



**REDESAIN STRUKTUR BAWAH SAMPAI PLAT
LANTAI 2 PEMBANGUNAN GEDUNGPENDIDIKAN
TEKNOLOGI INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Disusun Untuk Melengkapi Persyaratan Akhir
Program Studi Diploma III Teknik sipil

Disusun oleh:

Rusaelly Yulidyaningtyas

5111312015

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

2015

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

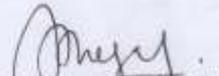
**REDESAIN STRUKTUR BAWAH SAMPAI PLAT LANTAI 2
PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TEKNOLOGI
INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

Disusun oleh :

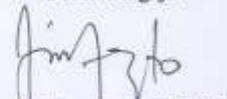
Rusaelly Yulidyningtyas (5111312015)

Disetujui oleh :

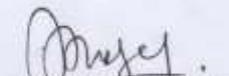
Dosen Pembimbing:


Mego Purnomo, ST, MT
19730618 200501 1 001

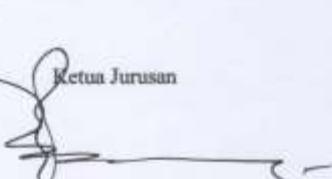
Dosen Penguji 1


Ape Tavenjanto, ST, MT
19650722 200112 1 001

Dosen Penguji 2:

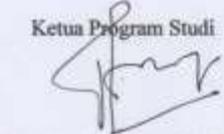

Mego Purnomo, ST, MT
19730618 200501 1 001

Ketua Jurusan


Drs. Sucipto, MT
19630101 199102 1 001

Mengetahui

Ketua Program Studi


Endah Kanti Pangestuti, ST, MT
19720709 199803 2 003

Dekan Fakultas Teknik UNNES



Drs. M. Harlanu, M. Pd
19660215 199102 1 001

ABSTRAK

Rusaelly Yulidyaningtyas

2015

Redesain Struktur Bawah Sampai Plat Lantai 2 Pembangunan Gedung

Pendidikan Teknologi Informatika Dan Komunikasi

Universitas Negeri Semarang

Mego Purnomo, S.T., M.T

D3, Teknik Sipil

Universitas Negeri Semarang sebagai salah satu Institusi Pendidikan yang ada di kota Semarang saat ini terus berkembang, hal itu dibuktikan dengan adanya pembangunan besar – besaran gedung Dekanat pada setiap Fakultas yang ada di Universitas Negeri Semarang. Gedung Dekanat adalah salah satu factor penting dalam sebuah Universitas dimana semua urusan administrasi, pengembang mutu kependidikan dan hal hal – hal penting berada di sana.

Kesimpulannya setiap universitas harus memiliki sarana pendidikan yang memadai agar proses belajar mengajar dan pengurusan administrasi pembelajaran dapat berjalan dengan lancar .

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 Bawah Sampai Plat Lantai 2Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri 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. Endah Kanthi Pangestuti, ST.,MT., selaku kaprodi Teknik Sipil D3 sekaligus dosen pembimbing 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 ULP Universitas Negeri Semarang yang telah membantu memberikan data – data pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri 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 motivasinya.
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
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar isi	vi
Daftar gambar.....	x
Daftar tabel	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Judul Tugas Akhir	1
1.2 Latar Belakang Masalah	1
1.3 Lokasi Proyek	2
1.4 Data Umum Proyek	4
1.5 Tujuan dan Manfaat	6
1.5.1 Tujuan	6
1.5.2 Maanfaat	6
1.6 Ruang Lingkup	6
1.7 Metode Pengumpulan Data	7
1.8 Sistematika Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1.Perencanaan.....	11
2.2.Persyaratan Bangunan Gedung	13
2.3.Struktur Bangunan Gedung	17

2.4 Pembebanan Gedung	20
2.5 Kombinasi Pembebanan untuk Metode Load Resistance Factor	
Design	40
2.5.1 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Beton ...	41
2.5.2 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Baja .	43
2.6 Kombinasi Pembebanan untuk Desain Pondasi	44
2.7 Acuan Awal Perencanaan	45
2.8. Spesifikasi Bahan Bangunan	47
2.8.1. Semen Portland/PC	49
2.8.2. A i r	49
2.8.3. Pasir	50
2.8.4. Beton Ringan	50
2.8.5. Batu Belah	50
2.8.6. Kerikil (Split)	50
2.5.7. Batu Bata (Bata Merah)	51
2.8.8. Kayu	51
2.8.9. Baja Tulangan	51
2.8.10. Bahan Campuran Tambahan (Admixture)	52
2.9. Analisa dan Desain	53
BAB III PERENCANAAN PLAT LANTAI	
3.1 Perencanaan Pelat Lantai	55
3.2 Data Teknis Perencanaan Pelat Lantai	56
3.3 Perencanaan Pelat Lantai 2 dan Lantai 3	56
3.3.1. Menentukan syarat – syarat batas dan panjang bentang	58

3.3.2	Penentuan Tebal Plat	59
3.3.3	Penentuan Tinggi Efektif	59
3.3.4	Pembebanan pelat lantai	59
3.4	Perhitungan Tulangan Plat Lantai Dua Arah	61
3.5	Analisa Statika Plat Lantai	62
BAB IV PERENCANAAN TANGGA		
4.1	Perencanaan Tangga	115
4.2	Data Teknis Perencanaan Tangga Hall	116
4.3	Data Teknis Perencanaan Tangga Laboratorium	116
4.4	Perencanaan Tangga Hall Lantai 1-2 dan Lantai 2-3	117
4.4.1	Menentukan Tebal Plat	118
4.4.2	Pembebanan tangga	119
4.4.3	Perhitungan Momen Dan Tulangan Tangga	120
4.4.4	Perhitungan Balok Bordes	124
4.5	Perencanaan Tangga Laboratorium Lantai 1-2 dan Lantai 2-3 ...	130
4.5.1	Menentukan Tebal Plat	131
4.5.2	Pembebanan tangga	132
4.5.3	Perhitungan Momen Dan Tulangan Tangga	133
4.5.4	Perhitungan Balok Bordes	137
BAB V PERENCANAAN PORTAL		
5.1	Dasar Perencanaan	144
5.2	Data Teknis Perencanaan Portal	145
5.3	Kombinasi Pembebanan Portal	146
5.4	Pembebanan Struktur Portal	147

5.5 Perencanaan Portal	158
5.6 Penulangan Ring Balk	159
5.7 Penulangan Balok Portal	156
5.8 Penulangan Kolom	170
5.9 Penulangan Sloof	173
BAB VI PERENCANAAN PONDASI	
6.1 Perencanaan Pondasi	180
6.2 Perhitungan Dan Perencanaan Pondasi Foot Plat	181
BAB VII RENCANA KERJA DAN SYARAT	
7.1 Lingkup Pekerjaan	191
7.2 Persyaratan Teknis Pekerjaan Pendahuluan Dan Struktur.....	192
BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA	
8.1 Uraian Umum	218
BAB IX PENUTUP	
9.1 Simpulan.....	219
9.2 Saran	220
DAFTAR PUSTAKA	221
LAMPIRAN	222

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Denah Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri Semarang.....	1
Gambar 2.1 Susunan Kolom Balok	18
Gambar 2.2 Ketidakstabilan Terhadap Beban Horisontal	19
Gambar 2.3 Ketidakstabilan Susunan Pelat dan Dinding	19
Gambar 2.4 Bracin	19
Gambar 2.5 Bidang Geser.....	20
Gambar 2.6 Joints Kaku	20
Gambar 2.7 Rangka beton bertulang pemikul momen menengah – Inelastic Respons	38
Gambar 3.1 Rencana Pelat Lantai 2	57
Gambar 3.2 Rencana Pelat Lantai 3	57
Gambar 3.3 Rencana Pelat Atap	58
Gambar 3.4 Detail Penulangan Plat Lantai	62
Gambar 3.5 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 1	67
Gambar 3.6 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 2	71
Gambar 3.7 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 3	75
Gambar 3.8 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 4	80
Gambar 3.9 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 5	84
Gambar 3.10 Detail Penulangan Plat Lantai type PLA 6	88
Gambar 3.11 Detail Penulangan Plat Lantai type PLB 1	93
Gambar 3.12 Detail Penulangan Plat Lantai type PLB 2	98
Gambar 3.13 Detail Penulangan Plat Lantai type PLB 5	102

Gambar 3.14 Detail Penulangan Plat Lantai type PLC 1	105
Gambar 3.15 Detail Penulangan Plat Lantai type PLC 2	110
Gambar 3.16 Detail Penulangan Plat Lantai type PLF 1	114
Gambar 4.1 Rencana Tangga Hall Lantai 1-2 dan Lantai 2-3	117
Gambar 4.2 Tulangan Plat Tangga	124
Gambar 4.3 Tulangan Tumpuan Balok Bordes	129
Gambar 4.4 Tulangan Lapangan Balok Bordes.....	129
Gambar 4.5 Rencana Tangga Laboratorium Lantai 1-2 dan Lantai 2-3 ...	130
Gambar 4.6 Tulangan Plat Lantai	137
Gambar 4.7 Tulangan Tumpuan Balok Bordes	142
Gambar 4.8 Tulangan Lapangan Balok Bordes	143
Gambar 5.1 Permodelan Struktur Gedung PTIK UNNES	145
Gambar 5.2 Potongan C-C	158
Gambar 5.3 Hasil SAP v10 Pada Portal C-C	159
Gambar 5.4 Tulangan Ring Balk	164
Gambar 5.5 Tulangan Balok Portal	170
Gambar 5.6 Tulangan Kolom	173
Gambar 5.7 Tulangan Sloof	179
Gambar 6.1 Letak Pondasi Foot Plat	181
Gambar 6.2 Kekakuan pondasi pelat dan tekanan sentuh yang dihasilkan.	182
Gambar 6.3 Koefisien reaksi subgrade (ks) hanya berlaku pada reaksi elastis	183
Gambar 6.4 Rencana Pondasi Foot Plat	187

Daftar Tabel

Tabel 2.1 Umur Layanan Rencana	17
Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup	24
Tabel 2.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif	25
Tabel 2.4 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	29
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan gempa (I_e)	30
Tabel 2.6 Klasifikasi situs	31
Tabel 2.7 Koefisien situs F_a	33
Tabel 2.8 Koefisien situs F_v	33
Tabel 2.9 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda pendek	35
Tabel 2.10 Katgori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada perioda 1 detik	35
Tabel 2.11 Faktor R , C_d , dan Ω_0 untuk sistem penahan gaya gempa (Contoh untuk Rangka Beton Bertulang Pemikul Momen)	37
Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung	39
Tabel 2.13 Nilai parameter perioda pendekatan C_t dan x	39
Tabel 2.14 Kapasitas Dukung Tanah yang Dijinkan	45
Tabel 2.15 Pemilihan Sistem Struktur	47

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Judul Tugas Akhir

Judul yang diangkat penulis dalam Tugas Akhir ini adalah “REDESAIN STRUKTUR BAWAH SAMPAI PLAT LANTAI 2 PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG”

1.2 Latar Belakang Masalah

Universitas Negeri Semarang, khususnya program studi Diploma III Teknik Sipil, merupakan salah satu lembaga pendidikan tinggi yang berusaha menghasilkan lulusan siap pakai pada tingkat menengah. Dengan posisi ahli madya dilapangan, maka diharapkan dapat mengisi kesenjangan hubungan antara tenaga ahli dengan para teknisi termasuk dengan 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 obyek penulisan dari Tugas Akhir ini adalah Redesain

StrukturBawah Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri Semarang.

Prinsip dari perencanaan struktur gedung ini adalah menghasilkan suatu bangunan yang aman, nyaman, kuat, efisien dan ekonomis. Suatu konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi itu sendiri, sehingga bangunan atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan.

Dalam proyek ini direncanakan sebuah gedung perkuliahan 3 lantai dimana ditempat tersebut akan digunakan kegiatan yang berhubungan dengan kegiatan perkuliahan dan tempat pendukung proses kegiatan belajar mengajar.

1.3 Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Teknologi Universitas Negeri Semarang (PTIK UNNES) ini terletak pada Kampus Sekaran Gunung Pati, dan berbatasan langsung dengan :

Sebelah Utara : Lereng

Sebelah Selatan : Gedung perkuliahan E2 dan E1

Sebelah Timur : Gedung perkuliahan E3 dan E4

Sebelah Barat : Jalan kampus UNNES

Untuk lebih jelas lokasi proyek dapat dilihat pada gambar 1.1 seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 1.1 Denah Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi Universitas Negeri Semarang.

1.4 Data Umum Proyek

Adapun data-data proyek pada Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Teknologi Universitas Negeri Semarang adalah sebagai berikut :

- a. Nama Proyek : Pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan komunikasi universitas negeri semarang.
- b. Lokasi Pekerjaan : Kampus Sekaran, Gunung Pati – Semarang
- c. Jumlah Lantai : 3 Lantai

- **Data Teknis Proyek**

- a. Nama Bangunan : Gedung PTIK UNNES
- b. Luas Lantai Terdiri atas :
 - Luas Lantai 1 : 1,313.25 m²
 - Luas Lantai 2 : 1,153.15 m²
 - Luas Lantai 3 : 910.75 m²
 - Total Luas Lantai : 3,377.15 m²
- c. Fungsi Lantai Terdiri atas :
 - Lantai 1 : Ruang Dosen, Guru Besar, Ruang TU, Ruang Rapat, Ruang Kelas dan Laboratorium
 - Lantai 2 : Laboratorium, Ruang Kelas, Ruang Janitor
 - Lantai 3 : Laboratorium, Ruang Kelas dan Ruang Hotspot Area
- d. Pekerjaan Bangunan :
 - Pekerjaan persiapan
 - Pekerjaan struktur

- Pekerjaan arsitektur
- Pekerjaan infrastruktur
- Pekerjaan ME

- **Spesifikasi Struktur**

- ✓ Mutu Beton Struktur : K-250 kg/cm² untuk semua struktur utama (Kolom, Balok, Pelat, Pondasi, Balok Ring/konsol/sloof dan tangga).
- ✓ Beton Praktis dengan campuran 1Pc:2Ps:3Kr
- ✓ Mutu Tulangan Baja :
 - Fy 2400 kg/cm² atau U24 untuk DP diameter < diameter 13
 - Fy 3900 kg/cm² atau U39 untuk DD diameter > diameter

13

- **Spesifikasi Pondasi**

- ✓ Jenis Tanah : Tanah yang berupa lempung keras (claystone) yang berupa serpihan-serpihan batuan, sampai kedalaman 4 m.
- ✓ Jenis Pondasi Terdiri dari :
 - Pondasi Foot Plat (FP.01) yaitu dengan mutu beton K-250 kg/cm²
 - Pondasi Foot Plat (FP.02) yaitu dengan mutu beton K-250 kg/cm²
 - Pondasi Foot Plat (FP.03) yaitu dengan mutu beton K-250 kg/cm²
 - Pondasi Foot Plat (FP.04) yaitu dengan mutu beton K-250 kg/cm²

1.5 Tujuan dan Manfaat

1.5.1 Tujuan

Tujuan dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah agar penulis dapat meredesain ulang struktur pembangunan Gedung Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi mulai dari sub struktur yaitu bagian mendukung struktur; pondasi/bagian atau struktur bertindak sebagai dukungan, dasar, atau pondasi/kerangka dasar atau landasan yang mendukung suprastruktur, dan didukung oleh infrastruktur sampai upper struktur yaitu pekerjaan struktur bagian atas atau struktur yang secara langsung menerima beban bangunan baik dari arah vertikal maupun horisontal.

