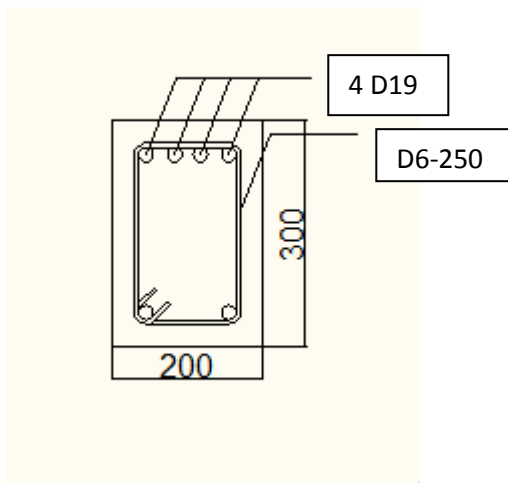
$$= 0,0202$$

→ maka dipakai $\rho = 0,0202$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0202 \cdot 0,2 \cdot 0,255 \cdot 10^6 = 1032,036 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 4 D19 ($A_s = 1134 \text{ mm}^2$)



Gambar 3..Penulangan tumpuan balok anak 300 x200

- **Tulangan Lapangan**

$$M_u = 35,39 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{35,39}{0,20 \cdot 0,255^2} = 2721,261 \text{ KN/m}^2 = 2,721 \text{ MPa}$$

Dari tabel A-11 didapat :

$$\frac{2700 - 2721}{2700 - 2800} = \frac{0,0167 - x}{0,0167 - 0,0174}$$

$$\frac{-21}{-100} = \frac{0,0167 - x}{-0,0007}$$

$$\frac{-21 \cdot (0,0007)}{-100} = 0,0167 - x$$

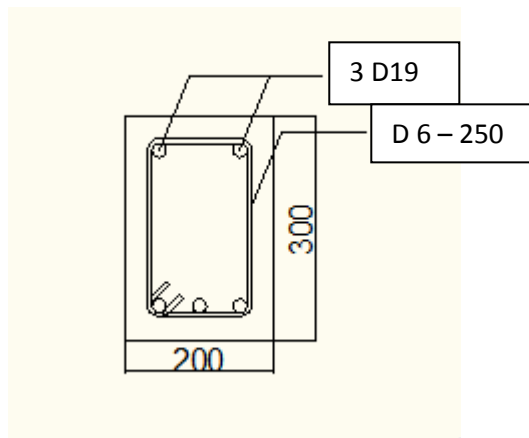
$$= 0,0167 - (-0,000147)$$

$$= 0,0168$$

→ maka dipakai $\rho = 0,0168$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 \\
 &= 0,0168 \cdot 0,2 \cdot 0,255 \cdot 10^6 \\
 &= 850,8 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Maka dipakai tulangan 3 D19 ($A_s = 851 \text{ mm}^2$)



Gambar 3.. Penulangan lapangan balok anak 300 x 200

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2.p - n.\phi_{tul} - 2.\phi_{senggang}}{n - 1}$$

$$= \frac{200 - (2.20) - (3.19) - (2.10)}{3 - 1}$$

$$= 146 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE)(SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 24,235 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d' \\
 &= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 200 \cdot 255 \cdot 10^{-3} \\
 &= 41.719 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat} \rightarrow V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 41,719$$

$$= 12,515 \text{ KN}$$

$$\text{Didapat} = V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$\phi 6 - 250 \text{ mm}^2 \text{ (As = mm}^2\text{)}$$

3.4.6 Penulangan Sloof

Mengingat dimensi sloof memanjang dan sloof melintang sama, digunakan sloof yang memiliki nilai V dan M terbesar, yaitu sloof melintang.

$$\text{Tinggi balok (h)} = 350 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 30 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\phi \text{ Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$d_{ef} = h - p - \varnothing_{senggang} - \frac{1}{2} \varnothing_{utama}$$

$$= 350 - 30 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 300,5 \text{ mm}$$

$$d' = h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang}$$

$$= 350 - 30 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 315 \text{ mm}$$

$$M_u = 94,1008 \text{ KNm}$$

$$V = 75,506 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b$$

$$= 0,75 \cdot 0,0064$$

$$= 0,048$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85}{240} \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,051$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 94,1008 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{94,1008}{0,25 \cdot 0,315^2} = 2709 \text{ KN/m}^2 = 2,709 \text{ MPa}$$

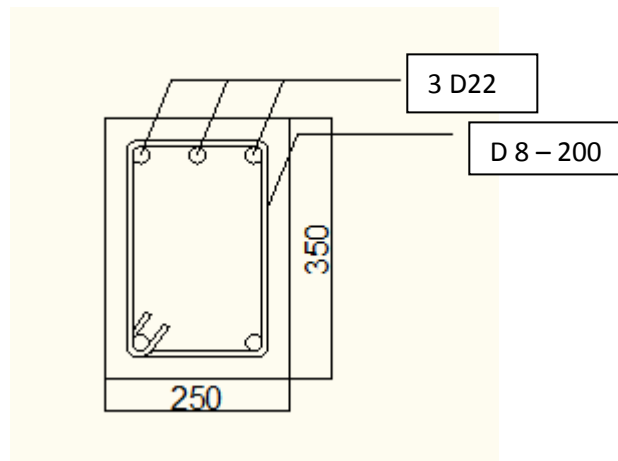
→ maka dipakai $\rho = 0,0167$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0167 \cdot 0,25 \cdot 0,315 \cdot 10^6$$

$$= 1104 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 3 D22 ($A_s = 1140 \text{ mm}^2$)



Gambar 3..Penulangan sloof

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2 \cdot p - n \cdot \phi_{tul} - 2 \cdot \phi_{sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{250 - (2 \cdot 30) - (3 \cdot 22) - (2 \cdot 10)}{3 - 1}$$

$$= 114 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE)} (\text{SKSNI T - 15 - 1991 - 03})$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 75,506 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d^2 \\
 &= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 250 \cdot 315 \cdot 10^{-3} \\
 &= 64,61 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat } \rightarrow V_u &> \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c \\
 &= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 64,61 \\
 &= 19,325 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= \frac{V_u}{\phi} - \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c \\
 &= \frac{75,506}{0,6} - 19,325 = 106,51 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{A_s d f_y 10^3}{V_s} \\
 &= \frac{157 \cdot 315 \cdot 240 \cdot 10^{-3}}{106,51} = 111,437 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan sengkang $\phi 8 - 200 \text{ mm}^2$ ($A_s = 201 \text{ mm}^2$)

