

**TINJAUAN PLAT LANTAI GEDUNG III UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH BUTON**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Guna Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil



3

OLEH :

MAKMUR
NPM : 111 301 008

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BUTON
BAUBAU
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

HALAMAN PENGESAHAN

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **MAKMUR**

N P M : **111301008**

Program Studi : **TEKNIK SIPIL**

Fakultas : **TEKNIK**

Perguruan Tinggi : **UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BUTON**

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul : ***TINJAUAN PLAT LANTAI GEDUNG III UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH BUTON*** ini adalah hasil karya asli penulis dan apabila dikemudian hari terbukti Skripsi ini dibuat oleh orang lain dan atau hasil plagiat baik seluruhnya maupun sebahagian maka penulis bersedia dituntut sesuai peraturan Perundang-undangan dan sekaligus Skripsi dan Gelar yang penulis peroleh batal demi hukum.

Baubau, ... November 2017

Penulis,

MAKMUR
NPM. 111301008

ABSTRAK

Makmur (111301008) : “Tinjauan Plat Lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton”. Skripsi : Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton. Dibimbing oleh Bapak **Romy Talanipa, ST, MT.**, selaku Pembimbing I dan Bapak **Morgan L. Setiady, ST, MT.**, selaku Pembimbing II.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui : (1) Bagaimana ketebalan Plat lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971?; (2) Bagaimana dimensi tulangan Plat lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton?. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah : (1) Untuk menganalisis ketebalan tulangan plat lantai gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971; (2) Untuk menganalisis dimensi plat lantai gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan SNI 03-2847-2002.

Penelitian dilakukan di Gedung Universitas Muhammadiyah Buton. Adapun Sumber data dalam penelitian ini adalah : (1) Data primer, yaitu Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek, seperti gambar bestek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Kerja dan Syarat (RKS). Data primer ini disebut juga data asli atau data baru yang diperoleh dari hasil survey di lapangan; dan (2) Data sekunder, yaitu data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis. Data sekunder, diantaranya data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau material bangunan yang digunakan, peraturan-peraturan bangunan gedung dari Departemen Pekerjaan Umum dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis. Data ini diperoleh dari buku-buku literatur, laporan, perpustakaan atau dari laporan penelitian terdahulu. Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan menunjukkan : (1) Ketebalan plat yang di rencanakan dari hasil penelitian adalah 12 cm, dan (2) Dimensi tulangan digunakan $\emptyset 12$ cm

Kata kunci : *Plat Lantai*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya jualah sehingga skripsi ini bisa terselesaikan. Skripsi ini berjudul “**Tinjauan Plat Lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton**”.

Dalam kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak, yang telah memberikan bantuan arahan dan dorongan selama penulis studi. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak **Suriadi, SP, MM.**, selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Buton;
2. Bapak **Ahmad Effendi, ST, MT.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton;
3. Bapak **Syamsul Bahri Bahar, ST, MT.**, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton;
4. Bapak **Romy Talanipa, ST, MT.**, selaku Pembimbing I dan Bapak **Morgan L. Setiady, ST, MT.**, selaku Pembimbing II;
5. Bapak dan Ibu Dosen serta staf administrasi di lingkup Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton;
6. Kedua orang tuaku tercinta yang telah mengiringi dengan doa, memberikan kasih sayang dan didikan yang tegas serta saudara-saudaraku yang senantiasa memberikan semangat, dorongan dan doa kepada penulis selama menempuh pendidikan;
7. Rekan-rekan mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton, yang telah membantu, menemani selama pendidikan dan senang bisa mengenal kalian semua;
8. Kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan studi yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis berharap bahwa apa yang disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan Ilmu pengetahuan. Semoga kesemuanya ini dapat ibadah di sisi-Nya. *Amin.*