1.5.2 Manfaat

Manfaat yang dapat diambil dari pembuatan Tugas Akhir ini adalah menambah wawasan, pengalaman dan ilmu pengetahuan penulis tentang meredesain struktur bangunan gedung.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penulisan dalam penyusunan Tugas Akhir ini membahas tentang perencanaan struktur bangunan gedung. Adapun Ruang lingkup penulisan Tugas Akhir ini meliputi:

1. Perancangan Plat Lantai
2. Perancangan Tangga
3. Perancangan Balok
4. Perancangan Kolom

5. Perancangan Pondasi
6. Rencana Kerja dan Syarat-syarat
7. Rencana Anggaran Biaya

1.7 Metode Pengumpulan Data

Terdapat beberapa metode yang digunakan penulis untuk memperoleh data – data yang diperlukan, antara lain sebagai berikut:

1. Metode observasi

Metode pengumpulan data dengan melakukan pengamatan langsung pada obyek dilapangan dan kemudian diolah dalam bentuk laporan tertulis. Contohnya yaitu melihat keseluruhan bangunan gedung PTIK UNNES meliputi pengamatan terhadap bentuk – bentuk kolom dan balok, pengamatan terhadap pelat lantai, tangga dan struktur atap.

2. Metode wawancara

Metode pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan secara langsung kepada beberapa pihak atau tenaga ahli yang paham tentang proyek pembangunan gedung PTIK UNNES. Contohnya yaitu dengan cara tanya jawab dengan pelaksana lapangan tentang dimensi balok, kolom, pelat lantai dan tangga yang digunakan diproyek pembangunan gedung PTIK UNNES dan bertanya dimensi dari besi yang digunakan untuk pelat lantai, kolom, balok dan tangga gedung PTIK UNNES. Selain itu bertanya dengan pelaksana lapangan tentang struktur atap yang digunakan diproyek pembangunan gedung PTIK UNNES.

3. Metode Studi Literatur

Metode pengumpulan data dengan cara mempelajari bahan-bahan tertulis baik yang diambil dibuku atau dokumen-dokumen tertulis lainnya. Contohnya yaitu dengan mempelajari RKS (Rencana Kerja dan Syarat syarat) proyek pembangunan gedung PTIK UNNES dan mempelajari gambar shop drawing gedung PTIK UNNES.

1.8 Sistematika Penulisa

Untuk mempermudah dalam pembahasan dan uraian lebih jelas maka laporan disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang hal-hal yang melatar belakangi penyusunan Tugas Akhir serta maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, pembatasan masalah, metodologi, dan sistematik penyusunan.

BAB II DASAR – DASAR PERENCANAAN

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.

BAB III PERENCANAAN PLAT LANTAI

Berisi tentang dasar perencanaan, estimasi pembebanan, perencanaan plat lantai, serta penggunaan program SAP V10 dalam menentukan dimensi dan pembebanan plat.

BAB IV PERENCANAAN TANGGA

Berisi tentang tinjauan umum, perencanaan konstruksi tangga, analisa dan penulangan tangga, serta penggunaan program SAP V10 dalam menentukan pembebanan pada tangga.

BAB V PERENCANAAN PORTAL

Berisi uraian umum tentang dasar perencanaan, data perencanaan, peraturan yang digunakan, perhitungan portal, perhitungan tulangan pada balok dan kolom, serta penggunaan program SAP V10 perhitungan momen.

BAB VI PERENCANAAN PONDASI

Berisi tentang dasar perencanaan pondasi, analisa struktur, perhitungan beban, perhitungan penulangan, perhitungan penurunan atau settlement, dan dalam hal ini gedung direncanakan dengan menggunakan pondasi foot plat.

BAB VII RENCANA KERJA DAN SYARAT-SYARAT

Berisi tentang syarat-syarat umum penyelenggaraan bangunan.

BAB VIII RENCANA ANGGARAN BIAYA

Berisi tentang uraian umum rencana anggaran biaya, metode perhitungan rencana anggaran biaya, perhitungan volume pekerjaan, harga satuan dari masing-masing pekerjaan, rekapitulasi harga seluruh pekerjaan, anggaran biaya proyek.

BAB IX PENUTUP

Bab ini berisi uraian tentang kesimpulan dan saran dari perencanaan proyek tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

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

LAMPIARAN

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

Tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (dead load) berupa berat sendiri, beban hidup (live load) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Suatu beban yang bertambah dan berkurang menurut waktu secara berkala disebut beban bergoyang, beban ini sangat berbahaya apabila periode penggoyangannya berimpit dengan periode struktur dan apabila beban ini diterapkan pada struktur selama kurun waktu yang cukup lama, dapat menimbulkan lendutan. Lendutan yang melampaui batas yang direncanakan dapat merusak struktur bangunan tersebut.

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 pemakaiannya dapat memberikan kenikmatan dan kenyamanan.

3. Struktural

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

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 perencanaan
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 lingkungan

Persyaratan tata bangunan dan lingkungan bangunan gedung negara meliputi persyaratan:

- Peruntukan dan intensitas bangunan gedung

Persyaratan peruntukan merupakan persyaratan peruntukan lokasi yang bersangkutan sesuai dengan RTRW kabupaten/kota, RDTRKP, dan/atau Rencana Tata Bangunan dan Lingkungan (RTBL). Persyaratan intensitas bangunan gedung meliputi persyaratan kepadatan, ketinggian, dan jarak bebas bangunan gedung yang ditetapkan untuk lokasi yang bersangkutan.

- Arsitektur bangunan gedung
- Persyaratan pengendalian dampak lingkungan

Persyaratan pengendalian dampak lingkungan meliputi koefisien dasar bangunan (KDB), koefisien lantai bangunan (KLB), koefisien daerah hijau (KDH) dan garis sempadan bangunan.

2. Persyaratan Bahan Bangunan

Bahan bangunan untuk bangunan gedung negara harus memenuhi SNI yang dipersyaratkan, diupayakan menggunakan bahan bangunan setempat atau produksi dalam negeri, termasuk bahan bangunan sebagai bagian dari komponen bangunan sistem fabrikasi, dengan tetap harus mempertimbangkan kekuatan dan keawatannya sesuai dengan peruntukan yang telah ditetapkan.

3. Persyaratan struktur bangunan

Struktur bangunan gedung negara harus memenuhi persyaratan keselamatan (safety) dan kelayakan (serviceability) serta SNI konstruksi bangunan gedung, yang dibuktikan dengan analisis struktur sesuai ketentuan. Persyaratan keselamatan meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung untuk mendukung beban muatan. Setiap bangunan gedung, strukturnya harus direncanakan kuat/kokoh, dan stabil dalam

memikul beban/kombinasi beban dan memenuhi persyaratan kelayanan (serviceability) selama umur layanan yang direncanakan dengan mempertimbangkan fungsi bangunan gedung, lokasi, keawetan, dan kemungkinan pelaksanaan konstruksinya. Kemampuan memikul beban diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban - beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa dan angin. Struktur bangunan gedung harus direncanakan secara daktail sehingga pada kondisi pembebanan maksimum yang direncanakan, apabila terjadi keruntuhan kondisi strukturnya masih dapat memungkinkan pengguna bangunan gedung menyelamatkan diri.

4. Persyaratan utilitas bangunan

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

- Keselamatan

Persyaratan keselamatan meliputi persyaratan kemampuan bangunan gedung dalam mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan bahaya petir.

- Kesehatan

Persyaratan kesehatan bangunan gedung meliputi persyaratan sistem penghawaan, pencahayaan, dan sanitasi bangunan gedung.

- Kenyamanan

Persyaratan kenyamanan bangunan gedung meliputi kenyamanan ruang gerak dan hubungan antar ruang, kondisi udara dalam ruang, pandangan, serta tingkat getaran dan tingkat kebisingan.

- Kemudahan

Persyaratan kemudahan meliputi kemudahan hubungan ke, dari, dan di dalam bangunan gedung, serta kelengkapan prasarana dan sarana dalam pemanfaatan bangunan gedung.

5. Persyaratan sarana penyelamatan

Setiap bangunan gedung negara harus dilengkapi dengan sarana penyelamatan dari bencana atau keadaan darurat, serta harus memenuhi persyaratan standar sarana penyelamatan bangunan sesuai SNI yang dipersyaratkan. Setiap bangunan gedung negara yang bertingkat lebih dari tiga lantai harus dilengkapi tangga darurat dan pintu darurat. Pembangunan gedung PTIK UNNES direncanakan tiga lantai jadi tidak dilengkapi dengan tangga darurat dan pintu darurat. Pembangunan bangunan gedung direncanakan melalui tahapan perencanaan teknis dan pelaksanaan beserta pengawasannya. Agar pelaksanaan pembangunan berjalan sesuai dengan 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 memeriksa bahan – bahan yang akan digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan selain itu juga dilakukan pengujian lapangan terhadap hasil

pekerjaan dilakukan pada setiap penyelesaian suatu pekerjaan untuk mengetahui kualitasnya.

Jangka waktu bangunan dapat tetap memenuhi fungsi dan keandalan bangunan diperhitungkan 50 tahun, sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Adapun ilustrasi tentang umur layanan rencana untuk setiap bangunan gedung sebagai berikut:

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 permanen	Minimum 100 Tahun	Bangunan rumah sakit dan sekolah. Gedung Parkir dilantai basement atau dasar. Bangunan monumental dan bangunan warisan budaya.

Tabel 2.1 Umur Layanan Rencana

Bangunan gedung PTIK UNNES direncanakan sebagai gedung perkuliahan 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), pelat lipat (folding plate), Kubah (dome), dinding geser (shear wall).

2. Kekakuan

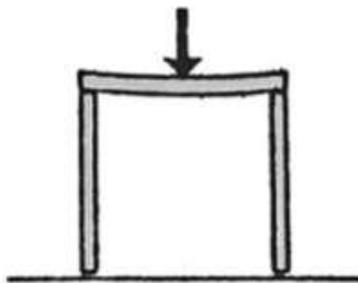
Terdiri dari struktur kaku dan struktur tidak kaku. Struktur kaku merupakan struktur yang tidak mengalami perubahan bentuk yang berarti akibat pengaruh pembebanan, misalnya struktur balok (beam), dan frame. Sedangkan struktur tidak kaku merupakan struktur yang mengalami perubahan bentuk tergantung pada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

3. Material

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

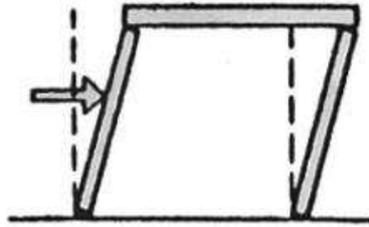
Sebuah struktur harus direncanakan dapat memikul beban – beban yang bekerja pada arah vertikal maupun arah horisontal, untuk itu struktur harus stabil. Macam – macam struktur yang tidak stabil sebagai berikut:

a. Ketidakstabilan susunan kolom balok



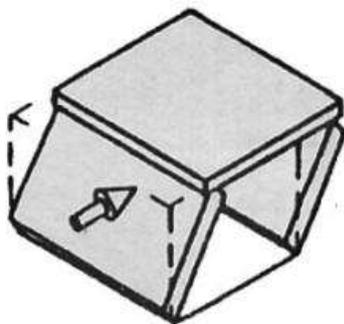
Gambar 2.1 Susunan Kolom Balok

b. Ketidakstabilan terhadap beban horisontal



Gambar 2.2 Ketidakstabilan Terhadap Beban Horisontal

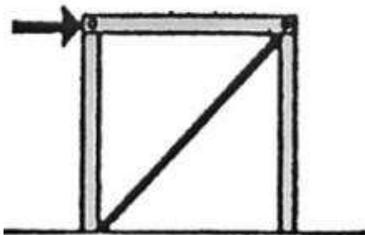
c. Ketidakstabilan susunan pelat dan dinding



Gambar 2.3 Ketidakstabilan Susunan Pelat dan Dinding

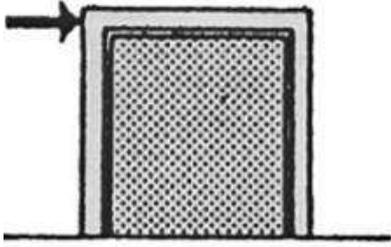
Tiga metode dasar untuk menjamin kestabilan struktur sederhana sebagai berikut:

a. Bracing



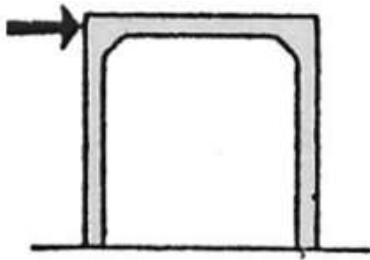
Gambar 2.4 Bracin

b. Bidang Geser



Gambar 2.5 Bidang Geser

c. Joints Kaku



Gambar 2.6 Joints Kaku

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

$$\Sigma R_x = 0 \quad \Sigma M_x = 0$$

$$\Sigma R_y = 0 \quad \Sigma M_y = 0$$

$$\Sigma R_z = 0 \quad \Sigma M_z = 0$$

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
- Kerikil, Koral kondisi lembab : 1650 kg/m³
- Pasangan bata 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/m²
- Aspal per cm tebal : 14 kg/m²
- Dinding pasangan bata merah
- Satu batu : 450 kg/m²
- Setengah batu : 250 kg/m²

Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso, beton tanpa adukan, per cm tebal : 24 kg/m²

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 dapat berpindah atau bergerak. Apabila beban hidup memberikan pengaruh yang menguntungkan bagi struktur, maka pembebanan atau kombinasi pembebanan tersebut tidak boleh ditinjau. 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 ²
Apartment	: 200 kg/m ²
Sekolah/Kantor/Hotel/Asrama/R.Sakit/Toko/Restoran	: 250 kg/m ²
Koridor, tangga/bordes	: 300 kg/m ²

Gd.Pertemuan/R. Pagelaran/R. Olah Raga/Masjid	: 400 kg/m ²
Panggung penonton dng penonton yang berdiri	: 500 kg/m ²
Ruang pelengkap	: 250 kg/m ²
Tangga/bordes	: 500 kg/m ²
Beban Perpustakaan/R.Arsip/Toko Buku/ Pabrik/Bengkel/	
Ruang ME/Gudang/Kluis ditentukan sendiri minimal	: 400 kg/m ²
Balkon yang menjorok bebas keluar	: 300 kg/m ²
Parkir, Heavy (Lantai Bawah)	: 800 kg/m ²
Parkir, Light	: 400 kg/m ²
Pot Kembang/Planter	: $h \times \gamma_{\text{soil}}$
Water Feature/Pool	: $h_w \times \gamma_{\text{water}}$
Beban Lift (Berat Lift x Faktor Kejut)	: $W_{\text{lift}} \times 2,0$
(W_{lift} dari konsultan ME)	
Beban Eskalator (Berat Eskalator x Faktor Kejut)	: $W_{\text{esk}} \times f_{\text{kejut}}$
Faktor kejut bersifat lokal dapat diambil 1,1 - 1,5	
(untuk disain keseluruhan tidak perlu dimasukkan)	
Beban diatas roof :	
Roof tank (q)	: $q_{\text{water}}/\text{luasan}$
Chiller, Boiler, Cooling Tower	
(Berat dari Konsultan ME)	

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.

Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Perencanaan Balok Untuk Peninjauan 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 :	0,75	0,3
Perumahan / Penghunian	0,75	0,5
Pendidikan, kantor		
Pertemuan Umum,	0,90	0,5
Perdagangan, Penyimpanan,		
Industri, Tempat Kendaraan		

Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup

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. Padaperencanaan pondasi, pengaruh beban hidup pada lantai yang menumpu di atas tanah harus turut ditinjau.

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

Tabel 2.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif

3. 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/m². Tekanan tiup minimum 25 kg/m², sedangkan khusus sejauh 5 km dari di tepi laut

tekanan tiup minimum 40 kg/m². Untuk daerah dekat laut atau daerah yang dapat menghasilkan tekanan tiup lebih dari 40 kg/m², nilai tekanan tiup (p) = $V^2/16$, dimana parameter V = kecepatan angin dalam m/detik.