3.4.7 Penulangan Ring Balk

Mengingat dimensi ringbalk memanjang dan sloof melintang sama, digunakan ringbalk yang memiliki nilai V dan M terbesar, yaitu ringbalk melintang.

$$\text{Tinggi balok (h)} = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Lebar balok (b)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal penutup beton (p)} = 20 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ Tulangan} = 19 \text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ Sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$f_c = 24,09 \text{ MPa} \quad f_y = 240 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} d_{ef} &= h - p - \varnothing \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ utama} \\ &= 250 - 20 - 10 - \frac{1}{2} \cdot 19 = 210,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= h - p - \frac{1}{2} \text{ sengkang} \\ &= 250 - 20 - \frac{1}{2} \cdot 10 = 225 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_u = 19,17 \text{ KNm}$$

$$V = 26,52 \text{ KN}$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0064 \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 24,09 \cdot 0,85}{240} \left(\frac{600}{600 + 240} \right) = 0,051 \end{aligned}$$

- **Tulangan Tumpuan**

$$M_u = 19,17 \text{ KNm}$$

$$k = \frac{M_u}{b \cdot d^2} = \frac{19,17}{0,15 \cdot 0,225^2} = 2524,44 \text{ KN/m}^2 = 2,524 \text{ MPa}$$

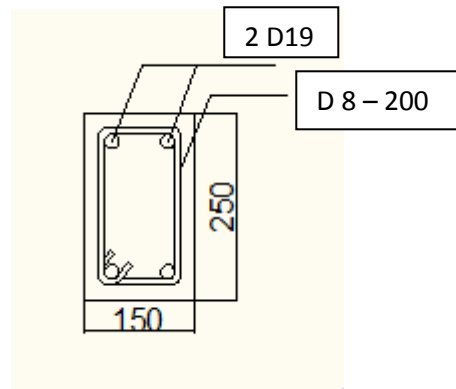
→ maka dipakai $\rho_{\text{maks}} = 0,0152$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6$$

$$= 0,0152 \cdot 0,15 \cdot 0,225 \cdot 10^6$$

$$= 513 \text{ mm}^2$$

Maka dipakai tulangan 2 D19 ($A_s = 567 \text{ mm}^2$)



Gambar 3..Penulangan ringbalk

- Kontrol spasi :

$$S = \frac{b - 2 \cdot p - n \cdot \phi_{tul} - 2 \cdot \phi_{sengkang}}{n - 1}$$

$$= \frac{150 - (2 \cdot 20) - (2 \cdot 19) - (2 \cdot 10)}{2 - 1}$$

$$= 52 \text{ mm} > 25 \text{ mm (OKE)(SKSNI T - 15 - 1991 - 03)}$$

- **Tulangan Geser**

$$V_u = 26,52 \text{ KN}$$

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c}}{6} \cdot b \cdot d'$$

$$= \frac{\sqrt{24,09}}{6} \cdot 150 \cdot 225 \cdot 10^{-3}$$

$$= 27,608 \text{ KN}$$

$$\text{Syarat} \rightarrow V_u > \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 0,6 \cdot 27,608$$

$$= 8,282 \text{ KN}$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - \frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c$$

$$= \frac{26,52}{0,6} - 8,282 = 35,918 \text{ KN}$$

$$S = \frac{A_s f_y}{V_s}$$

$$= \frac{157 \cdot 225 \cdot 240 \cdot 10^{-3}}{35,918} = 236,037 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\phi 8 - 200 \text{ mm}^2$ ($A_s = 251 \text{ mm}^2$)

3.4.8 Penulangan Kolom

Untuk perhitungan portal dengan menggunakan frame : 33 dijadikan acuan karena memiliki nilai M dan P terbesar,

Dari perhitungan SAP 2000 diperoleh data sebagai berikut:

$$P_u = 153281,15 \text{ kg} = 1532811,5 \text{ N}$$

$$M_u = 3522,98 \text{ kgm} = 35229,8 \text{ Nm}$$

$$A_{gr} = 500 \times 700 \text{ mm} = 350000 \text{ mm}^2$$

$$f'_c = 29,05 \text{ Mpa}$$

$$\frac{Pu}{\phi Agr 0,85 f'_c} = \frac{1532811,5}{0,65 \times 350000 \times 0,85 \times 24,09} = 0,329 > 0,1$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{35229,8}{1532811,5} = 0,0229 \text{ m} = 22,9 \text{ mm}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{41,3}{700} = 0,032$$

$$\left[\frac{Pu}{\phi Agr 0,85 f'_c} \right] \left[\frac{e}{h} \right] = 0,329 \times 0,032 = 0,0107$$

$r = 0,021$ (diperoleh dari pembacaan grafik pada buku “dasar-dasar perencanaan beton bertulang)

$$\beta = 1,0 \text{ (} f'_c = 24,09 \text{ MPa} = 25 \text{ MPa)}$$

$$\rho = r \beta = 0,021 \times 1,0 = 0,021$$

$$A_{stot} = \rho A_{gr} = 0,021 \times 350000 = 7350 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan 6 D 28 (2745 mm²) per sisinya.