Baubau, ... November 2017

Penyusun,

MAKMUR
NPM. 111301008

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. LatarBelakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PenelitianTerdahulu	5
2.2. Definisi Bangunan Gedung Bertingkat.....	9
2.3. Kombinasi Pembebanan untuk Desain Struktur Beton.....	13
2.4. Pembebanan Gedung	15
2.5. Acuan Awal Perencanaan	28
2.6. Definisi Plat	30
2.7. Perencanaan Plat	32
2.8. Analisis Menggunakan SAP 2000	42
BAB III.METODE PENELITIAN	46

3.1. Umum	46
3.2. Metode Pengumpulan Data	46
3.3. Tata Urutan Dan Langkah Kerja.....	47
3.4. Data Perencanaan	47
3.5. Diagram Alir Penyusunan Laporan Tugas Akhir	48
BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN	50
4.1. Preliminary Design	50
4.2. Desain Tulangan Plat	53
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	60
5.2. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koefisien Beban Hidup.....	19
Tabel 2.2. Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif	20
Tabel 2.3. Respon Spektrum Gempa Rencana Untuk Tiga Kondisi Tanah.....	24
Tabel 2.4. Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak MukaTanah (SNI 03 – 1726 – 2002)	25
Tabel 2.5. Nilai Spektrum Respon Gempa Rencana (SNI 03 – 1726 – 2002).....	25
Tabel 2.6. Nilai Faktor Keutamaan (Pasal 4.1.2 SNI 03 – 1726 – 2002)	26
Tabel 2.7. Faktor Modifikasi Respons untuk Sistem Struktur Beton Bertulang	27
Tabel 2.8. Pemilihan Sistem Struktur	30
Tabel 2.9. Minimum Plat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Wilayah Gempa Indonesia Dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Periode Ulang 500 Tahun	23
Gambar 2.2.	Bentuk Tipikal Spektrum Gempa Rencana Wilayah Gempa 2	24
Gambar 2.3.	Pembebanan Pada Bangunan Gedung.....	28
Gambar 2.4.	Plat Yang Ditumpu Pada Keempat Sisinya.....	33
Gambar 2.5.	Koefisien Momen.....	35
Gambar 2.6.	Penulangan Plat Satu Arah.....	37
Gambar 2.7.	Penentuan Jarak Tulangan.....	40
Gambar 2.8.	Pemodelan Plat Lantai 5000 mm x 5000 mm x 125 mm denganSAP2000	42
Gambar 2.9.	Lendutan Maksimum Pada Plat Lantai Beton.....	42
Gambar 2.10.	Output Nilai Periode Dan Frekuensi Alamiah Plat Lantai BetonBertulang dengan SAP2000	43
Gambar 2.11.	Tampilan Pada SAP2000 dalam Mengatur Tendon Prategang.....	44
Gambar 2.12.	Lendutan Maksimum pada Plat Lantai Beton Prategang	44
Gambar 2.13.	Output Nilai Periode Dan Frekuensi Alamiah Plat Lantai BetonBertulang dengan SAP2000.....	45
Gambar 3.1.	Perencanaan Plat lantai Gedung.....	48
Gambar 3.2.	Diagram Alur.....	49
Gambar 4.1.	Bagian pelat yang diperhitungkan untuk balok	51
Gambar 4.2.	Detail penulangan pelat	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Universitas Muhammadiyah Buton (UMB) merupakan salah satu Universitas terbesar yang terletak di Kota Baubau, yang keberadaannya sangat membantu masyarakat di sekitar wilayah Kota Baubau pada khususnya maupun masyarakat dari luar Kota Baubau pada umumnya untuk melanjutkan pendidikan.

Seiring dengan perkembangan zaman, dan semakin meningkatnya jumlah mahasiswa maka menjadi perhatian bagi para pemangku kepentingan di Universitas Muhammadiyah Buton. Guna memberikan suatu kenyamanan bagi mahasiswa perlu dibangun suatu bangunan perkuliahan dan laboratorium, maka dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat pada Universitas Muhammadiyah Buton ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk melengkapi serta memberikan rasa nyaman dan aman bagi mahasiswa yang hendak belajar.