4. 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% ($RN = 10\%$), atau gempa yang periode ulangnya adalah 500 tahun ($TR = 500$ 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 :

$$V = C_s . W = \frac{sa . ie}{R} . W$$

Dengan,

Sa = 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 (*Ie*)

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

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
	I
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:	
- Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan	
- Fasilitas sementara	
- Gudang penyimpanan	
- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	
	II
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:	
- Perumahan; rumah ruko dan kantor	
- Pasar	
- Gedung perkantoran	
- Gedung apartemen/rumah susun	
- Pusat perbelanjaan/ <i>mall</i>	

- Bangunan industri
- Fasilitas manufaktur
- Pabrik

III

Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:

- Bioskop
- Gedung pertemuan
- Stadion
- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat
- Fasilitas penitipan anak
- Penjara
- Bangunan untuk orang jompo

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:

- Pusat pembangkit listrik biasa
- Fasilitas penanganan air
- Fasilitas penanganan limbah
- Pusat telekomunikasi

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.

IV

Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:

- 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 ke dalam kategori risiko IV.

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

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

Tabel 2.5 *Faktor Keutamaan gempa (I_e)*

Mengacu pada tabel 2.4 dan tabel 2.5 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 2.6, 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 2.6. 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 geotekniknya. 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.

Kelas situs	\bar{v}_s (m/detik)	N_{60} (N/ch)	\hat{s}_u (kPa)
<i>SA</i> (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
<i>SB</i> (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
<i>SC</i> (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
<i>SD</i> (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
<i>SE</i> (tanah lunak)	<175	<15	<50

Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Indeks plastisitas, $PI > 20$
2. Kadar air, $w \geq 40\%$
3. Kuat geser niralir $\hat{s}_u < 25$ 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:

- 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 $H > 3\text{m}$)
- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5\text{m}$ dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$)
- Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35\text{m}$ dengan $\hat{s}u < 50\text{ kPa}$

Catatan: N/A = tidak dapat dipakai

Tabel 2.6 *Klasifikasi situs*

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

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCER di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek (Fa) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik (Fv). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (SMS) dan perioda 1 detik (SMI) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini :

$$SMS = Fa SS$$

$$SMI = FV SI$$

Dengan,

SS = parameter respons spektral percepatan gempa MCER

terpetakan untuk perioda pendek;

S_I = parameter respons spektral percepatan gempa MCER

terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Dan koefisien situs F_a dan F_v mengikuti tabel 2.7 dan tabel 2.8

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, SS				
	$SS \leq 0,25$	$SS = 0,5$	$SS = 0,75$	$SS = 1,0$	$SS \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Tabel 2.7 Koefisien situs F_a

1) Untuk nilai-nilai antara SS dapat Interpolasi linier

2) $SS =$ Situs yang memerlukan Investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat pasal 6.10.1.

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

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		

Tabel 2.8 Koefisien situs F_v

1) Untuk nilai-nilai antara $S1$ 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 periode 1 detik, $S1$, 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 periode 1 detik, $S1$, lebih besar atau sama dengan 0,75, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismik-nya berdasarkan kategori risikonya dan parameter respons spektral percepatan desainnya, SDS dan SDI . 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 SI 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 $0,8T_s$.
- 2) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perioda fundamental struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai adalah kurang dari T_s .
- 3) $C_s = \frac{SDS}{R/I_e}$, 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.

Nilai SDS	Kategori risiko	
	I,II,dan III	IV
$SDS < 0,167$	A	A
$0,167 \leq SDS < 0,33$	B	C

$0,33 \leq SDS < 0,50$	C	D
$0,50 \leq SDS$	D	D

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

Nilai SDS	Kategori risiko	
	I,II,dan III	IV
$SDI < 0,067$	A	A
$0,067 \leq SDI < 0,133$	B	C
$0,033 \leq SDI < 0,20$	C	D
$0,20 \leq SDI$	D	D

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

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

Sistem penahan gaya gempa lateral dan vertikal dasar harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan dalam tabel 2.11. 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 2.11. Koefisien modifikasi respons yang sesuai, R , faktor kuat lebih sistem, Ω_0 , dan koefisien amplifikasi defleksi, Cd , sebagaimana ditunjukkan dalam tabel 2.11 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 2.11 dan persyaratan tambahan yang ditetapkan dalam pasal 7.14 (Persyaratan perancangan dan pendetailan bahan).

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuatlebih sistem, Ω_0	Faktor pembesaran defleksi, Cdb	Batasan sistem struktur dan batasan Tinggi struktur $hn(m)^c$				
				Kategori desain seismic				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^d
C.Sistem rangka pemikul								
(C.5). Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
(C.6). Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI

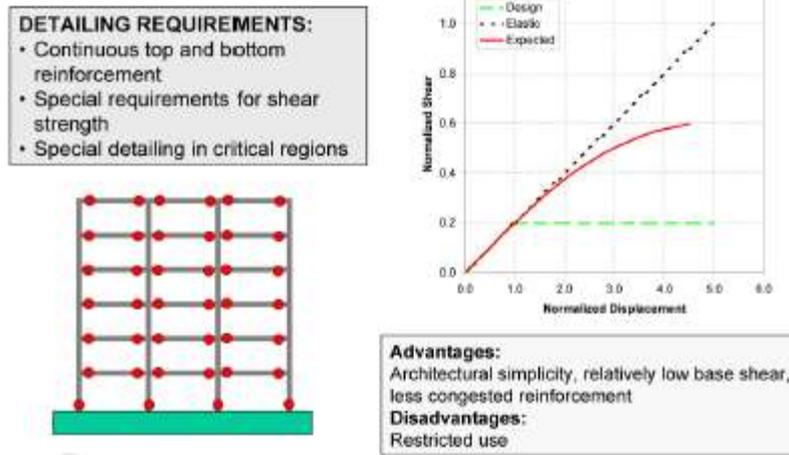
(C.7). Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
---	---	---	----	----	----	----	----	----

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

- 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 Diijinkan.
- 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 2.7 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 2.11 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:

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

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.

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, <i>SDI</i>	Koefisien <i>C_u</i>
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada perioda yang dihitung

Tipe struktur	<i>C_t</i>	<i>X</i>
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 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

Tabel 2.13 Nilai parameter perioda pendekatan *C_t* dan *x*

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/m², atau

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

dalam hal ini nilai E ditetapkan berdasarkan ketentuan *SNI 03-1726-2003, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung.*

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 layan 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,

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

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 kemampulayanan 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:

$$\text{Pembebanan Tetap : } DL + LL$$

$$\text{Pembebanan Sementara : } DL + LL + E \text{ atau } DL + LL + W$$

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

Jenis Tanah	Pembebanan Tetap	Faktor Kenaikan	Pembebanan Sementara
Pondasi	qall (kg/cm ²)	qall	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

Tabel 2.14Kapasitas Dukung Tanah yang Diijinkan

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

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

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

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 : $tp = L/35$

Flat slab : $tp = L/25$

Prestressed : $tp = L/35 - L/45$

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

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.

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	

Tabel 2.15Pemilihan Sistem Struktur

2.8.Spesifikasi Bahan Bangunan

Dalam suatu pekerjaan proyek faktor terpenting yang harus ada adalah material atau bahan-bahan bangunan yang mendukung berdirinya suatu bangunan. Material dengan mutu berkualitas akan menghasilkan bangunan yang berkualitas juga. Penghematan bahan bangunan juga harus dilakukan dalam rangka menghemat anggaran pembiayaan dalam suatu proyek.

Kekuatan dari suatu bangunan tidak hanya ditentukan oleh perhitungan pada saat perencanaan tetapi juga ditentukan oleh kualitas material yang akan digunakan. Material yang akan digunakan harus sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ditentukan sebelumnya agar diperoleh hasil sesuai yang direncanakan.

Bahan-bahan bangunan yang digunakan dalam pembangunan Gedung PTIK UNNES adalah bahan atau material yang dipergunakan dalam rangka mewujudkan bangunan yang diinginkan dan bahan tersebut

berupa bahan konstruksi langsung maupun bahan-bahan konstruksi yang berfungsi sebagai bahan bantu.

Penyediaan bahan bangunan harus disesuaikan dengan kebutuhan bahan bangunan yang ada di lapangan sehingga dapat dihindari penyimpanan yang terlalu lama dari bahan bangunan agar kualitas mutu dari bahan bangunan yang akan digunakan dalam suatu proyek dapat terjaga dengan baik. Selain itu harus diperhatikan pula tentang cara penyimpanan bahan bangunan yang baik serta diperhatikan juga kemampuan daerah sendiri dalam mensuplai bahan bangunan yang dibutuhkan, agar didapat kemudahan dalam hal transportasinya menuju ke lokasi tempat proyek tersebut.

Penyediaan dan pemasaran bahan juga memerlukan syarat-syarat yang secara umum sudah ditetapkan dalam peraturan. Sebagai contoh untuk bahan beton, maka bahan harus memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 dan SKSNI 1991.

Pada sisi lain penyediaan bahan juga harus memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam: (1) Peraturan umum tentang pelaksanaan instalasi air minum serta instalasi pembuangan dan perusahaan air minum; (2) Pekerjaan kelistrikan juga harus memenuhi Peraturan Umum tentang Instalasi Listrik (PUIL) 1971; (3) Kebutuhan semen disesuaikan dengan Peraturan Cement Portland Indonesia, NI-8; (4) Pembebanan bangunan minimal harus disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung Tahun 1989; (5) Dan persyaratan-persyaratan lainnya.

Disisi lain penyediaan bahan juga harus sesuai dengan syarat-syarat yang telah disepakati dalam RKS (Rencana Kerja dan Syarat-syarat), mudah didapatkan dan dekat dengan lokasi proyek. Kesemuanya itu bertujuan untuk efisiensi waktu, biaya dan hasil dari proyek yang sedang dikerjakan. Bahan-bahan yang digunakan antara lain :

2.8.1. Semen Portland/PC

Semen portland yang dipakai harus dari tipe I menurut Peraturan Semen Portland Indonesia 1972 (NI-8) atau. Semen harus sampai di tempat kerja dalam kantong-kantong semen asli pabrik serta dalam kondisi baik dan kering. Merk PC buatan dalam negeri seperti Semen Tiga Roda, Kujang, Gresik atau lainnya, dengan persetujuan Konsultan Pengawas. Semen harus disimpan di dalam gudang yang kering, tidak lembab atau bocor bila hujan, dan ditumpuk di atas lantai yang bersih dan kering. Kantong-kantong semen tidak boleh ditumpuk lebih dari sepuluh lapis. Penyimpanan selalu terpisah untuk setiap periode pengiriman. Penyimpanan & pemakaian semen tidak boleh dicampur antara satu merk dengan lainnya.

2.8.2. A i r

Air untuk campuran dan untuk pemeliharaan beton harus dari air bersih dan tidak mengandung zat yang dapat merusak beton. Air tersebut harus memenuhi syarat-syarat menurut PBI 1971 (NI-2) pasal 3.6. Apabila ada keraguan-raguan mengenai kualitas air, maka kontraktor diharuskan mengirim contoh air itu ke laboratorium pemeriksaan bahan-bahan yang

diakui pemerintah untuk di periksa/diselidiki atas biaya kontraktor.
Penentuan laboratorium oleh Konsultan Pengawas.

2.8.3. Pasir

Pasir yang digunakan harus pasir yang berbutir tajam dan keras. Kadar lumpur yang terkandung dalam pasir tidak boleh lebih besar dari 5 % Pasir harus memenuhi persyaratan.

2.8.4. Beton Ringan

Beton ringan harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak pembakarannya harus merata dan matang. Beton ringan tersebut ukurannya harus memenuhi persyaratan NI - 10 dan PUBB 1971 (NI -3). Beton ringan yang digunakan adalah batu bata tanah liat biasa, produksi setempat ukuran nominal sesuai persetujuan Direksi. Ukuran batu bata harus seragam, sesuai AV. Kerusakan akibat pengangkutan tidak boleh melebihi 10 %. Bila ternyata persentase kerusakan diatas angka tersebut, maka pengiriman batu bata tersebut dibatalkan/tidak diterima.

2.8.5. Batu Belah

Batu yang dipilih berasal dari belahan Batu gunung yang akan digunakan untuk pondasi Batu Belah. Batu belah tersebut harus bersih dari kotoran, keras dan memenuhi persyaratan yang ada di PUBI 1971 (NI - 3).

2.8.6. Kerikil (Split)

Kerikil (split) yang digunakan berasal dari batu gunung yang dipecah. Ada dua cara pemecahan yaitu menggunakan manual (pecah tangan) dan pecah mesin. Kedua sistem pemecahan tersebut harus memenuhi persyaratan PUBB 1971 dan PBI 1971. Kerikil (split) harus cukup keras, bersih serta susunan butir gradasinya menurut kebutuhan.

2.5.7. Batu Bata (Bata Merah)

Bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang-bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak pembakarannya harus merata dan matang. Bata merah tersebut ukurannya harus memenuhi persyaratan NI - 10 dan PUBB 1971 (NI- 3). Ukuran batu bata harus seragam, sesuai gambar rencana Kerusakan akibat pengangkutan tidak boleh melebihi 20 %. Bila ternyata persentase kerusakan diatas angka tersebut, maka pengiriman batu bata tersebut dibatalkan/tidak diterima.

2.8.8. Kayu

Kayu adalah bahan bangunan yang tidak pernah bisa dipisahkan dari pekerjaan proyek. Fungsi kayu dalam proyek ini ada berbagai macam, salah satunya adalah sebagai bekisting. Pada fungsi ini kayu yang digunakan

adalah kruing.Seluruh pekerjaan kayu harus mengikuti persyaratan dalam PKKI.

2.8.9. Baja Tulangan

- Besi tulangan yang dipakai harus dari baja mutu U-24 ($f_y=2400$ kg/cm²) besi tulangan polos dan besi tulangan U-39 ($f_y = 3900$ kg/cm²) tulangan berulir menurut PBI 1971 atau, kecuali disebutkan lain dalam Gambar Rencana.
- Bila besi tulangan oleh Konsultan Pengawas diragukan kualitasnya, harus diperiksakan di Lembaga Penelitian Bahan-bahan yang diakui pemerintah, atas biaya kontraktor.
- Ukuran besi tulangan tersebut harus sesuai dengan gambar. Penggantian dengan diameter lain, hanya diperkenankan atas persetujuan tertulis Konsultan Pengawas. Bila penggantian disetujui, maka luas penampang yang diperlukan tidak boleh kurang dari yang tersebut di dalam gambar atau perhitungan. Segala biaya yang diakibatkan oleh penggantian tulangan terhadap yang di gambar, adalah tanggungan kontraktor.
- Semua besi tulangan harus disimpan ditempat yang terlindung dan bebas lembab, dipisahkan sesuai diameter, mutu baja serta asal pembelian. Semua baja tulangan harus dibersihkan terhadap segala macam kotoran, lemak serta karat.

2.8.10. Bahan Campuran Tambahan (Admixture)

- Pemakaian bahan tambahan kimiawi (concrete admixture) kecuali yang disebut tegas dalam gambar atau persyaratan harus seijin tertulis dari Konsultan Pengawas, untuk mana kontraktor harus mengajukan permohonan tertulis. Kontraktor harus mengajukan merk dan tipe serta bukti penggunaan selama 5 tahun di sekitar lokasi pembangunan ini.
- Bahan tambahan yang mempercepat pengerasan permulaan (initial set) tidak boleh dipakai, sedangkan untuk beton kedap air di bawah tanah tidak boleh digunakan waterproofer yang mengandung garam-garam yang bersifat racun (toxin).
- Bahan campuran tambahan untuk memperlambat initialset "retarder" hanya boleh digunakan dengan ijin tertulis dari Konsultan Pengawas berdasarkan hasil uji dari laboratorium bahan-bahan yang diakui pemerintah.
- Dosis dan cara penggunaannya harus sesuai dengan petunjuk teknis dari pabrik.
- Pemakaian admixture tidak boleh menyebabkan dikurangnya kadar semen dalam adukan.