Cek tulangan geser

Dari analisis SAP 2000 diperoleh

$$V_u = 2230,3 \text{ kg} = 22303 \text{ N}$$

$$V_c = 1/6 \sqrt{f'_c} \cdot b d$$

$$= 1/6 \times \sqrt{24,09} \times 500 \times 637$$

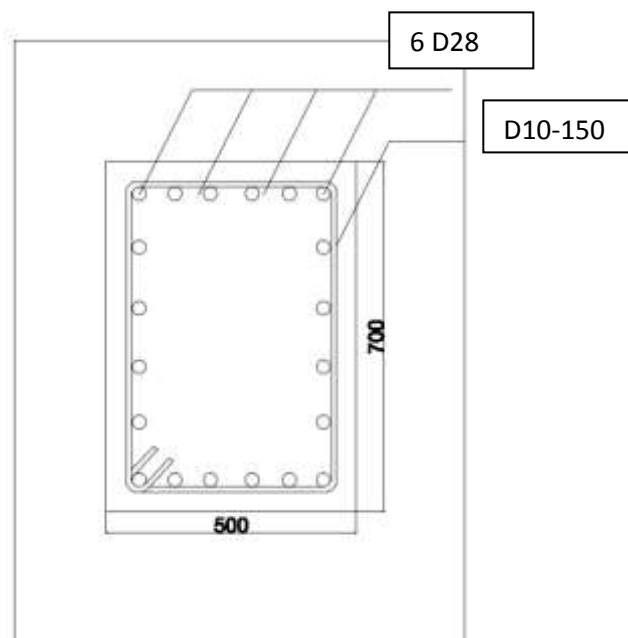
$$= 260541,306 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,6 \times 260541,306$$

$$= 156324,783 \text{ N}$$

$V_u < \phi V_c$ maka tidak perlu tulangan geser

Meski tidak diperlukan tulangan geser tapii tetap dipakai sengkang D 10 – 150 mm



Gambar 3..Penulangan kolom

PERHITUNGAN STRUKTUR PONDASI

3.5 Perencanaan Pondasi

Dalam merencanakan suatu struktur bawah dari konstruksi bangunan dapat digunakan beberapa macam tipe pondasi, pemilihan tipe pondasi didasarkan pada hala-hal sebagai berikut :

- ❖ Fungsi bangunan atas.
- ❖ Besarnya beban dan berat dari bangunan atas.
- ❖ Kedalamana tanah dimana bangunan tersebut akan didirikan.
- ❖ Jumlah biaya yang akan dikeluarkan.
- ❖ Sistem pelaksanaan.

Pemilihan tipe pondasi dalam perencanaan ini tidak terlepas dari hal-hal yang dijelaskan di atas. Dari pertimbangan hasil penyelidikan tanah dari aspek ketinggian gedung dan beban dari struktur di atasnya, maka jenis pondasi yang digunakan adalah jenis pondasi tiang pancang dengan penampang berbentuk lingkaran.

3.5.1 Data-data Teknis Perencanaan

- ❖ Mutu beton mini pile : K 350 (f_c 29,05 MPa)
- ❖ Mutu baja (f_y) : 240 Mpa
- ❖ Jenis pondasi : Mini pile type persegi 25x25
- ❖ Luas penampang : 625 cm²

- ❖ Keliling pancang : 100 cm¹
- ❖ Tulangan utama : 4 D16
- ❖ Tulangan sengkang : ϕ 6 mm
- ❖ Panjang section : 6 m
- ❖ Nilai konus hasil sondir (qc) : 250 kg/cm²
- ❖ Total friction (Tf) : 830 kg/cm²
- ❖ Kedalaman sondir : 13,5 m

3.5.2 Menghitung Daya Dukung Tiang

$$Q_i : \frac{(q_c \cdot A_p)}{3} + \frac{(T_f \cdot A_s)}{5}$$

$$: \frac{(250 \cdot 625)}{3} + \frac{(830 \cdot 100)}{5}$$

$$: 52083,33 + 16600$$

$$: 68683,33 \text{ kg} : 68,683 \text{ ton} :$$

3.5.3 Menghitung Jumlah Tiang

$$n : \frac{P_u}{Q_i \cdot E_q}$$

$$: \frac{190,654 \cdot 1,3}{68,683 \cdot 0,7}$$

$$: 4,6707 : 6$$

Tiang	P(t)	P(tiang)	n	pembulatan
P1	94,87985	69	1,37507029	2
P2	173,3602	69	3,266206667	4
P3	195,523	69	3,683766478	4
P4	156,4978	69	2,94850871	4

P5	172,4077	69	3,248260826	4
P6	94,89103	69	1,787802014	2
P7	120,1611	69	2,263904406	4
P8	195,9173	69	3,69119513	4
P9	222,4652	69	4,191373899	6
P10	181,9459	69	3,427966609	4
P11	195,1398	69	3,676546014	4
P12	120,4328	69	2,269023391	4
P13	120,1699	69	2,264070957	4
P14	194,9828	69	3,673589739	4
P15	247,8499	69	4,669636551	6
P16	247,9105	69	4,670777913	6
P17	157,3091	69	2,963794638	4
P18	106,1843	69	2,000573014	4
P19	94,77377	69	1,785592768	2
P20	172,457	69	3,249189101	4
P21	221,2951	69	4,169327971	6
P22	220,7629	69	4,159300638	6
P23	131,8309	69	2,483770957	4
P24	72,89529	69	1,373389522	2
P25	87,27992	69	1,64440429	2
P26	98,51608	69	1,856100058	2
P27	92,75045	69	1,747472246	2
P28	104,9034	69	1,976440304	2

3.5.4 Perhitungan Beban Maksimum yang Diterima Oleh Tiang

Data-data hasil dari SAP dan data lapangan

- ❖ Gaya vertikal (P_u) : 190,654 t/m
- ❖ Lebar telapak (L_x) : 2,3 m
- ❖ Lebar telapak (L_y) : 2,3 m
- ❖ Tebal plat (h) : 1,0 m
- ❖ Banyak pancang dalam klompok (n) : 6 buah
- ❖ Jumlah tiang pancang dalam 1 baris (n_x): 3 buah
- ❖ Jumlah tiang pancang dalam 1 baris (n_y): 2 buah