2.9. Analisa dan Desain

Seperti yang telah dijelaskan diatas, bahwa pembahasan dari Tugas Akhir ini berfokus pada perencanaan struktur atas. Untuk menghitung struktur atas terhadap kombinasi pembebanan atap (pembebnana gravitasi) dan pembebanan gravitasi sementara (pembebanan gempa).

Analisi atas serta desainnya pada Tugas Akhir ini dilakukan dengan bantuan program komputer (*software computer*). Program tersebut antara lain :

- a. SAP 2000 Versi 10 : Digunakan pada analisa struktur
- b. Auto Cad 2004 : Digunakan untuk menggambar
- c. Microsoft Excel : Digunakan untuk perhitungan manual dan RAB

Pada pendesaian struktur atas, perlu dilakukan desain struktur atas terhadap kombinasi pembebanan gravitasi agar dihasilkan setiap elemen penyusun struktur atas memenuhi kapasitas dalam melayani dan menyalurkan beban. Desain ini dilakukan agar gaya-gaya akibat kombinasi pembebanan sementara (kombinsai yang memperhitungkan pengaruh pembebanan gempa) yang terjadi pada tumpuan sesuai dengan yang direncanakan.

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

$$\times \text{ Beban hidup (WL)} = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\times \text{ Beban ultimed (Wut)} = 1,2 \cdot \text{WD} + 1,6 \cdot \text{WL}$$

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

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

b. Beban bordes

$$\times \text{ Beban mati (WD)}$$

$$\text{- Beban pelat tangga (Wp)} = h \cdot \text{Bb}$$

$$= 0,15 \cdot 24$$

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

$$\text{- Total beban mati (WD)} = \text{Wp} + \text{Wk} + \text{Ws}$$

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

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

$$\times \text{ Beban hidup (WL)} = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\times \text{ Beban ultimed (Wub)} = 1,2 \cdot \text{WD} + 1,6 \cdot \text{WL}$$

$$= (1,2 \cdot 4,05) + (1,6 \cdot 3)$$

$$= 9,66 \text{ kN/m}^2$$

4.4.3 Perhitungan Momen Dan Tulangan Tangga

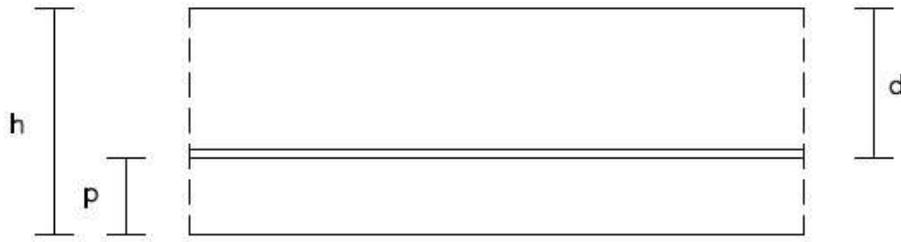
$$\text{Tebal plat (h)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Penutup beton (p)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$f' c = 20 \text{ MPa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$



$$dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset = 150 - 20 - 5 = 123 \text{ mm} = 0,123 \text{ m}$$

$$dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset = 150 - 20 - 10 - 5 = 115 \text{ mm} = 0,115 \text{ m}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 20}{390} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 390} \right) \\ &= 0,0225 \end{aligned}$$

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

$$= 0,0168$$

❖ Perhitungan Tulangan Plat Tangga



$$ly = 172 \text{ cm}$$

$$lx = 355 \text{ cm}$$

$$\frac{Ly}{Lx} = \frac{1720}{3550} = 0,46 \sim 1,0$$

Momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{lx} &= W_u \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 9,84 \cdot 3,55^2 \cdot 0,0240 \\ &= 2,8673 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{ly} &= W_u \cdot Lx^2 \cdot x \\ &= 9,84 \cdot 3,55^2 \cdot 0,0330 \\ &= 3,9426 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{ty} &= W_u \cdot Lx^2 \cdot -x \\ &= 9,84 \cdot 3,55^2 \cdot -0,0690 \\ &= (-8,2435) \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2,8673 \\ &= 1,4337 \text{ kNm} \end{aligned}$$

○ Penulangan Lapangan arah X

$$M_{lx} = 2,8673 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot dx^2} = \frac{2,867}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,085^2} = 0,0011$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,0168 \quad \longrightarrow \quad \rho_{\min} > \rho < \rho_{\max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 123 = 430,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \text{Ø}10 - 150, A_s = 524 \text{ mm}^2$$

- Penulangan Lapangan arah Y

$$Mly = 3,9426 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} = \frac{3,942}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,095^2} = 0,0012$$

$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho \text{ max} = 0,0168 \longrightarrow \rho \text{ min} > \rho < \rho \text{ max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho \text{ min} = 0,0035$

$$As \text{ rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 115 = 402,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \emptyset 10 - 150, As = 524 \text{ mm}^2$$

- Penulangan Tumpuan arah Y

$$Mtx = - 8,2435 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} = \frac{8,243}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,095^2} = 0,0026$$

$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho \text{ max} = 0,0168 \longrightarrow \rho \text{ min} > \rho < \rho \text{ max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho \text{ min} = 0,0035$

$$As \text{ rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 115 = 402,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \emptyset 10 - 150, As = 524 \text{ mm}^2$$

- Momen jepit tidak terduga arah X

$$Mtix = 1,4337 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2} = \frac{1,433}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,085^2} = 0,0006$$

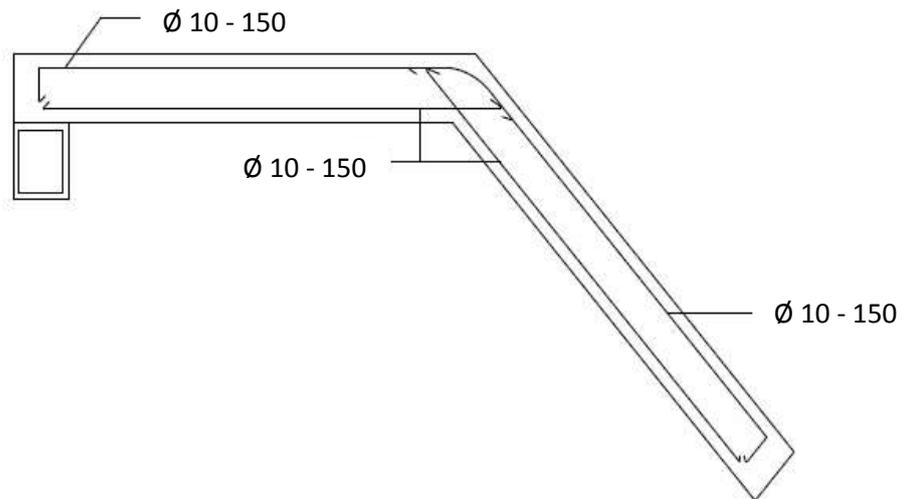
$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,0168 \longrightarrow \rho_{\min} > \rho < \rho_{\max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 = 0,0035 \cdot 1 \cdot 0,123 \cdot 10^6 = 430,5 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\text{Ø}10 - 150$, $A_s = 524 \text{ mm}^2$



Gambar 4.2 Tulangan Plat Tangga

4.4.4 Perhitungan Balok Bordes

❖ Perhitungan Tulangan Lentur Balok Bordes

Data

perencanaan :

$$h = 1/12 \cdot \text{Panjang balok} = 1/12 \cdot 335 = 27,91 \sim 25 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 \cdot h = 2/3 \cdot 25 = 17 \text{ cm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$\varnothing_t = 12 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 8 \text{ mm}$$

$$d = h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t$$
$$= 250 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 196 \text{ mm}$$

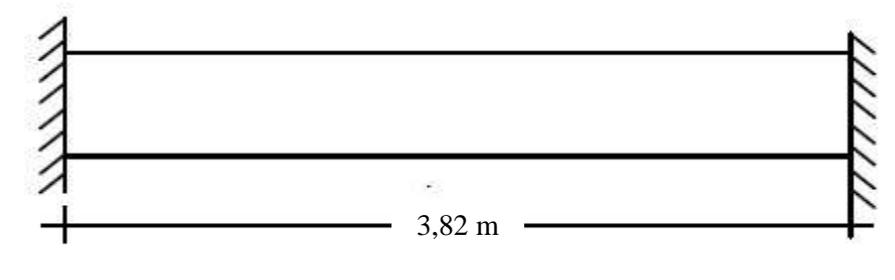
$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$
$$= \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 0,85}{390} \left(\frac{600}{600 + 390} \right)$$
$$= 0,0225$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,75 \cdot \rho_b$$
$$= 0,75 \cdot 0,0225$$
$$= 0,0168$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00395$$

Analisa Statika

$$W_u = 9,66 \text{ kN/m}^2$$



Perhitungan

- ▶ $M_{\text{lapangan}} = 1/12 \cdot W_u \cdot l^2$
$$= 1/12 \cdot 9,66 \cdot 3,35^2$$
$$= 9,0341 \text{ kN/m}$$
- ▶ $M_{\text{tumpuan}} = -1/24 \cdot W_u \cdot L^2$

$$= -1/24 \cdot 9,66 \cdot 3,82^2$$

$$= -4,5171 \text{ kN/m}$$

○ **Daerah Tumpuan**

$$M_u = 4,5171 \text{ kN/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,5171}{0,8} = 5,6463 \text{ kN/m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,6463}{0,172 \cdot 0,196^2} = 854,52 \text{ kN/m}^2 \sim 0,855 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 0,855}{390}} \right)$$

$$= 0,0023$$

$$\rho < \rho_{min}$$

$$\rho < \rho_{max} \text{ dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{min} = 0,0039$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0039 \times 172 \times 196$$

$$= 131,47 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D12

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = \frac{131,47}{113,04} = 1,1 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \cdot \emptyset 12 = 2 \cdot 113,04 = 226 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 12 mm**

○ **Daerah Lapangan**

$$Mu = 9,0341 \text{ kN/m}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{9,0341}{0,8} = 11,2926 \text{ kN/m}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{11,2926}{0,172 \cdot 0,196^2} = 1709,1 \text{ kN/m}^2 \sim 1,709 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 1,709}{390}} \right) \\ &= 0,0046 \end{aligned}$$

$\rho > \rho_{min}$, $\rho < \rho_{max}$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{perlu} = 0,0046$

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0046 \times 172 \times 196 \\ &= 156,03 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D12

$$n = \frac{As_{perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = \frac{194,116}{113,04} = 1,3 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \cdot \emptyset 12 = 2 \cdot 113,04 = 226 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 12 mm**

Jadi dipakai tulangan D12

o Tulangan Geser Balok Bordes

$$V_u = \frac{1}{2} \cdot w_u \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 9,66 \cdot 3,35 = 16,181 \text{ kN} = 16181 \text{ N}$$

$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2}\phi = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 206 \text{ mm}$$

$$v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{16181}{172 \cdot 206} = 0,45 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \phi v_c &= \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{20}}{6} \cdot 172 \cdot 206 \right) \cdot 10^{-3} \\ &= 26,4 \text{ kN} = 0,26 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $v_u > \phi v_c = 0,45 \text{ MPa} > 0,26 \text{ MPa}$ maka diberi tulangan geser

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\text{Chek } \phi V_s \leq \phi V_{s \text{ max}}$$

$$\phi V_s = V_u - \phi V_c$$

$$= 0,45 - 0,26$$

$$= 0,19 \text{ MPa} < 2,00 \text{ MPa} \text{ (Tabel 17)}$$

$$A_v = \frac{b \cdot d}{3 f_y} = \frac{172 \cdot 206}{3 \cdot 390} = 30,28 \text{ mm}^2$$

A_v = luasan penampang sengkang diambil $\phi 8$

($A_s = 100,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

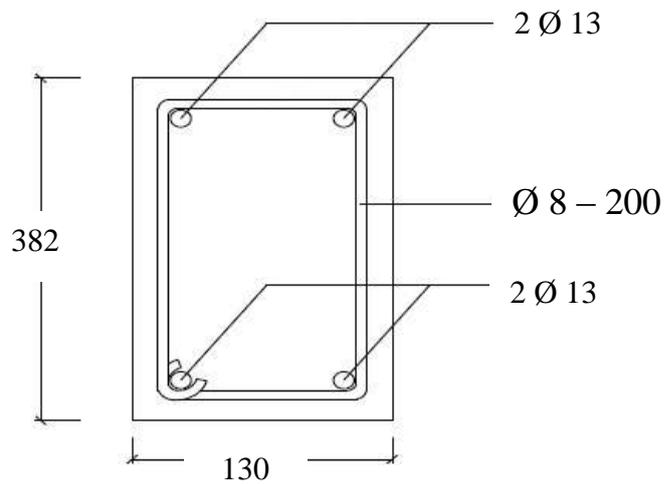
$$S = \frac{A_v \cdot d \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{V_s} = \frac{(100,6 \cdot 206 \cdot 390) \cdot 10^{-3}}{19} = 425,37 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\phi 8 - 100$ ($A_s = 503 \text{ mm}^2$)

$$S_{\max} = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b} = \frac{3 \cdot 100,6 \cdot 390}{172} = 684,31 \text{ mm}^2$$

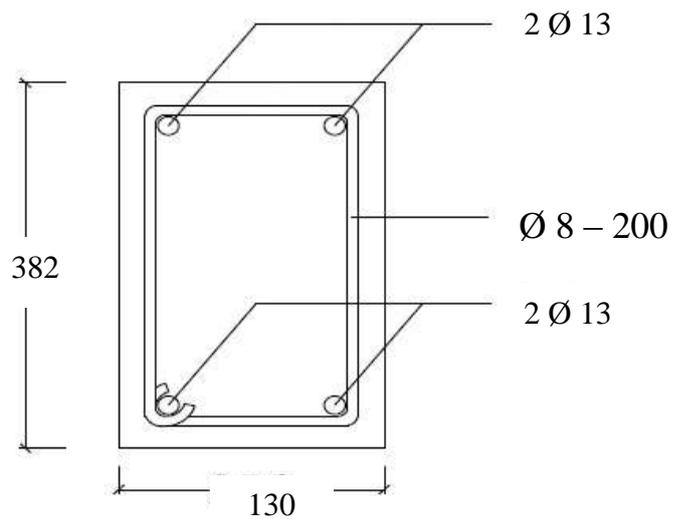
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø} 8 - 50$ ($A_s = 1005 \text{ mm}^2$)

► Tulangan Tumpuan



Gambar 4.3 Tulangan Tumpuan Balok Bordes

► Tulangan Lapangan

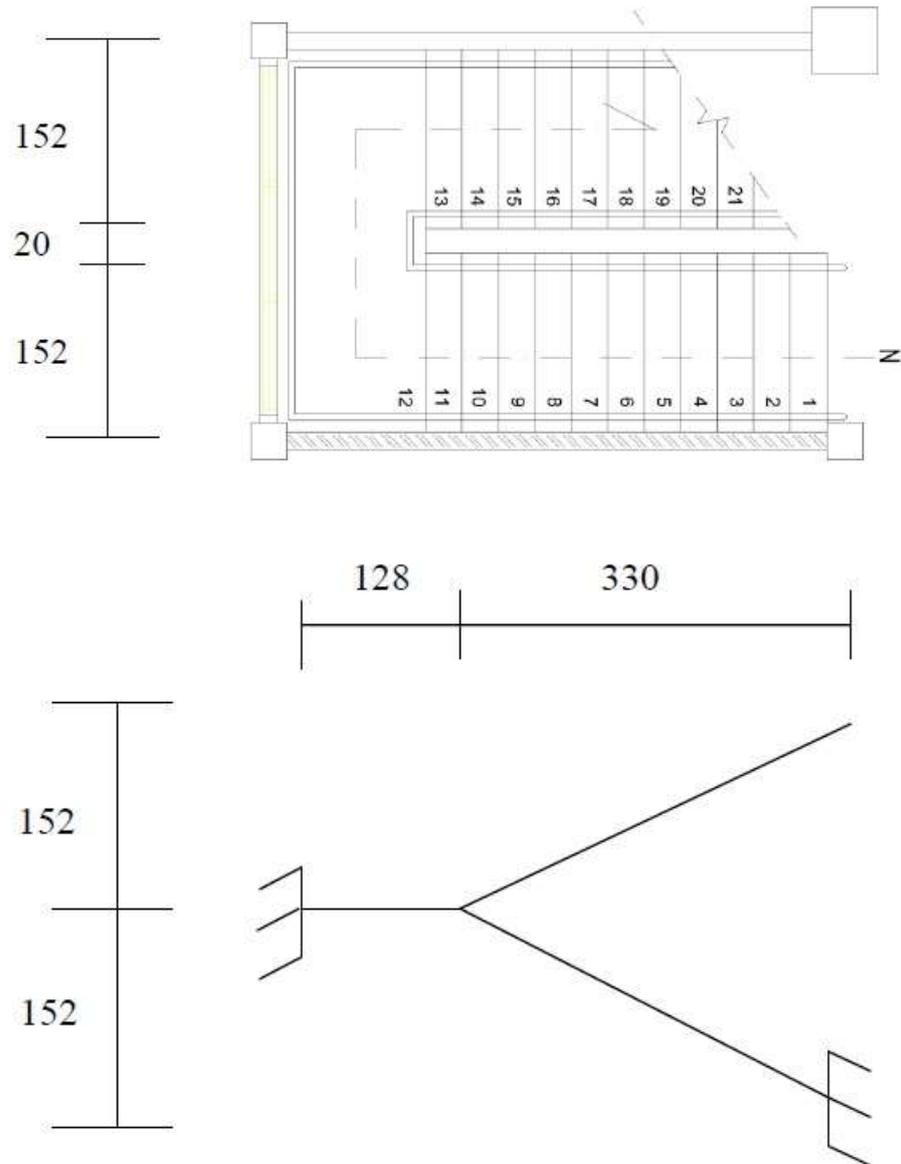


Gambar 4.4 Tulangan Lapangan Balok Bordes

4.5 Perencanaan Tangga Laboratorium Lantai 1-2 dan Lantai 2-3

Rencana tangga lantai 1-2 dan lantai 2-3 Gedung PTIK Universitas

Negeri Semarang dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.5 Rencana Tangga Laboratorium Lantai 1-2 dan Lantai 2-3

- Syarat $2 \cdot t + 1 = 60$ s/d 65

$$2 \cdot t + l = (2 \cdot 18) + 30$$

$$= 66 \text{ (OK)}$$

$$\text{Jumlah anak tangga (antrade)} = \frac{Tr}{t}$$

$$= \frac{420}{18}$$

$$= 24 \text{ buah}$$

$$\text{Jumlah optrade} = \frac{lb}{t}$$

$$= \frac{130}{18}$$

$$= 7,22 \text{ buah } 8 \text{ buah}$$

$$\text{Kemiringan tangga } (\alpha) = \text{arc tan} \cdot \frac{t}{l}$$

$$= \text{arc tan} \cdot \frac{18}{30}$$

$$= 31^\circ$$

Keterangan:

- t : tinggi anak tangga (tinggi tanjakan = optrede)
- l : lebar anak tangga (lebar injakan = antrede)
- tr : tinggi ruangan
- lb : lebar bordes

4.5.1 Menentukan Tebal Plat

c. Tebal Plat Tangga

$$\text{Tebal Plat (} h_{\min} \text{)} = \frac{1}{27} \cdot I_{tx}$$

$$= \frac{1}{27} \cdot 330$$

$$= 12,22 \text{ cm}$$

d. Tebal Plat Bordes

$$\begin{aligned}
\text{Tebal Plat (} h_{\min} \text{)} &= \frac{1}{27} \cdot l_{by} \\
&= \frac{1}{27} \cdot 332 \\
&= 12,22 \text{ cm}
\end{aligned}$$

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.

4.5.2. Pembebanan tangga

Berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983 diperoleh:

- ▶ Berat beton bertulang (B_b) : 2400 kg/m³
- ▶ Berat penutup lantai keramik (W_k) : 24 kg/m²
- ▶ Berat adukan semen per cm tebal (W_s) : 21 kg/m²
- ▶ Beban hidup untuk tangga : 300 kg/m²

a. Beban tangga

✘ Beban mati (WD)

- 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 kN/m²
- Total beban mati (WD) = $W_p + W_k + W_s + W_r$

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

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

$$\times \text{ Beban hidup (WL)} = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\times \text{ Beban ultimed (Wut)} = 1,2 \cdot \text{WD} + 1,6 \cdot \text{WL}$$

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

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

b. Beban bordes

$$\times \text{ Beban mati (WD)}$$

$$\text{- Beban pelat tangga (Wp)} = h \cdot \text{Bb}$$

$$= 0,15 \cdot 24$$

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

$$\text{- Total beban mati (WD)} = \text{Wp} + \text{Wk} + \text{Ws}$$

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

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

$$\times \text{ Beban hidup (WL)} = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\times \text{ Beban ultimed (Wub)} = 1,2 \cdot \text{WD} + 1,6 \cdot \text{WL}$$

$$= (1,2 \cdot 4,05) + (1,6 \cdot 3)$$

$$= 9,66 \text{ kN/m}^2$$

4.5.3 Perhitungan Momen Dan Tulangan Tangga

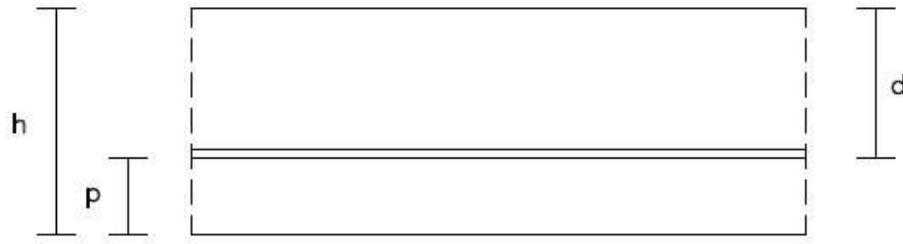
$$\text{Tebal plat (h)} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Penutup beton (p)} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Ø tulangan} = 10 \text{ mm}$$

$$f' \text{ c} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$



$$d_x = h - p - \frac{1}{2} \emptyset = 150 - 20 - 5 = 123 \text{ mm} = 0,123 \text{ m}$$

$$d_y = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset = 150 - 20 - 10 - 5 = 115 \text{ mm} = 0,115 \text{ m}$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \cdot \beta \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 20}{390} \cdot 0,85 \left(\frac{600}{600 + 390} \right) \\ &= 0,0225 \end{aligned}$$

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

$$= 0,0168$$

❖ Perhitungan Tulangan Plat Tangga



$$l_y = 156 \text{ cm}$$

$$l_x = 335 \text{ cm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{1560}{3350} = 0,46 \sim 1,0$$

Momen yang terjadi :

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{lx} &= W_u \cdot L_x^2 \cdot x \\ &= 9,84 \cdot 3,35^2 \cdot 0,0240 \\ &= 2,6503 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{ly} &= W_u \cdot L_x^2 \cdot x \\ &= 9,84 \cdot 3,35^2 \cdot 0,0330 \\ &= 3,6442 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{ty} &= W_u \cdot L_x^2 \cdot -x \\ &= 9,84 \cdot 3,35^2 \cdot -0,0690 \\ &= (-7,6196) \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ } M_{tix} &= \frac{1}{2} \cdot M_{lx} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 2,6503 \\ &= 1,3252 \text{ kNm} \end{aligned}$$

○ Penulangan Lapangan arah X

$$M_{lx} = 2,6503 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{M_u}{0,9 \cdot f_y \cdot b \cdot d x^2} = \frac{2,650}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,085^2} = 0,0010$$

$$\rho_{\min} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,0168 \quad \longrightarrow \quad \rho_{\min} > \rho < \rho_{\max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s \text{ rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 123 = 430,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \emptyset 10 - 150, A_s = 524 \text{ mm}^2$$

○ Penulangan Lapangan arah Y

$$Mly = 3,6442 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} = \frac{3,644}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,095^2} = 0,0012$$

$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho \text{ max} = 0,0168 \quad \longrightarrow \quad \rho \text{ min} > \rho < \rho \text{ max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho \text{ min} = 0,0035$

$$\text{As rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 115 = 402,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \emptyset 10 - 150, \text{ As} = 524 \text{ mm}^2$$

- Penulangan Tumpuan arah Y

$$Mtx = - 7,6196 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dy^2} = \frac{7,619}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,095^2} = 0,0024$$

$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho \text{ max} = 0,0168 \quad \longrightarrow \quad \rho \text{ min} > \rho < \rho \text{ max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho \text{ min} = 0,0035$

$$\text{As rencana} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 1000 \cdot 115 = 402,5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipilih tulangan } \emptyset 10 - 150, \text{ As} = 524 \text{ mm}^2$$

- Momen jepit tidak terduga arah X

$$Mtix = 1,3252 \text{ kNm}$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2} = \frac{1,325}{0,9 \cdot 390 \cdot 1 \cdot 0,085^2} = 0,0005$$

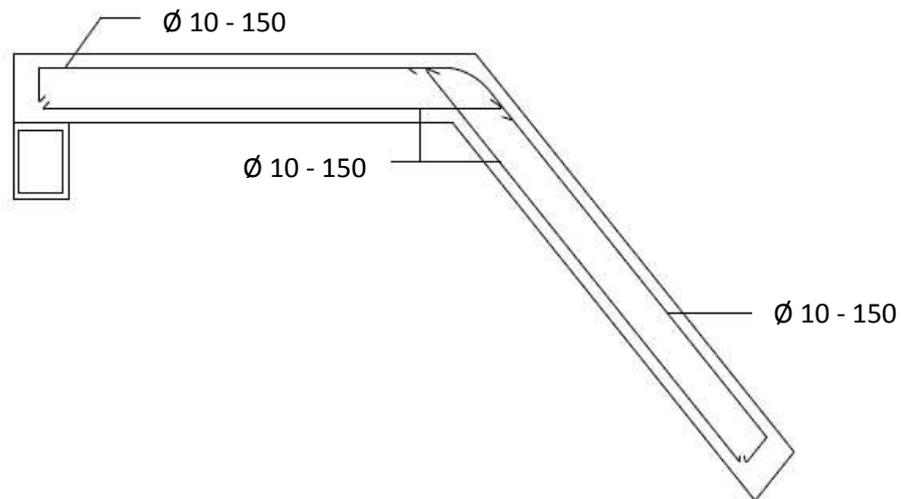
$$\rho \text{ min} = 0,0035$$

$$\rho_{\max} = 0,0168 \longrightarrow \rho_{\min} > \rho < \rho_{\max}$$

- Maka yang di pakai adalah $\rho_{\min} = 0,0035$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d \cdot 10^6 = 0,0035 \cdot 1 \cdot 0,123 \cdot 10^6 = 430,5 \text{ mm}^2$$

Dipilih tulangan $\text{Ø}10 - 150$, $A_s = 524 \text{ mm}^2$



Gambar 4.6 Tulangan Plat Lantai

4.5.4 Perhitungan Balok Bordes

- ❖ Perhitungan Tulangan Lentur Balok Bordes

Data Perencanaan :

$$h = 1/12 \cdot \text{Panjang balok} = 1/12 \cdot 335 = 27,5 \sim 25 \text{ cm}$$

$$b = 2/3 \cdot h = 2/3 \cdot 25 = 17 \text{ cm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$\text{Ø}_t = 13 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}d &= h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t \\ &= 250 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 12 \\ &= 196 \text{ mm}\end{aligned}$$

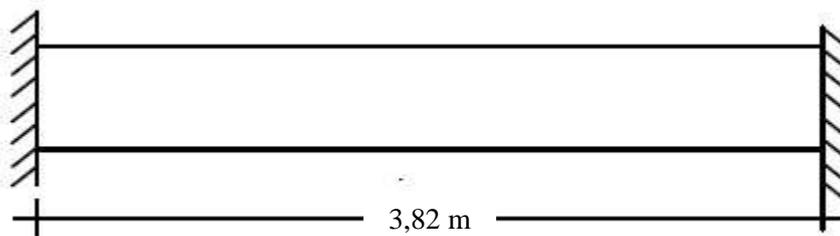
$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 0,85}{390} \left(\frac{600}{600 + 390} \right) \\ &= 0,0225\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0225 \\ &= 0,0168\end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00395$$

Analisa Statika

$$W_u = 9,66 \text{ kN/m}^2$$



Perhitungan

$$\begin{aligned}\blacktriangleright M_{\text{lapangan}} &= \frac{1}{12} \cdot W_u \cdot l^2 \\ &= \frac{1}{12} \cdot 9,66 \cdot 3,35^2 \\ &= 9,0341 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \blacktriangleright \text{ M tumpuan} &= -1/24 \cdot W_u \cdot L^2 \\
 &= -1/24 \cdot 9,66 \cdot 3,35^2 \\
 &= -4,5171 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

○ **Daerah Tumpuan**

$$M_u = 4,5171 \text{ kN/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{4,5171}{0,8} = 5,6463 \text{ kN/m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{5,6463}{0,156 \cdot 0,196^2} = 942,16 \text{ kN/m}^2 \sim 0,942 \text{ MPa}$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 0,942}{390}} \right) \\
 &= 0,0025
 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{min}$$

$$\rho < \rho_{max} \text{ dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{min} = 0,0039$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\
 &= 0,0039 \times 156 \times 196 \\
 &= 119,3 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D12

$$n = \frac{A_s \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = \frac{119,3}{113,04} = 1,05 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$A_s' = 2 \cdot \emptyset 12 = 2 \cdot 113,04 = 226 \text{ mm}^2$$

$A_s' > A_s$aman Ok !