❖ Faktor redoksi (ϕ) : 0,65

❖ Beban kombinasi

1,2 DL + 1,6 LL (W_u) : 5388,34 kg/m

3.5.5 Perhitungan momen

M_x : $0,65 \cdot W_u \cdot L_x$
: $0,65 \cdot 5388,32 \cdot 2,3$
: 8055,53 kg/m

M_y : $0,65 \cdot W_u \cdot L_x$
: $0,65 \cdot 5388,34 \cdot 2,3$
: 8055,53 kg/m

X_{mak} : 40 cm : 0,40 m

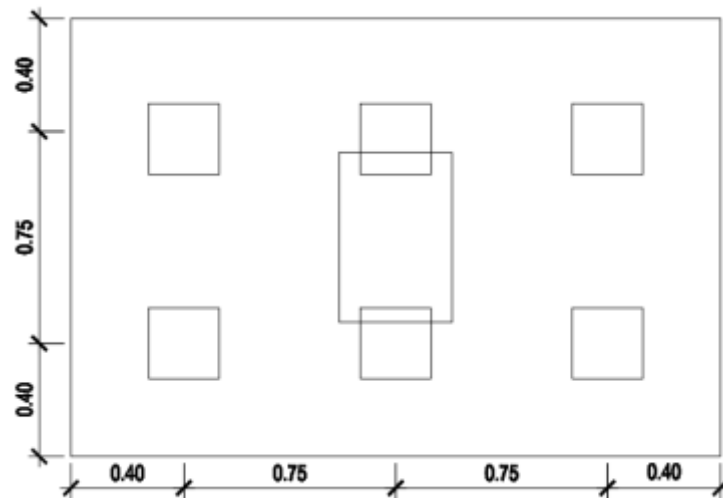
Y_{mak} : 40 cm : 0,40 m

n_x : 3

n_y : 2

S_x^2 : $0,40^2 + 0,40^2$
: $0,32 \text{ m}^2$

S_y^2 : $0,40^2 + 0,40^2$
: $0,32 \text{ m}^2$



Gambar 3.12 Rencana Pondasi

Sumber : Data Pribadi

3.5.6 Perhitungan beban maksimum

$$P_{\text{mak}} : \frac{Pu}{n} - \frac{Mx \cdot Y_{\text{mak}}}{ny \cdot Sy^2} + \frac{My \cdot X_{\text{mak}}}{nx \cdot Sx^2}$$

$$: \frac{190,654}{9} - \frac{8055,53 \cdot 0,40}{2 \cdot 0,32^2} + \frac{8055,53 \cdot 0,40}{3 \cdot 0,32^2}$$

$$: 21,183 \text{ ton}$$

Karena nilai $P_{\text{mak}} < P_{\text{tiang}} = 21,183 \text{ ton} < 68 \text{ ton}$ maka daya dukung tiang memenuhi.

3.5.7 Kontrol Terhadap Geser Pons

Karena kolom tidak tertumpu pada pile cap, maka P yang digunakan adalah P kolom, berikut data-data :

- ❖ P : 21,183 ton
- ❖ Tebal plat (h) : 1,2 m

- ❖ π : 3,14
- ❖ Lebar tiang (s) : 0,25 m

Perhitungan

$$t = \frac{P}{\pi \cdot h \cdot (h + d)}$$

$$= \frac{21,183}{3,14 \cdot 1,2 \cdot (1,2 + 0,25)}$$

$$= 3,887 \text{ t/m}^2 = 0,388 \text{ kg/cm}^2$$

$$t_{ijin} = 0,65 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$= 0,65 \cdot \sqrt{29,05}$$

$$= 3,503 \text{ kg/cm}^2$$

Karena nilai $t < t_{ijin} = 0,388 \text{ kg/cm}^2 < 3,503 \text{ kg/cm}^2$ tebal pile cap cukup maka tidak memerlukan tulangan geser pons.

3.5.8 Penulangan Pile Cap

Data-data teknis

- ❖ Mu : 52,841 KNm [hasil SAP](#)
- ❖ Tebal plat (h) : 1200 mm
- ❖ Selimut beton : 70 mm
- ❖ \emptyset tul utama : 32 mm
- ❖ Tinggi efektif :

$$d_x = h - p - 1/2 \cdot \emptyset \text{ tul utama}$$

$$: 1200 - 70 - 1/2 \cdot 25$$

$$: 1117,5 \text{ mm} \quad : 1,1175 \text{ m}$$

❖ Penulangan arah x :

$$\frac{Mu}{b \cdot d^2} = \frac{528,41}{1 \cdot 1,1175^2}$$

$$= 423,132 \text{ KNm}$$

❖ Mencari nilai ρ dengan menggunakan ketentuan tabel 9

$$400 \quad : 0,0021$$

$$500 \quad : 0,0027$$

$$\frac{400 - 423}{400 - 500} \cdot \frac{0,0021 - X}{0,0021 - 0,0027}$$

$$\frac{-23}{-100} \cdot \frac{0,0021 - X}{-0,0006}$$

$$\frac{23 \cdot (-0,0006)}{100} : 0,0021$$

$$X : 0,0022$$

$$\rho : 0,0022$$

❖ Mencari nilai ρ_{min}

$$\rho_{min} : \frac{1,4}{f_y}$$

$$\frac{1,4}{240}$$

$$: 0,0058$$

Karena $\rho < \rho_{min} = 0,0022 < 0,0058$

$$A_{sx} : \rho \cdot b \cdot d$$

$$: 0,0058 \cdot 1000 \cdot 1117,5$$

$$: 6519 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 9 D32 dengan nilai (A : 7238 mm²)

A_y : digunakan acuan mendimensi sengkang berdasarkan SNI =

$$d/2$$

$$A_y \quad : \frac{d}{2}$$

$$: \frac{1117,5}{2}$$

$$: 558,75 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan 5D12 dengan nilai (A : 565 mm²)

BAB VI

PENUTUP

5.1 Simpulan

1. Mutu beton gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang dalam redesain ini, sama dengan kenyataan perencanaannya di lapangan, yaitu untuk balok, kolom, pelat lantai dan tangga direncanakan menggunakan mutu beton K 300 (f_c 24,09 Mpa), dan mutu tulangan baja untuk diameter < diameter 13 dalam redesain ini sama dengan kenyataan perencanaannya di lapangan yaitu F_y 2400 kg/cm² atau U24 (tulangan polos) sedangkan untuk diameter > diameter 13 dalam redesain ini menggunakan F_y 4000 kg/cm² atau U40 (tulangan deform/ulir).
2. Untuk perencanaan portal penulis menggunakan cara pada buku *SNI 03-2847-2002 Standar Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung* dan untuk perbaikan dan sebagai pembanding perencanaan portal menggunakan *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Dengan dua cara ini didapatkan hasil yang berbeda,
3. Dimensi balok gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang dalam redesain ini dengan kenyataannya berbeda, melalui program SAP 2000 v14 dimensi balok B1, Ba, Bsloof2, Bsloof, Ringbalk dengan dimensi tersebut sudah aman.