Dipakai tulangan 2 D 12 mm

Jadi di pakai tulangan D12

○ **Daerah Lapangan**

$$M_u = 8,7665 \text{ kN/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{8,7665}{0,8} = 10,9581 \text{ kN/m}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{10,9581}{0,156 \cdot 0,196^2} = 1828,51 \text{ kN/m}^2 \sim 1,828 \text{ MPa}$$

$$M = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'_c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 1,828}{390}} \right) \\ &= 0,0050 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho_{min}$$

$$\rho < \rho_{max} \text{ dipakai } \rightarrow \text{ tulangan tunggal}$$

Digunakan $\rho_{perlu} = 0,0050$

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0050 \times 156 \times 196 \\ &= 152,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D12

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2} = \frac{152,88}{113,04} = 1,35 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \cdot \emptyset 12 = 2 \cdot 113,04 = 226 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan 2 **D 12 mm**

Jadi dipakai tulangan D12

○ **Tulangan Geser Balok Bordes**

$$Vu = \frac{1}{2} \cdot wu \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 9,66 \cdot 3,35 = 16,181 \text{ kN} = 16181 \text{ N}$$

$$f'c = 20 \text{ Mpa}$$

$$fy = 390 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2}\emptyset = 250 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 206 \text{ mm}$$

$$Vu = \frac{vu}{bd} = \frac{16181}{156 \cdot 206} = 0,50 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \emptyset vc &= \frac{\sqrt{f'c}}{6} \cdot b \cdot d \\ &= \left(\frac{\sqrt{20}}{6} \cdot 156 \cdot 206 \right) \cdot 10^{-3} \\ &= 23,95 \text{ kN} = 0,23 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Karena $vu > \emptyset vc = 0,50 \text{ MPa} > 0,23 \text{ MPa}$ maka diberi tulangan geser

Jadi diperlukan tulangan geser

$$\text{Chek } \emptyset Vs \leq \emptyset Vs_{\text{max}}$$

$$\emptyset Vs = Vu - \emptyset Vc$$

$$= 0,50 - 0,23$$

$$= 0,27 \text{ MPa} > 2,00 \text{ MPa} \text{ (Tabel 17)}$$

$$A_v = \frac{b \cdot d}{3 f_y} = \frac{156 \cdot 206}{3 \cdot 390} = 27,46 \text{ mm}^2$$

A_v = luasan penampang sengkang diambil $\varnothing 8$

($A_s = 100,6 \text{ mm}^2$, Tabel A-4)

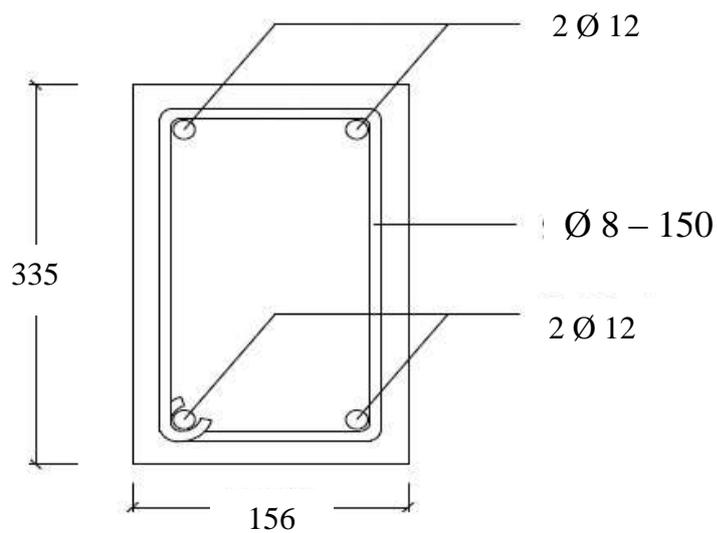
$$S = \frac{A_v \cdot d \cdot f_y \cdot 10^{-3}}{V_s} = \frac{(100,6 \cdot 206 \cdot 390) \cdot 10^{-3}}{27} = 299,34 \text{ mm}^2$$

Digunakan sengkang $\varnothing 8 - 150$ ($A_s = 335 \text{ mm}^2$)

$$S_{\max} = \frac{3 \cdot A_v \cdot f_y}{b} = \frac{3 \cdot 100,6 \cdot 390}{156} = 754,5 \text{ mm}^2$$

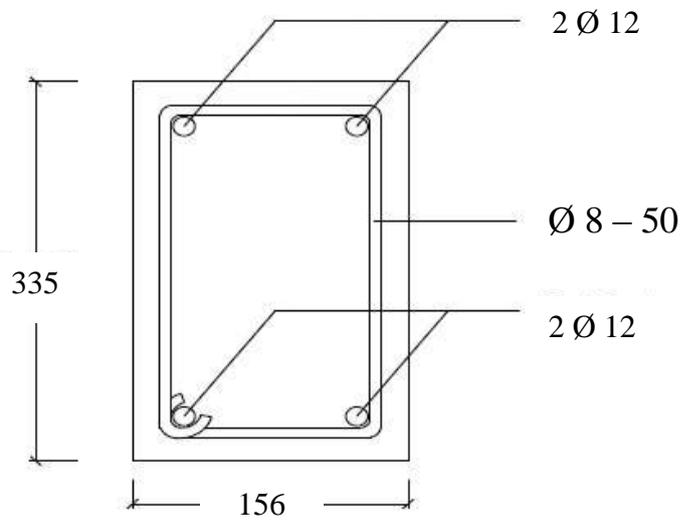
Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\varnothing 8 - 50$ ($A_s = 1005 \text{ mm}^2$)

► Tulangan Tumpuan



Gambar 4.7Tulangan Tumpuan Balok Bordes

► Tulangan Lapangan



Gambar 4.8Tulangan Lapangan Balok Bordes

BAB V

PERENCANAAN PORTAL

5.1 Dasar Perencanaan

Dalam perencanaan portal terdiri dari perencanaan balok induk, perencanaan kolom, dan perencanaan pondasi. Portal yang direncanakan terdiri dari kolom yang diperkuat dengan balok-balok yang dicor secara monolit untuk menahan beban akibat gravitasi dan gempa. Balok-balok tersebut terdiri dari balok induk, balok anak, ring balk dan sloof. Perencanaan portal ini terdiri dari dua bagian, yaitu perencanaan portal melintang dan perencanaan portal memanjang serta dibuat secara dua dimensi. Perhitungan portal ini meliputi perhitungan pembebanan beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

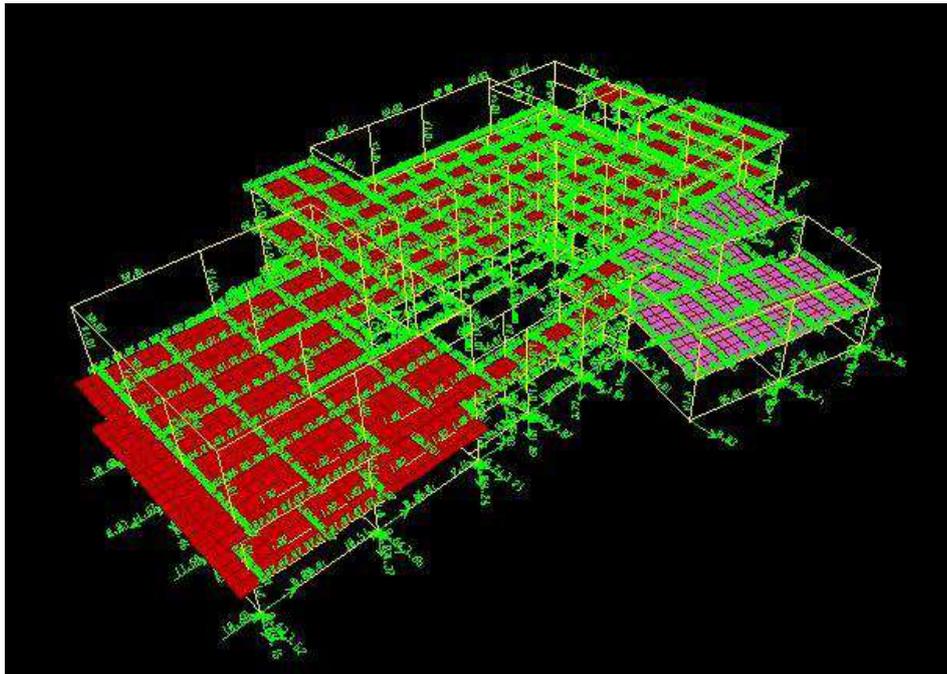
- **Beban Mati**

Beban gravitasi termasuk beban mati yang terdiri dari berat sendiri balok, berat sendiri kolom, berat sendiri plat lantai, beban dinding yang bekerja di atas balok portal.

- **Beban Hidup**

Beban hidup besarnya berasal dari fungsi bangunan tersebut, dan ditentukan berdasarkan pada Peraturan Pembebanan Indonesia tahun 1983 untuk gedung.

Perencanaan portal dibantu program SAP 2000 v10. Permodelan struktur lantai 1 sampai lantai 3 gedung PTIK Universitas Negeri Semarang dapat dilihat pada gambar SAP v10 seperti gambar di bawah ini.



Gambar 5.1 Permodelan Struktur Gedung PTIK UNNES

5.2 Data Teknis Perencanaan Portal

- Mutu beton (f_c) : 20 Mpa (K-250)
- Mutu tulangan baja (f_y) :
 - F_y 2400 kg/cm² atau U24 (tulangan polos) untuk diameter < diameter 13
 - F_y 3900 kg/cm² atau U39 (tulangan deform/ulir) untuk diameter > diameter 13

- Berat beton bertulang (Bb) : 2400 kg/m³
- Berat penutup lantai keramik (Wk) : 24 kg/m²
- Berat adukan semen per cm tebal (Ws) : 21 kg/m²
- Berat pasir kondisi lembab : 1850 kg/m³
- Berat plafon & penggantung (Wpf) : 18 kg/m²
- Tebal pelat lantai (hpelat) : 12 cm
- Tebal pelat tangga : 15 cm
- Tinggi lantai :
 - Lantai 1 : 4,20 m
 - Lantai 2 : 4,20 m
 - Lantai 3 : 5,7 m
- Tinggi bangunan (hb) : 14,1 m
- Beban hidup untuk gedung kuliah : 250 kg/m²
- Beban mati kuda-kuda : 5613,26 kg/m

5.3 Kombinasi Pembebanan Portal

Kombinasi pembebanan yang ditinjau dalam analisis program SAP 2000 v10 sebagai berikut:

1. Kombinasi pembebanan tetap

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

2. Kombinasi pembebanan sementara

$$U = 1,2 DL + 0,5LL + 1,0 (I/R) EQ_x + 0,3 (I/R) EQ_y$$

$$U = 1,2 DL + 0,5LL + 0,3 (I/R) EQ_x + 1,0 (I/R) EQ_y$$

Keterangan:

- DL : beban mati
- LL : beban hidup
- I : faktor keutamaan
- R : respons spectrum
- EQx : beban gempa arah x
- EQy : beban gempa arah y

5.4 Pembebanan Struktur Portal

1. Beban pada lantai 1

a. beban mati

- Berat kolom K1.A, K1.B, K1.C dan K1.D (Wk1) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
$$= 46 \cdot 0,55 \cdot 0,55 \cdot 4,20 \cdot 2400$$
$$= 140263,2 \text{ kg}$$
- Berat kolom K2.A (Wk2) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
$$= 13 \cdot 0,30 \cdot 0,30 \cdot 4,20 \cdot 2400$$
$$= 11793,6 \text{ kg}$$
- Berat balok BS.01 (Wb1) = panjang balok . b . h
$$= 261 \cdot 0,30 \cdot 0,60 \cdot 2400$$
$$= 112752 \text{ kg}$$
- Berat balok BS.02 dan BS.03 (Wb2) = panjang balok . b . h .

- $$= 363 \cdot 0,30 \cdot 0,40 \cdot 2400$$

$$= 104544 \text{ kg}$$
- Berat dinding tinggi 4,20 m (Wd) = pjng dinding . brt dinding . t

$$= 341 \cdot 250 \cdot 4,20$$

$$= 358050 \text{ kg}$$
- Berat tangga (Wt) = tebal pelat tangga . luas tangga . Bb

$$= 0,15 \cdot 38,5 \cdot 2400$$

$$= 13860 \text{ kg}$$
- Berat plafon (Wp) = luas langit – langit . Wpf

$$= 1303,36 \cdot 18$$

$$= 23460,48 \text{ kg}$$
- Berat keramik (Wk) = luas lantai . Wk

$$= 1303,36 \cdot 24$$

$$= 31280,64 \text{ kg}$$
- Berat pasir (Wps) = tebal pasir . luas lantai . berat pasir lembab

$$= 0,10 \cdot 1303,36 \cdot 1850$$

$$= 241121,6 \text{ kg}$$
- Berat spesi (Ws) = tebal spesi . luas lantai . Ws

$$= 0,03 \cdot 1303,36 \cdot 21$$

$$= 821,11 \text{ kg}$$

Total beban mati (WD) = Wk1 + Wk2 + Wb1 + Wb2 + Wd + Wt + Wp + Wk + Wps + Ws

$$\begin{aligned}
&= 140263,2 + 11793,6 + 112752 + 104544 + 358050 + \\
&13860 + 23460,48 + 31280,64 + 241121,6 + 821,11 \\
&= 1037946,63 \text{ kg}
\end{aligned}$$

b. Beban hidup

$$\begin{aligned}
\circ \text{ Beban hidup (WL)} &= \text{luas lantai} \cdot \text{beban hidup} \\
&= 1303,36 \cdot 250 \\
&= 325840 \text{ kg}
\end{aligned}$$

c. Beban rencana atau ultimed (W_u) = $W_D + 0,3W_L$

$$\begin{aligned}
&= 1037946,63 + (0,3 \cdot 325840) \\
&= 1135698,63 \text{ kg}
\end{aligned}$$

2. Beban pada lantai 2

a. Beban mati

- Berat kolom K1.A, K1.B, K1.B'', K1.C'' dan K1.D'' (Wk1) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
$$= 46 \cdot 0,55 \cdot 0,55 \cdot 4,20 \cdot 2400$$
$$= 140263,2 \text{ kg}$$
- Berat kolom K2.A, K2.B (Wk2) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
$$= 12 \cdot 0,30 \cdot 0,30 \cdot 4,20 \cdot 2400$$
$$= 10886,4 \text{ kg}$$
- Berat balok G1.01, G1.02, G1.03 dan G1.04 (Wbg11) = panjang balok . b . h . Bb
$$= 261 \cdot 0,40 \cdot 0,80 \cdot 2400$$
$$= 200448 \text{ kg}$$
- Berat balok G1.05 (Wbg12) = panjang balok . b . h . Bb
$$= 34,86 \cdot 0,40 \cdot 0,50 \cdot 2400$$
$$= 16732,8 \text{ kg}$$
- Berat balok GX.01 (Wbgx) = panjang balok . b . h . Bb
$$= 9 \cdot 0,40 \cdot 0,90 \cdot 2400$$
$$= 7776 \text{ kg}$$
- Berat balok G2.01 (Wbg21) = panjang balok . b . h . Bb
$$= 54 \cdot 0,30 \cdot 0,60 \cdot 2400$$
$$= 23328 \text{ kg}$$

- Berat balok G2.01a (Wbg21a) = panjang balok . b . h . Bb
= 7,72 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 3335,04 kg
- Berat balok G2.02 (Wbg22) = panjang balok . b . h . Bb
= 25 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 10800 kg
- Berat balok G2.03 (Wbg23) = panjang balok . b . h . Bb
= 6 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 2592 kg
- Berat balok G3.01 (Wbg31) = panjang balok . b . h . Bb
= 90 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 32400 kg
- Berat balok G3.02 (Wbg32) = panjang balok . b . h . Bb
= 5 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 1800 kg
- Berat balok G4.01 (Wbg41) = panjang balok . b . h . Bb
= 27 . 0,30 . 0,70 . 2400
= 13608 kg
- Berat balok G5.01 dan G5.02 (Wbg51) = panjang balok . b . h . Bb
= 225,5 . 0,20 . 0,40 . 2400
= 43296 kg
- Berat balok G6.01 (Wbg61) = panjang balok . b . h . Bb
= 94,5 . 0,25 . 0,40 . 2400
= 22680 kg

- Berat balok G6.02 (Wbg62) = panjang balok . b . h . Bb
= 7,50 . 0,25 . 0,40 . 2400
= 1800 kg
- Berat balok G7.01 (Wbg71) = panjang balok . b . h . Bb
= 27 . 0,20 . 0,20 . 2400
= 64800 kg
- Berat pelat lantai (Wpt) = hpelat . luas lantai . Bb
= 0,12 . 1303,36 . 2400
= 375367,68 kg
- Berat dinding tinggi 4,20 m (Wd) = pjng dinding . brt dinding . t
= 365 . 250 . 4,20
= 383250 kg
- Berat tangga (Wt) = tebal pelat tangga . luas
tangga . Bb
= 0,15 . 38,59 . 2400
= 13892,4 kg
- Berat plafon (Wp) = luas langit – langit . Wpf
= 1303,36 . 18
= 23460,48 kg
- Berat keramik (Wk) = luas lantai . Wk
= 1303,36 . 24
= 31280,64 kg

$$\begin{aligned}
\circ \text{ Berat spesi (Ws)} &= \text{tebal spesi} \cdot \text{luas lantai} \cdot W_s \\
&= 0,03 \cdot 1303,36 \cdot 21 \\
&= 821,11 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Total beban mati (WD)} &= W_{k1} + W_{k2} + W_{bg11} + W_{bg12} + W_{bgx} + \\
&W_{bg21} + W_{bg21a} + W_{bg22} + W_{bg23} + \\
&W_{bg31} + W_{bg32} + W_{bg41} + W_{bg51} + \\
&W_{bg61} + W_{bg62} + W_{bg71} + W_{pt} + W_d + W_t + \\
&W_p + W_k + W_s \\
&= 140263,2 + 10886,4 + 200448 + 16732,8 + \\
&7776 + 23328 + 3335,04 + 10800 + 2592 + \\
&32400 + 1800 + 13608 + 43296 + 21600 + \\
&1800 + 64800 + 375367,68 + 383250 + \\
&13892,4 + 23460,48 + 31280,64 + 821,11 \\
&= 1423537,75 \text{ kg}
\end{aligned}$$

b. Beban hidup

$$\begin{aligned}
\circ \text{ Beban hidup (WL)} &= \text{luas lantai} \cdot \text{beban hidup} \\
&= 1303,36 \cdot 250 \\
&= 325840 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{c. Beban rencana atau ultimed (Wu)} &= WD + 0,3WL \\
&= 1423537,75 + (0,3 \cdot 325840) \\
&= 1521289,75 \text{ kg}
\end{aligned}$$