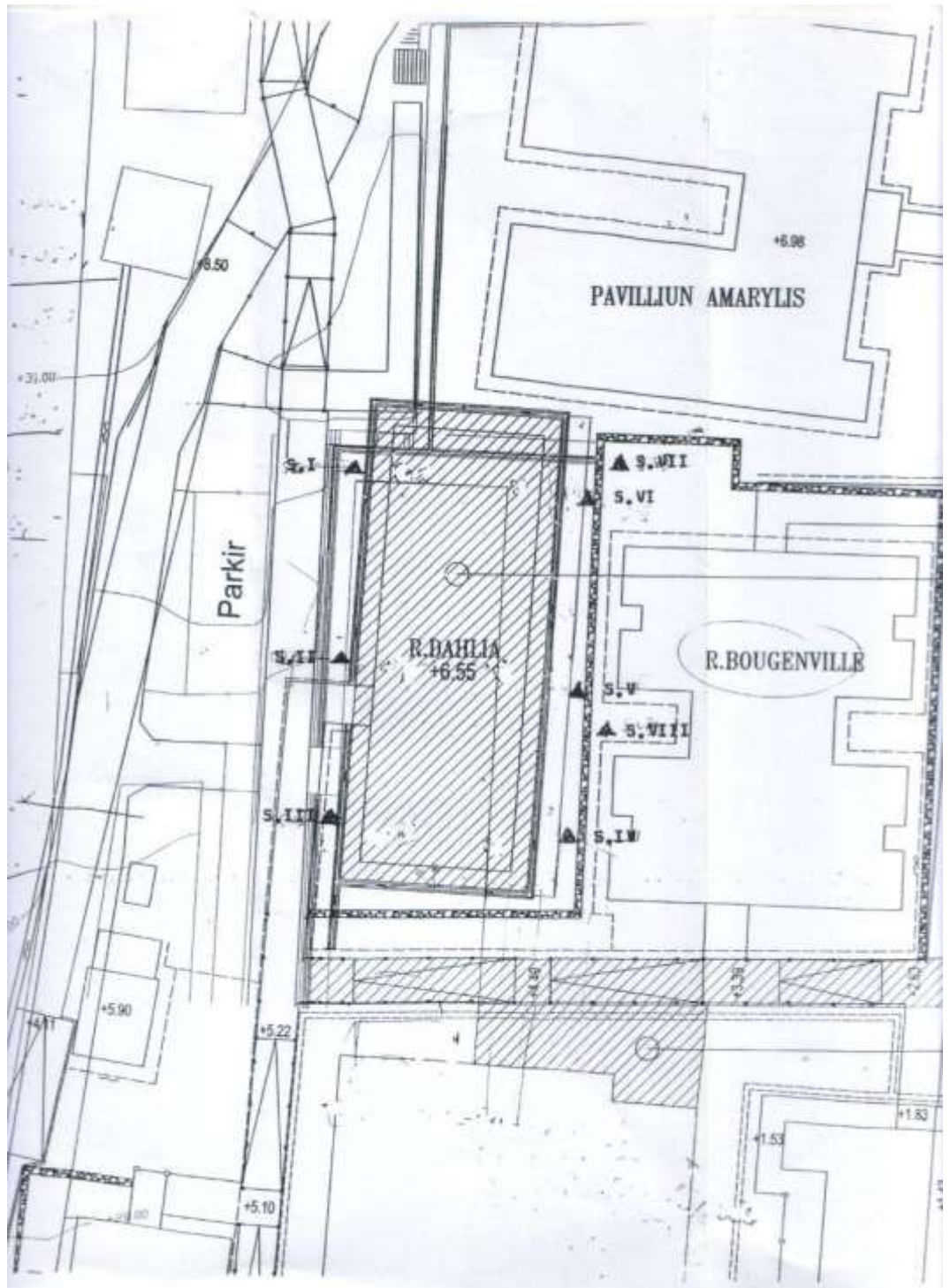
4. Dimensi kolom gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang dalam redesain ini, sama dengan kenyataan perencanaannya di lapangan yaitu untuk K1 50 x 70 dan K2 40 x 60 sedangkan K3 dimensinya 30 x 30 cm, melalui program SAP 2000 v14 dengan dimensi tersebut sudah aman.
5. Dalam perencanaan atap untuk kemudahan penulis dalam merencanakan profil yang digunakan dalam redesain ini berbeda dengan kenyataannya, dikenyataanya digunakan profil IWF dan untuk redesain menggunakan profil double siku.
6. Kuda-kuda gedung Rawat Inap RSUD Tugurejo Semarang dalam redesain ini, untuk kuda-kuda batang tarik direncanakan menggunakan baja Profil double siku 2L.70.70.7 melalui program SAP 2000 v14 sudah aman, dan untuk kuda-kuda batang yaitu menggunakan baja profil 2L.60.60.6. Untuk gording dalam redesain ini, menggunakan baja profil light lip channels C.125.50.20.4.

5.2 Saran

1. Dalam perencanaan struktur atap penulis menggunakan *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRF* dan disarankan untuk pembaca menggunakan terbitan terbaru.
2. Dalam perencanaan struktur portal penulis menggunakan *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang* dan disarankan untuk pembaca menggunakan terbitan terbaru.
3. Dalam perencanaan struktur pondasi penulis menggunakan *Teknik Fondasi* dan disarankan untuk pembaca menggunakan terbitan terbaru.