3. Beban pada lantai 3

a. Beban mati

- Berat kolom K1.D'' (Wk1) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
= 32 . 0,55 . 0,55 . 5,90 . 2400
= 137068,8
- Berat kolom K2.A dan K2.B (Wk2) = jumlah kolom . b . h . t . Bb
= 9 . 0,30 . 0,30 . 5,90 . 2400
= 11469,6 kg
- Berat balok G1.01, G1.02, G1.03 dan G1.04 (Wbg11) = panjang balok . b . h . Bb
= 261 . 0,40 . 0,80 . 2400
= 200448 kg
- Berat balok G1.05 (Wbg12) = panjang balok . b . h . Bb
= 34,86 . 0,40 . 0,50 . 2400
= 16732,8 kg
- Berat balok GX.01 (Wbgx) = panjang balok . b . h . Bb
= 9 . 0,40 . 0,90 . 2400
= 7776 kg
- Berat balok G2.01 (Wbg21) = panjang balok . b . h . Bb
= 54 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 23328 kg
- Berat balok G2.01a (Wbg21a) = panjang balok . b . h . Bb
= 7,72 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 3335,04 kg

- Berat balok G2.02 (Wbg22) = panjang balok . b . h . Bb
= 25 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 10800 kg
- Berat balok G2.03 (Wbg23) = panjang balok . b . h . Bb
= 6 . 0,30 . 0,60 . 2400
= 2592 kg
- Berat balok G3.01 (Wbg31) = panjang balok . b . h . Bb
= 99,66 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 32277,6 kg
- Berat balok G3.02 (Wbg32) = panjang balok . b . h . Bb
= 5 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 1800 kg
- Berat balok G4.01 (Wbg41) = panjang balok . b . h . Bb
= 27 . 0,30 . 0,70 . 2400
= 13608 kg
- Berat balok G5.01 dan G5.02 (Wbg51) = panjang balok . b . h . Bb
= 211,5 . 0,20 . 0,40 . 2400
= 40608 kg
- Berat balok G6.01 (Wbg61) = panjang balok . b . h . Bb
= 85,5 . 0,25 . 0,40 . 2400
= 20520 kg
- Berat balok G6.02 (Wbg62) = panjang balok . b . h . Bb
= 5,50 . 0,25 . 0,40 . 2400
= 1320 kg

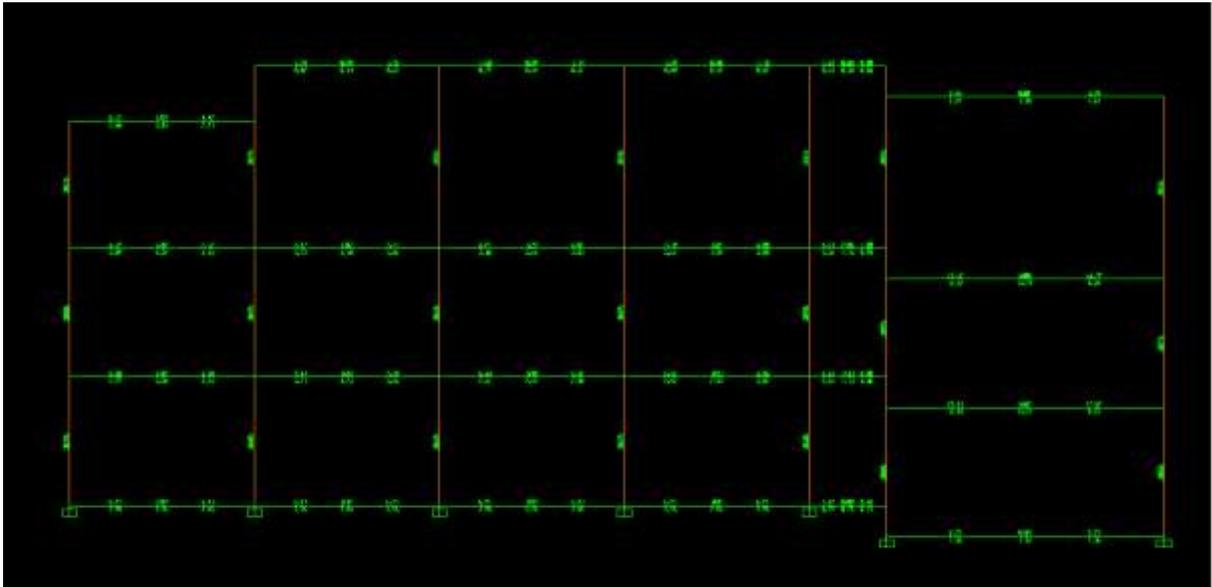
- Berat balok G7.01 (Wbg71) = panjang balok . b . h . Bb
= 9 . 0,20 . 0,20 . 2400
= 864 kg
- Berat balok GR.01 (Wbgr1) = panjang balok . b . h . Bb
= 144 . 0,30 . 0,7 . 2400
= 72576 kg
- Berat balok GR.02 (Wbgr2) = panjang balok . b . h . Bb
= 84 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 30240 kg
- Berat balok GR.03 (Wbgr3) = panjang balok . b . h . Bb
= 16 . 0,30 . 0,50 . 2400
= 5760 kg
- Berat pelat lantai (Wpt) = hpelat . luas lantai . Bb
= 0,12 . 1142,44 . 2400
= 329022,72 kg
- Berat pelat dak (Wpd) = hpelat . luas dak . Bb
= 0,12 . 174,22 . 2400
= 27129,6 kg
- Berat dinding tinggi 5,7 m (Wd) = pjng dinding . brt dinding . t
= 293,15 . 250 . 5,7
= 417738,75 kg
- Berat plafon (Wp) = luas langit – langit . Wpf
= 1142,44 . 18
= 20563,92 kg

- Berat keramik (Wk) = luas lantai . Wk
= 1142,44 . 24
= 27418,56 kg
- Berat spesi (Ws) = luas lantai . Ws
= 0,03 . 1142,44 . 21
= 719,73 kg

Total beban mati (WD) = Wk1 + Wk2 + Wbg11 + Wbg12 +
Wbgx + Wbg21 + Wbg21a + Wbg22
+ Wbg23 + Wbg31 + Wbg32 +
Wbg41 + Wbg51 + Wbg61 + Wbg62
+ Wbg71 + Wbgr1 + Wbgr2 + Wbgr3
+ Wpt + Wpd + Wd + Wp + Wk + Ws
= 137068,8 + 11469,6 + 200448 +
16732,8 + 7776 + 23328 + 3335,04 +
10800 + 2592 + 32277 + 1800 +
40608 + 20520 + 864 + 72576 +
30240 + 5760 + 329022,72 + 27129,6
+ 417738,75 + 20563,92 + 27418,56 +
719,73
= 1440788,52 kg

b. Beban hidup

- Beban hidup (WL) = luas lantai . beban hidup
= 1142,44 . 250
= 285610 kg



Gambar 5.3 Hasil SAP v10 Pada Portal C-C

5.6 Penulangan Ring Balk

❖ Perhitungan Tulangan Lentur Ring Balk

Data

perencanaan :

$h = 500 \text{ mm}$

$b = 300 \text{ mm}$

$p = 40 \text{ mm}$

$f_y = 390 \text{ Mpa}$

$f'_c = 20 \text{ Mpa}$

$\phi_t = 13 \text{ mm}$

$\phi_s = 8 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 e &= h - p - \emptyset_s - \frac{1}{2} \cdot \emptyset_t \\
 &= 500 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 13 \\
 &= 445 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho b &= \frac{0,85 \cdot f'c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 0,85}{390} \left(\frac{600}{600 + 390} \right) \\
 &= 0,0225
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ max} &= 0,75 \cdot \rho b \\
 &= 0,75 \cdot 0,0225 \\
 &= 0,0168
 \end{aligned}$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00395$$

○ Daerah Tumpuan

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 1019**.

$$M_u = 5309,18 \text{ kg m} \sim 5,30918 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\varphi} = \frac{5,30918 \cdot 10^7}{0,8} = 6,636 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = \frac{6,6365 \cdot 10^7}{300 \cdot 445^2} = 1,1171$$

$$M = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right)$$

$$= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 1,1171}{390}} \right)$$

$$= 0,0030$$

$$\rho < \rho_{min}$$

$\rho < \rho_{max}$ dipakai tulangan tunggal

Digunakan $\rho_{min} = 0,0039$

$$As = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0039 \times 300 \times 445$$

$$= 395,89 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D13

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = \frac{395,89}{132,66} = 2,98 \sim 3 \text{ tulangan}$$

$$As' = 3 \cdot \emptyset 13 = 3 \cdot 132,66 = 397,98 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **3 D 13 mm**

Jadi di pakai tulangan D13

○ **Daerah Lapangan**

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 1019**.

$$Mu = 2650,24 \text{ kg m} \sim 2,65024 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{2,65024 \cdot 10^7}{0,8} = 3,3128 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{3,3128 \cdot 10^7}{300 \cdot 445^2} = 0,5576$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 0,5576}{390}} \right) \\ &= 0,0015 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho \text{ min}$$

$$\rho < \rho \text{ max} \text{ dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho \text{ min} = 0,0039$$

$$\begin{aligned} As &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0039 \times 300 \times 445 \\ &= 194.116 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D13

$$n = \frac{As \text{ perlu}}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 13^2} = \frac{194,116}{132,665} = 1,4 \sim 2 \text{ tulangan}$$

$$As' = 2 \cdot \emptyset 13 = 2 \cdot 132,665 = 265,33 \text{ mm}^2$$

$As' > As$aman Ok !

Dipakai tulangan **2 D 13 mm**

Jadi dipakai tulangan D13

○ **Tulangan Geser Ring Balk**

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor**

1019:

$$Vu = 48,99411 \text{ kg} = 48994,11 \text{ N}$$

$$f'c = 20 \text{ Mpa}$$

$$fy = 390 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2}\emptyset = 500 - 40 - \frac{1}{2} \cdot 8 = 456 \text{ mm}$$

$$Vc = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1}{6} \cdot \sqrt{20} \cdot 300 \cdot 456$$

$$= 101964 \text{ N}$$

$$\emptyset Vc = 0,75 \cdot 101964 = 76473,5 \text{ N}$$

$$3\emptyset Vc = 3 \cdot 76473,5 = 229420,5 \text{ N}$$

Syarat tulangan geser : $Vu < \emptyset Vc < 3\emptyset Vc$

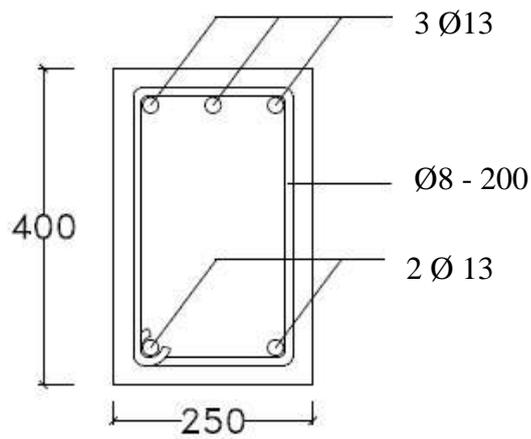
$$: 48994,11 \text{ N} < 76473,5 \text{ N} < 229420,5 \text{ N}$$

Jadi Tidak diperlukan tulangan geser

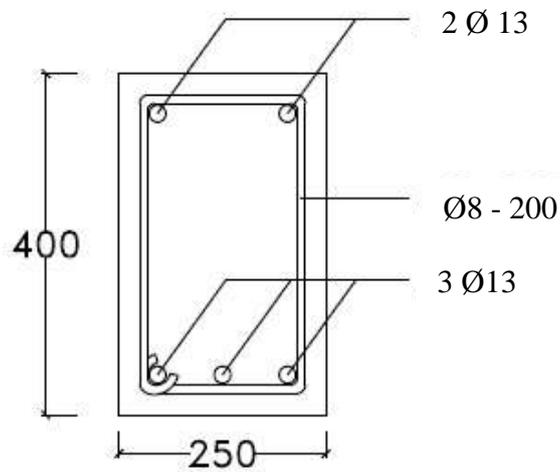
$$S_{\max} = d/2 = 456/2 = 228 \text{ mm}$$

Jadi dipakai sengkang dengan tulangan $\text{Ø} 8 - 200$

➤ Tumpuan



➤ Lapangan



Gambar 5.4 Tulangan Ring Balk

5.7 Penulangan Balok Portal

❖ Perhitungan Tulangan Lentur Balok Portal

Data perencanaan :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$p = 40 \text{ mm}$$

$$f_y = 390 \text{ Mpa}$$

$$f'_c = 20 \text{ Mpa}$$

$$\varnothing_t = 13 \text{ mm}$$

$$\varnothing_s = 8 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \varnothing_s - \frac{1}{2} \cdot \varnothing_t \\ &= 400 - 40 - 8 - \frac{1}{2} \cdot 13 \\ &= 345 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'_c \cdot \beta}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 20 \cdot 0,85}{390} \left(\frac{600}{600 + 390} \right) \\ &= 0,0225 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{max}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0225 \\ &= 0,0168 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{390} = 0,00395$$

○ **Daerah Tumpuan**

Dari Perhitungan **SAP 2000** diperoleh momen terbesar pada **batang nomor 2152**.

$$Mu = 6496 \text{ kg m} \sim 6,496 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{Mu}{\varphi} = \frac{6,496 \cdot 10^7}{0,8} = 8,12 \cdot 10^7 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mn}{b \cdot d^2} = \frac{8,12 \cdot 10^7}{200 \cdot 345^2} = 3,4110$$

$$M = \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{390}{0,85 \cdot 20} = 22,9 \sim 23$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{23} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 23 \cdot 3,4110}{390}} \right) \\ &= 0,0099 \end{aligned}$$

$$\rho > \rho \text{ min}$$

$$\rho < \rho \text{ max} \text{ dipakai tulangan tunggal}$$

$$\text{Digunakan } \rho \text{ perlu} = 0,0099$$

$$\text{As perlu} = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0099 \times 200 \times 345$$

$$= 680,71 \text{ mm}^2$$

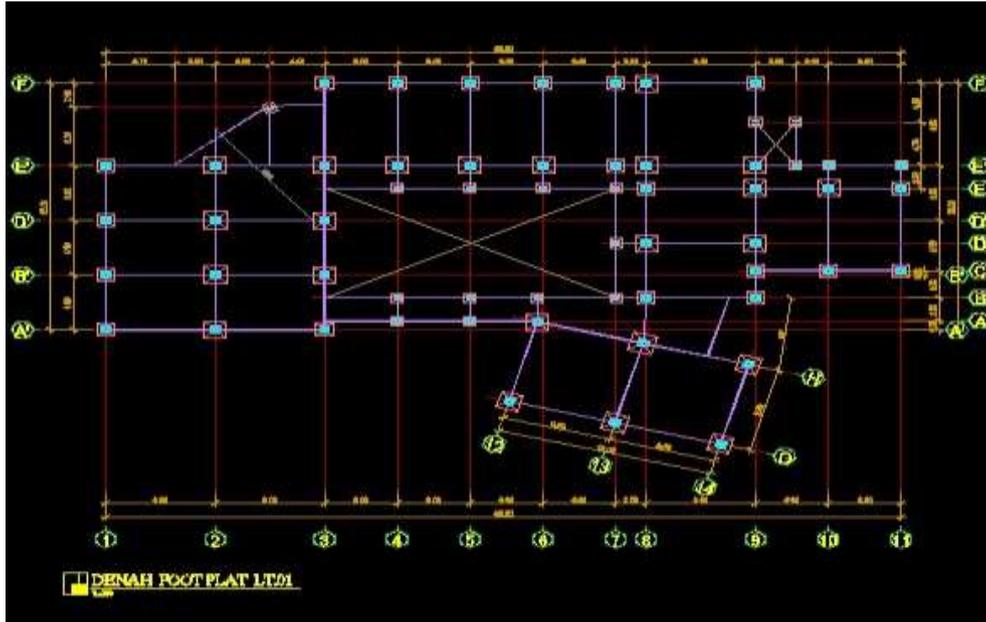
Digunakan tulangan D13

BAB VI

PERENCANAAN PONDASI

6.1 Perencanaan Pondasi

Pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang mempunyai fungsi memikul beban bagian bangunan lainnya di atasnya. Pondasi harus diperhitungkan untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap beratnya sendiri, beban-beban bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti: tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain, selain itu tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan. Perencanaan pondasi gedung PTIK Universitas Negeri Semarang direncanakan menggunakan pondasi Foot plat. Hal ini didasarkan dari hasil 4 titik sondir yang menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras rata-rata berada pada kedalaman 2.40 m.MT dengan nilai q_c berkisar 12 kg/cm² – 330 kg/cm². Letak pondasi gedung PTIK Universitas Negeri Semarang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