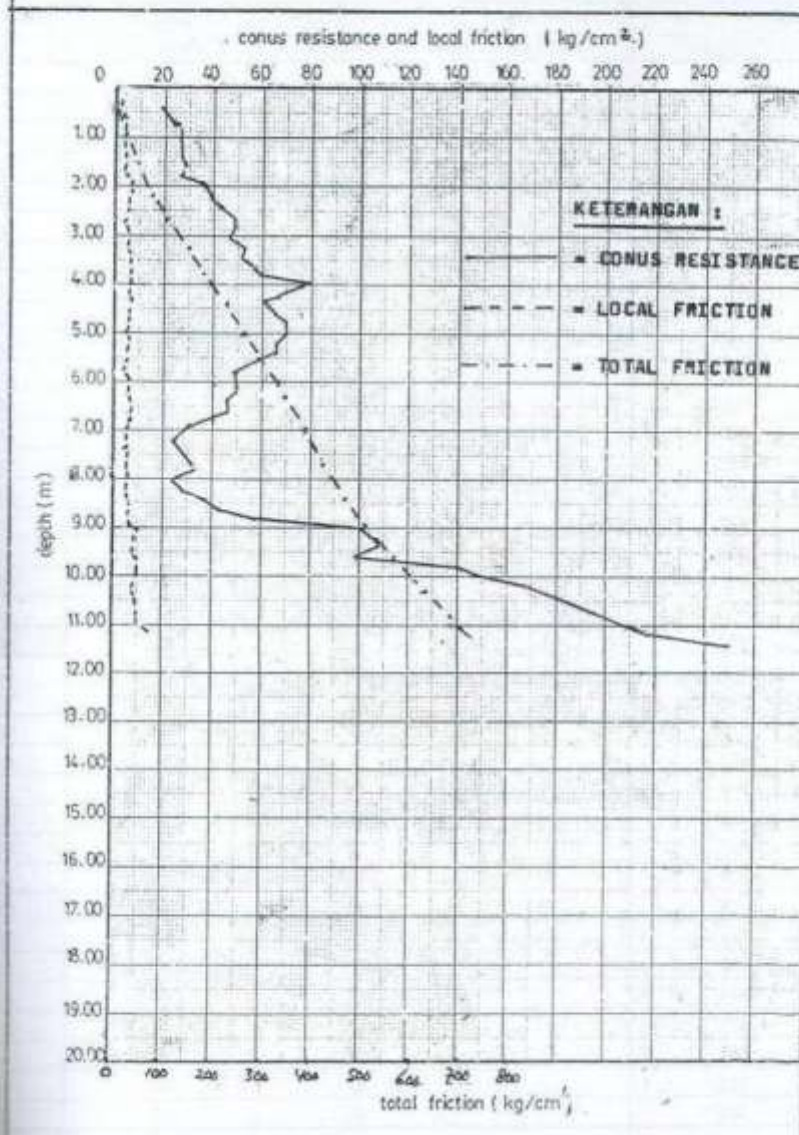
DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Gunawan, Rudi dan Morisco. 1988. *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Kanisius (Anggota IKAPI). Oentoeng. 1999. *Konstruksi Baja*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Satyarno, Irmandkk. 2012. *Belajar SAP 2000 Cepat – Tepat – Mahir Seri 2*. Yogyakarta: Zamil Publishing.
- Tricahyo, Hanggorodan Himawan Indarto 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726:2012 for Dummies*.
- Cvis, W. C dan Gideon H. Kusuma. 2005. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang Seri 1*. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1996. *Teknik Fondasi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.



Project : PERB GO R. DAHLIA	Sounding No: S.I
Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG	Date: 1/XI/2012 Checked by: .UD.

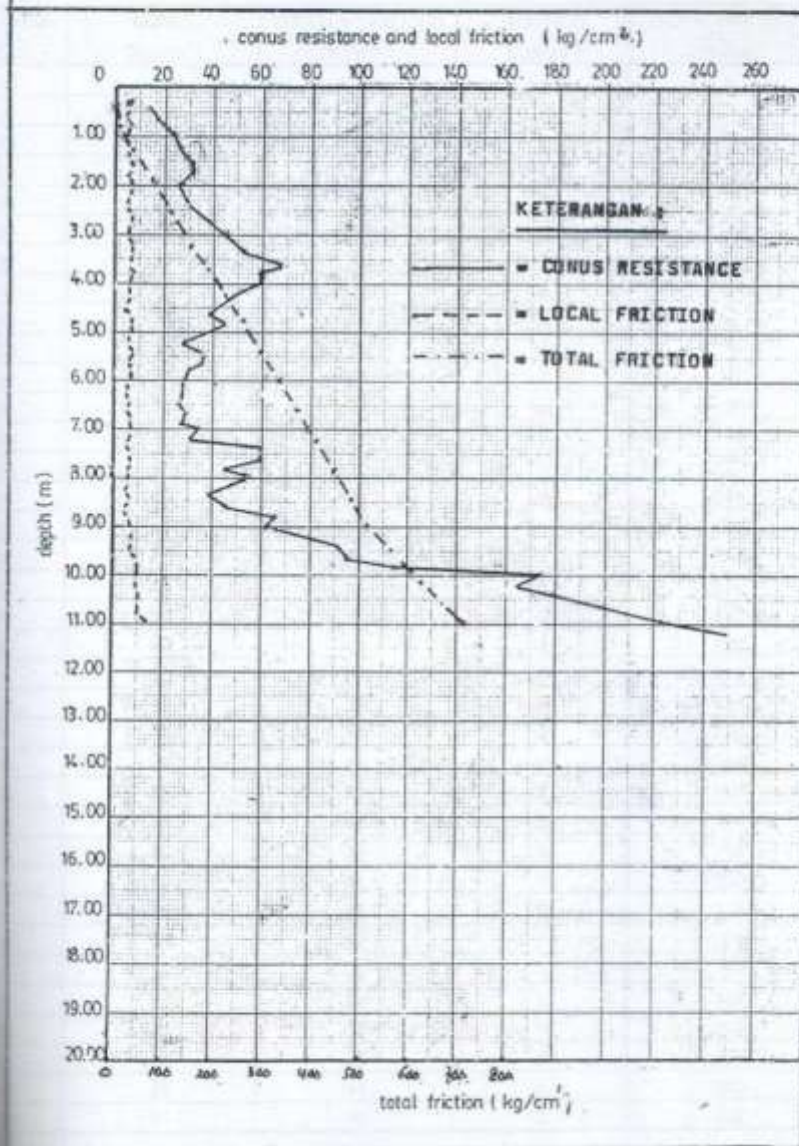
GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m.	water level : .m.
-----------------	-------------------

Project : PEMB GD R. DAHLIA	Sounding No: S.II	
Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG	Date: 1/XI/2012.	Checked by: WD.