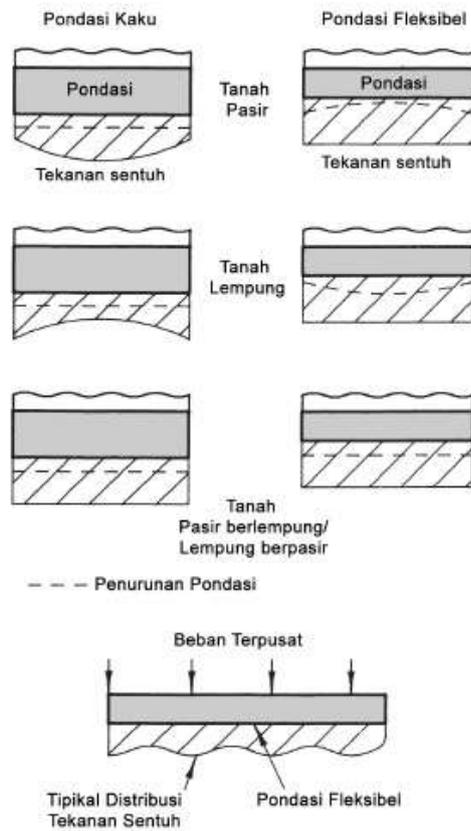


Gambar 6.1 Letak Pondasi Foot Plat

6.2 Perhitungan Dan Perencanaan Pondasi Foot Plat

- ▶ Bentuk pondasi : bujur sangkar
- ▶ Lebar pondasi (B) : 200 cm
- ▶ Panjang pondasi (L) : 200 cm
- ▶ Kedalaman pondasi (D_f) : 250 cm
- ▶ Konus (c) : $0,55 \text{ kg/cm}^2$
- ▶ Sudut geser dalam (Φ) : 25°
- ▶ Mutu beton (f_c) : 20 Mpa (K-250)
- ▶ Mutu baja (f_y) : 390 Mpa

Dalam prosedur pendesainan pondasi pelat, distribusi tekanan sentuh di bawahdasar pondasi tentunya harus diketahui terlebih dahulu sebelum menghitungmomen lentur, gaya geser, dan estimasi penurunan akibat pemampatan lapisantanah di sekitar pondasi. Distribusi tekanan sentuh ini dipengaruhi oleh beberapafaktor antara lain eksentrisitas beban, besarnya gaya momen yang bekerja,kekakuan struktur pondasi, hubungan antara karateristik tegangan-deformasi sertatingkat kekasaran dasar pondasi (Gambar 1).



Gambar 6.2 Kekakuan pondasi pelat dan tekanan sentuh yang dihasilkan.

Winkler memperkenalkan konsep reaksi subgrade pada aplikasi mekanika padatahun 1867. Dalam teori reaksi subgrade, penyederhanaan prosedur bahwa penurunan (s) dari sembarang elemen yang mengalami pembebanan sepenuhnya tidak bergantung pada beban yang bekerja pada elemen yang bersebelahan tentunya berbeda dengan kenyataan yang sebenarnya sehingga intensitas tekanan p pada elemen tersebut bukan merupakan tekanan sentuh yang sebenarnya, namun hanya tekanan sentuh fiktif yang seterusnya disebut denganreaksi subgrade.

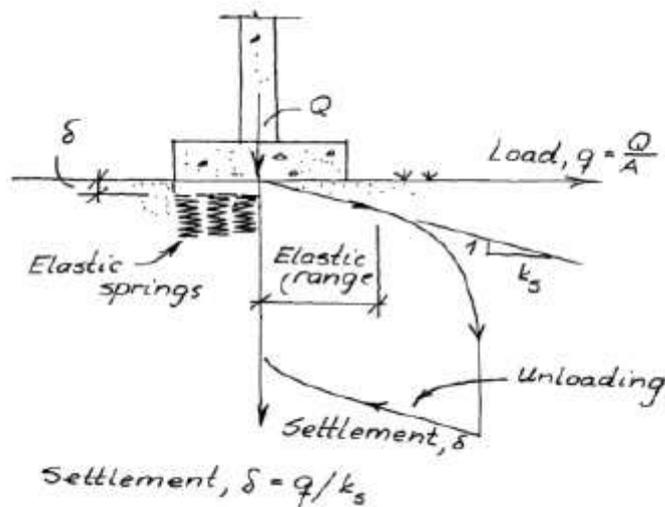
$$ks = p/s$$

dengan,

ks = koefisien reaksi subgrade (kN/m^3)

p = reaksi subgrade (kN/m^2)

s = penurunan (m)



Gambar 6.3 Koefisien reaksi subgrade (k_s) hanya berlaku pada reaksi elastis

Penyederhanaan hubungan antara karakteristik tegangan - deformasi dari subgrade dan tekanan sentuh yang sebenarnya pada dasar pondasi dan mengkompensasi kesalahan akibat asumsi - asumsi dengan suatu faktor keamanan yang cukup merupakan pendekatan praktis dalam pendesainan sebuah pondasi(Terzaghi,1996).

Sehingga dapat dikatakan bahwa koefisien reaksi subgrade bukan merupakan properti tanah namun respon yang diberikan oleh tanah akibat pembebanan di atastanah.

1. Perhitungan q_{ult} dan q_{allNET}

Karena sudut geser dalam (Φ) dari hasil uji soil properties 25° maka nilai – nilai faktor kapasitas dukung tanah menurut Terzaghi sebagai berikut:

$$N_c : 25,1$$

$$N_q : 12,7$$

$$N_\gamma : 9,7$$

$$\text{Faktor aman (Fs)} = 3$$

$$\begin{aligned} \blacktriangleright q &= \gamma_b \cdot D_f \\ &= 1,63 \cdot 2,5 \\ &= 4,075 \text{ ton/m}^2 \\ &= 0,407 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \blacktriangleright q_{ult} &= (1,3 \cdot c \cdot N_c) + (q \cdot N_q) + (0,4 \cdot b \cdot \gamma \cdot N_\gamma) \\ &= (1,3 \cdot 0,55 \cdot 25,1) + (0,407 \cdot 12,7) + (0,4 \cdot 200 \cdot (1,64/1000) \\ &\quad \cdot 9,7) \end{aligned}$$

$$= 17,94 + 5,16 + 1,3$$

$$= 24,4 \text{ kg/cm}^2$$

$$\blacktriangleright q_{\text{allNET}} = \frac{q_{\text{ult}} - q}{f_s} = \frac{24,4 - 0,407}{3} = 7,99 \text{ kg/cm}^2 = 79,9 \text{ ton/m}^2$$

Besarnya tegangan ijin yang dapat digunakan untuk mendesain pondasi adalah $q_{\text{allNET}} = 7,99 \text{ kg/cm}^2$

Keteerangan:

✘ q = berat tanah di atas pondasi (kg/cm^2)

✘ q_{ult} = kapasitas dukung ultimed (kg/cm^2)

✘ q_{allNET} = kapasitas dukung aman (kg/cm^2)

2. *Beban gaya vertikal sentris*

- $A = B \cdot L = 2 \cdot 2 = 4 \text{ m}^2$

- $\sigma = \frac{P}{A} + q = \frac{1156,290}{4} - 0,407 = 329,82 \text{ kN/m}^2$

Keterangan:

✘ A = luas dasar pondasi (m^2)

✘ P = beban vertikal sentris (kN)

✘ σ = tegangan tanah (kN/m^2)

3. *Analisis beban momen*

- Tegangan maksimum pada $x = B/2$, $y = B/2$

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{max}} &= \frac{P}{A} + \frac{6 \cdot My}{B^2 \cdot L} + \frac{6 \cdot Mx}{L^2 \cdot B} + q \\ &= \frac{1156,290}{4} + \frac{6 \cdot 67,45}{2^2 \cdot 2} + \frac{6 \cdot 62,99}{2^2 \cdot 2} + 0,407 \end{aligned}$$

$$= 289,07 + 50,58 + 47,24 + 40,75$$

$$= 427,64 \text{ kN/m}^2$$

Syarat $\sigma_{\max} \leq q_{\text{allNET}}$

$$427,64 \text{ kN/m}^2 \leq 799 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots (\text{OK})$$

- Tegangan minimum pada $x = -B/2, y = -B/2$

$$\sigma_{\min} = \frac{P}{A} - \frac{6 \cdot My}{B^2 \cdot L} - \frac{6 \cdot Mx}{L^2 \cdot B} + q$$

$$= \frac{1156,290}{4} - \frac{6 \cdot 67,45}{2^2 \cdot 2} - \frac{6 \cdot 62,99}{2^2 \cdot 2} + 0,407$$

$$= 289,07 - 50,58 - 47,24 + 40,75$$

$$= 326,48 \text{ kN/m}^2$$

Syarat $\sigma_{\min} \geq 0 \text{ kN/m}^2$

$$326,48 \text{ kN/m}^2 \geq 0 \text{ kN/m}^2 \dots\dots\dots (\text{OK})$$

Jadi pondasi bujur sangkar dimensi 200 cm x 200 cm dapat digunakan.

BAB IX

PENUTUP

9.1 Simpulan

1. Perencanaan perhitungan pelat lantai pada gedung PTIK Universitas Negeri Semarang menggunakan metode amplop dibantu dengan program SAP 2000 v10. Dasar – dasar perencanaan sesuai dengan peraturan – peraturan sebagai berikut:

- SNI 03-2847-2002 Tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Rumah dan Gedung.
- SNI 03-1727-2002 F Tentang Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung.

Berdasarkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Bertulang untuk Bangunan Rumah dan Gedung dan Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung maka beban yang diperhitungkan sebagai berikut:

- Beban mati (WD) dikalikan dengan faktor 1,2
- Beban Hidup (WL) dikalikan dengan faktor 1,6
- Mutu beton (f_c) : 20 MPa (K-250)
- Mutu baja (f_y) : 390 MPa
- Tebal pelat : 12 cm

2. Struktur utama portal didesain dengan menggunakan :

- Mutu beton (f_c) : 20 Mpa (K-250)
- Mutu tulangan baja (f_y) :

- F_y 2400 kg/cm² atau U24 (tulangan polos) untuk diameter < diameter 13
- F_y 3900 kg/cm² atau U39 (tulangan deform/ulir) untuk diameter > diameter 13

Ukuran Ring Balk = 50 × 30 cm².

Ukuran Balok Portal = 40 × 20 cm².

Ukuran Sloof = 40 × 30 cm².

Ukuran Kolom = 55 x 55 cm²

Struktur bawah = Pondasi foot plat

3. Perencanaan pondasi gedung PTIK Universitas Negeri Semarang direncanakan menggunakan pondasi Foot plat. Hal ini didasarkan dari hasil 4 titik sondir yang menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras rata-rata berada pada kedalaman 2.40 m diatas muka tanah, dengan nilai q_c berkisar 12 kg/cm² – 330 kg/cm².

Dengan data perencanaan sebagai berikut :

- Bentuk pondasi : bujur sangkar
- Lebar pondasi (B) : 200 cm
- Panjang pondasi (L) : 200 cm
- Kedalaman pondasi (Df) : 250 cm
- Mutu beton (f_c) : 20 MPa (K-250)
- Mutu baja (f_y) : 390 MPa

4. Perencanaan gedung ini tidak menghitung beban gempa karena, berdasarkan hasil pencatatan tentang gempa – gempa tektonik yang terjadi, Indonesia dilalui oleh dua dari tiga jalur gempa bumi. Wilayah gempa di Indonesia terbagi dalam 6 wilayah. Wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah gempa 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa didasarkan percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun. Wilayah Semarang termasuk dalam wilayah gempa/zona 2, untuk itu pada pertitungan ini diharapkan sudah bisa menahan kekuatan beban mati dan beban hidup pada pembangunan gedung ini.

9.2 Saran

1. Pada perhitungan pembangunan gedung PTIK ini saya menggunakan SAP 2000 v10, untuk itu saya menyarankan agar memakai SAP yang versinya lebih tinggi.
2. Walau saya tidak menghitung pembebanan gempa tetapi, Letak geografis Negara Indonesia yang berada pada jalur *ring of fire* dan pertemuan antara lempeng bumi, sehingga negara ini sering terjadi gempa oleh karena itu akan lebih baik jika bangunan juga di desain mampu menahan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

Departement Pekerjaan Umum. 2007. *Pedoman Teknis Pembangunan Gedung Negara*.

Tricahyo, Hanggoro. 2007. *Handout Rekayasa Pondasi 1 Pondasi plat fleksible*

Cvis, W. C dan Gideon H. Kusuma. 2005. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.

LAMPIRAN

Gambar bestek

Hasil analisis program SAP 2000 v 10

Data soil properties

Rencana anggaran biaya

Revisi

HASIL SONDIR (CONE PENETRATION TEST)								
PROYEK : RENCANA PEMBANGUNAN DEKANAT FIK								
NO. TITIK : S1								
LOKASI : KAMPUS UNNES SEKARAN GUNUNGPATI SEMARANG								
TANGGAL : 14 JULI 2013								
KEDALAMAN (m)	BACAAN KONUS (kg)	BACAAN qc + fs (kg)	BACAAN fs (Ton)	qc (kg/cm ²)	fs (kg/cm ²) /20 cm	Δ fs	Δ fs/10	Rac fs/qc (%)
0.00	0	0	0	0	0	0	0	0.00
0.20	12	17	0.5	12	10	10	1	4.17
0.40	15	20	0.5	15	10	20	2	3.33
0.60	25	33	0.8	25	16	36	3.6	3.20
0.80	23	18	-0.5	23	-10	26	2.6	-2.17
1.00	100	113	1.3	100	26	52	5.2	1.30
1.20	125	138	1.3	125	26	78	7.8	1.04
1.40	135	150	1.5	135	30	108	10.8	1.11
1.60	110	124	1.4	110	28	136	13.6	1.27
1.80	110	125	1.5	110	30	166	16.6	1.36
2.00	220	240	2	220	40	206	20.6	0.91
2.20	280	300	2	280	40	246	24.6	0.71
2.40	330	348	1.8	330	36	282	28.2	0.55
LABORATORIUM MEKANIKA TANAH TEKNIK SIPIL UNNES								