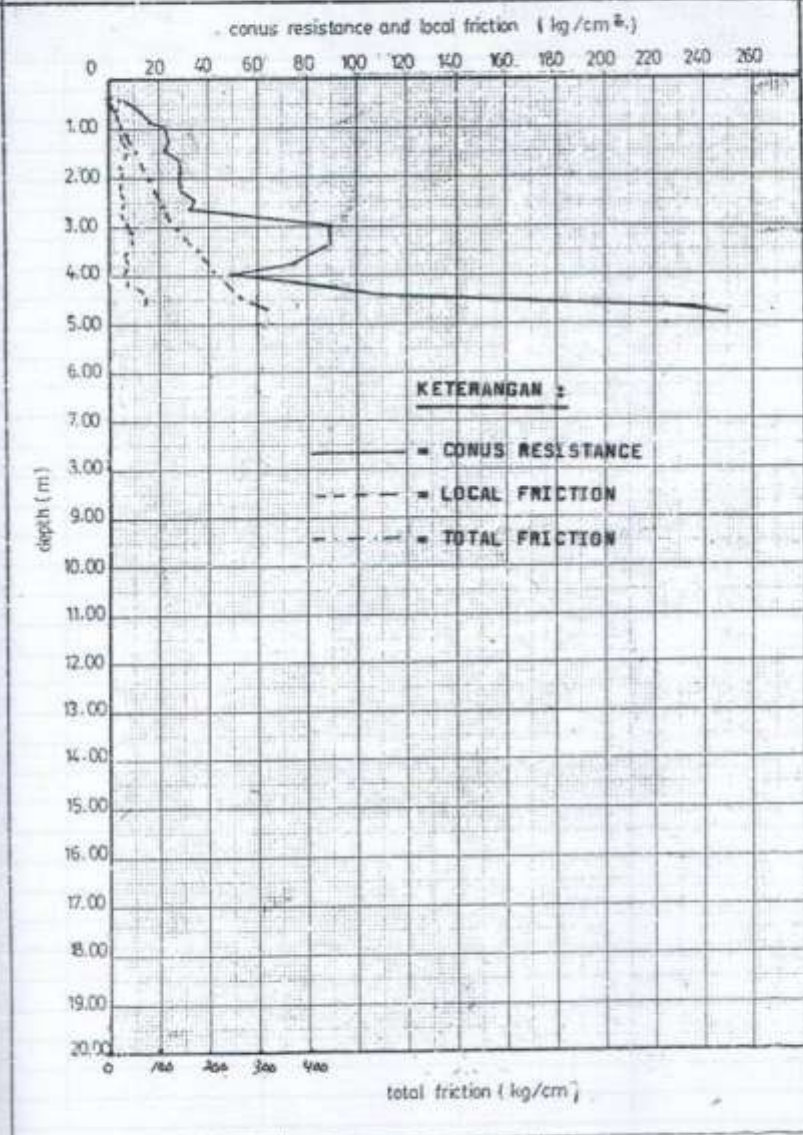
GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m. water level : .m.

Project : PEMB GD R. DAHLIA	Sounding No: S.III
Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG	Date: 1/XI/2012. Checked by: WD.

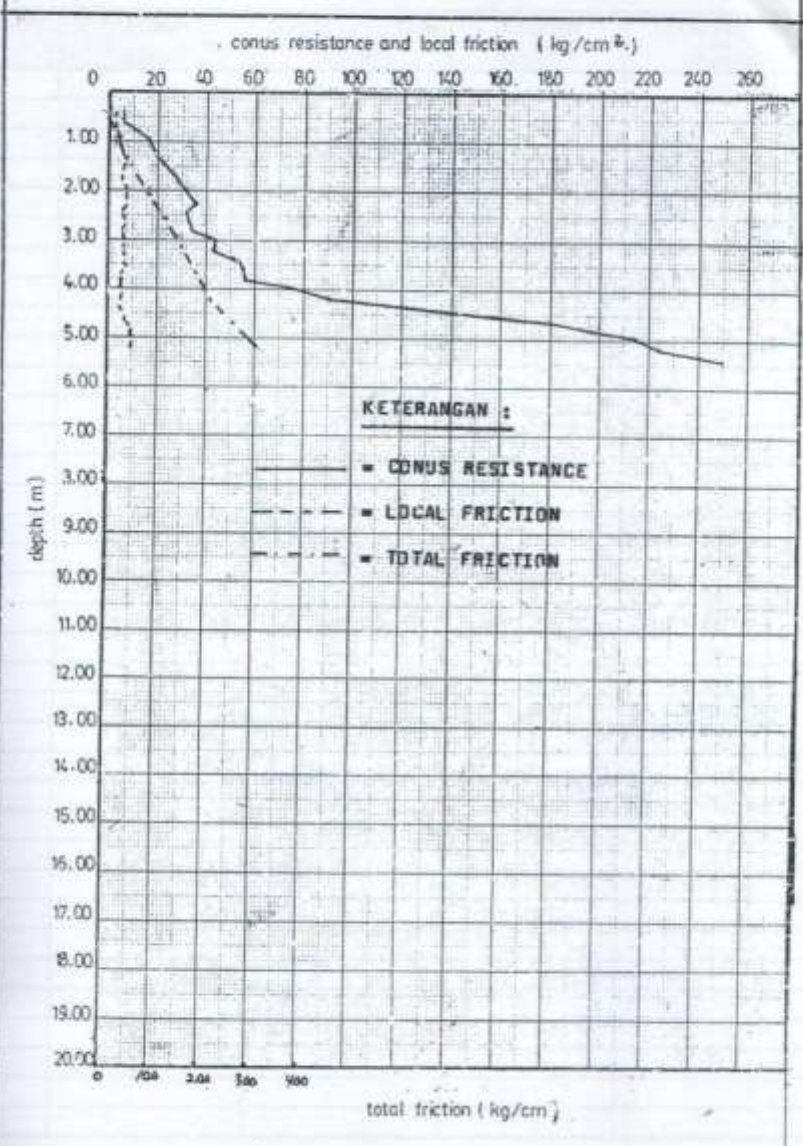
GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m. water level : .m.

Project : PEMB GEDUNG R. DAHLIA	Sounding No: S.IV
Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG	Date: 2/XI/2012. Checked by: WD.

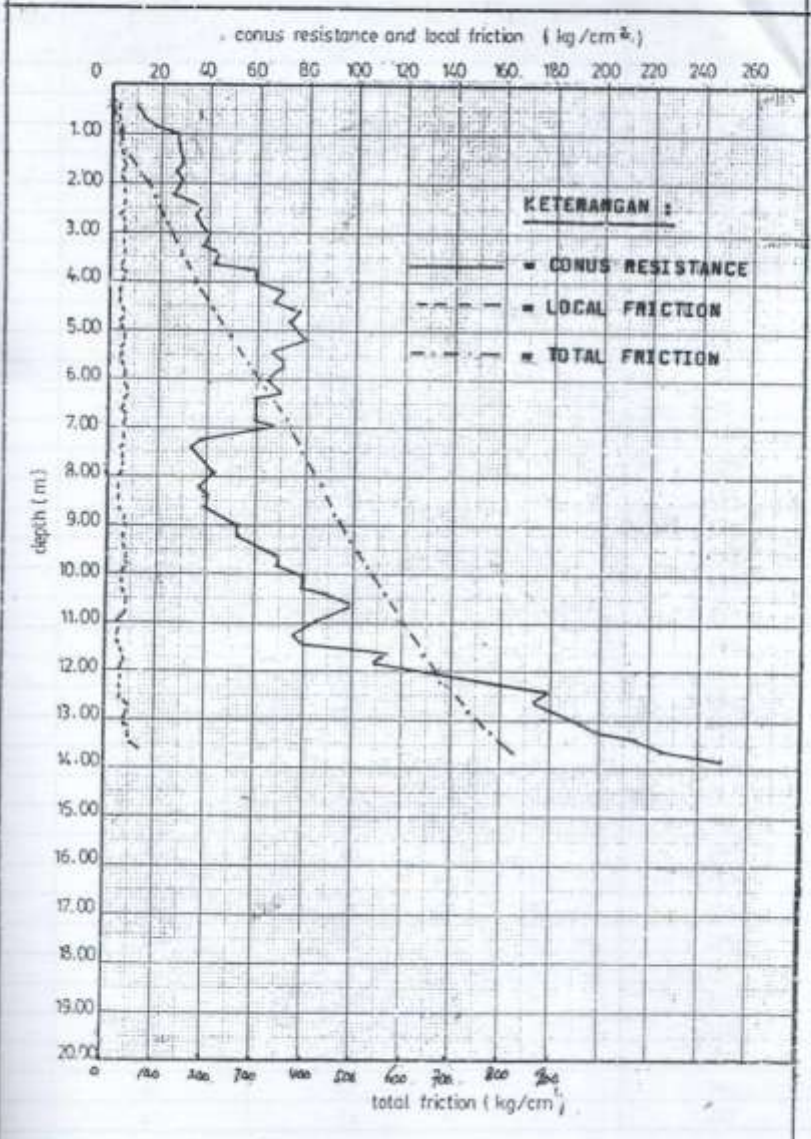
GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m. water level : .m.

Project : PEMB GEDUNG R. DAHLIA	Sounding No: S.V
Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG	Date: 2/XI/2012, Checked by: WD.

GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m. water level : .m.

Project : PEMB GEDUNG R. DAHLIA

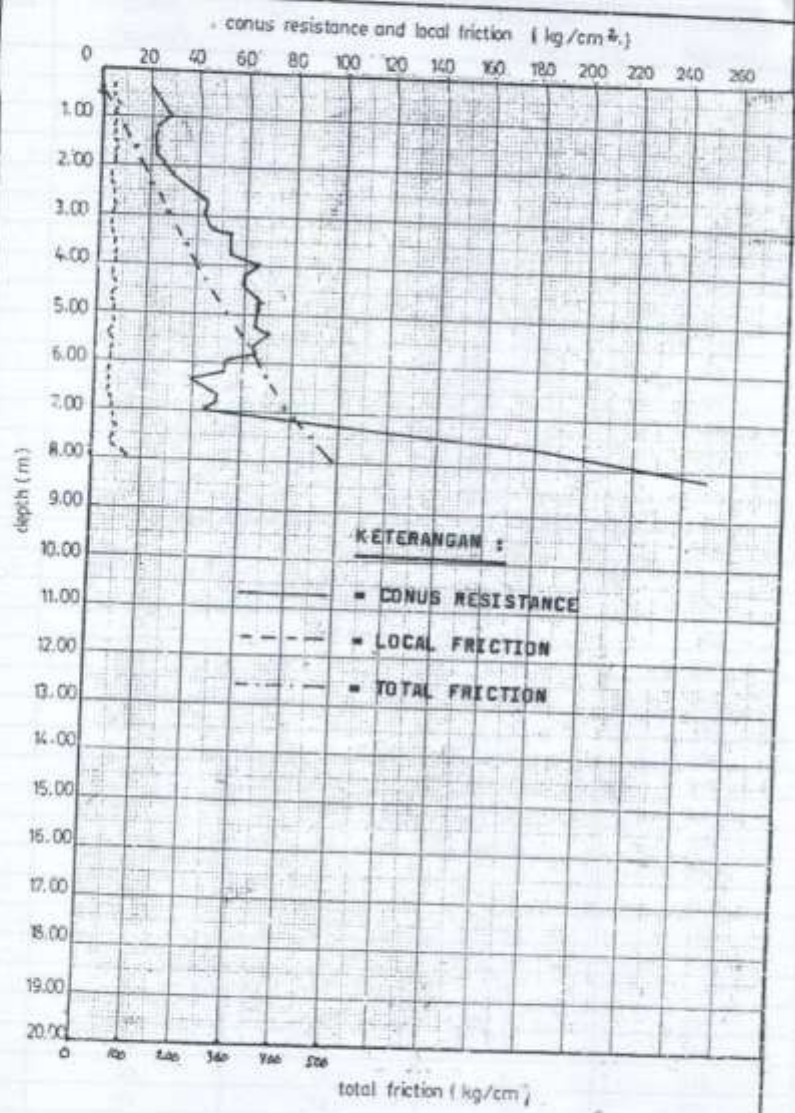
Sounding No: S.VI

Location: RSUD TUGUREJO SEMARANG

Date 2/XI/2012.

Checked by: UD.

GRAPH OF SOUNDING



elevation : .m. water level : .m.