Pekerjaan pembangunan gedung bertingkat bukanlah hal yang mudah, artinya didalam prosesnya harus dimiliki suatu pengetahuan yang khusus. Hal ini tentunya berbeda dengan pembuatan bangunan yang tidak bertingkat. Lebih-lebih jika didalam pekerjaan ini menggunakan beton bertulang. Perlu pengetahuan dan kecermatan di dalam pekerjaan tersebut, diantaranya dari segi kualitas beton dan kebutuhan tulangan yang diperlukan. Banyak pekerja konstruksi yang bisa mengerjakan pekerjaan beton, tapi banyak juga yang tidak memperhatikan kualitas dari beton maupun kebutuhan tulangan yang diperlukan. Sehingga jika didalam pekerjaan beton mengalami suatu kesalahan, struktur

tersebut akan runtuh karena hasil dari pekerjaan yang buruk dan struktur tidak bisa menahan beban yang bekerja.

Demikian halnya dengan pekerjaan beton, yaitu pekerjaan perencanaan kebutuhan tulangan pelat beton bertulang. Pelat merupakan suatu konstruksi sekunder dari sebuah struktur. Pelat yang kuat didasarkan pada suatu perhitungan yang cermat. Penyelesaian eksak analisa struktur untuk pelat sangatlah rumit. Dalam penyelesaian itu membutuhkan waktu yang lama dan melibatkan persamaan diferensial yang pemecahan matematisnya sangatlah rumit.

Memperhatikan rumitnya penyelesaian matematis tersebut, dikembangkanlah alat bantu berupa tabel perhitungan momen lentur pada pelat dua arah. Hal ini membuat perencanaan suatu struktur pelat lantai menjadi lebih mudah. Namun demikian, tabel-tabel yang terdapat dalam Peraturan beton Indonesia 1971, memiliki keterbatasan, terutama dalam menentukan perletakan pelat lantai, tebal dan bentang dari pelat lantai tersebut. Tentunya perencanaan ini memerlukan suatu kecermatan dan pengetahuan yang lebih, karena pada dasarnya struktur ini merupakan bagian yang pertama kali menerima beban.

Pada perencanaan kampus III Universitas Muhammadiyah buton yang menjadi pokok pembahasan adalah struktur plat lantai dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971. Maka penulisan tugas akhir ini dengan judul “Tinjauan Perencanaan Pelat Lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton”.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana ketebalan Plat lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971?

2. Bagaimana dimensi tulangan Plat lantai Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton

1.3. Tujuan Penelitian

Penulisan ini bertujuan untuk :

1. Untuk menganalisis ketebalan tulangan plat lantai gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971.
2. Untuk menganalisis dimensi plat lantai gedung III Universitas Muhammadiyah Buton dengan menggunakan. SNI 03-2847-2002

1.4. Batasan Masalah

- 1 Penyusunan tugas akhir ini difokuskan pada struktur atas yaitu plat lantai gedung III Universitas Muhammadiyah Buton.
- 2 Metode perhitungan menggunakan SNI 03-2847-2002, PBI 1971

1.5. Manfaat Penelitian

- 1 Diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi secara lebih detail dalam perencanaan struktur plat untuk bangunan bertingkat beton bertulang.
- 2 Dari hasil perencanaan struktur plat bangunan bertingkat beton bertulang Universitas Muhammadiyah Buton maka diharap dapat diketahui perencanaan plat yang lebih efisien.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan ini direncanakan akan disusun dalam lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Pendahuluan memuat tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

Bab II Tinjauan pustaka

Bab ini menjelaskan pokok-pokok kajian tentang definisi pelat, peraturan-peraturan dan pembebanan pada struktur pelat lantai, landasan teori yang mencakup rumus-rumus serta asumsi-asumsi yang dipakai dalam perencanaan struktural pelat lantai.

Bab III Metode penelitian

Bab ini membahas tentang metode yang digunakan serta proses penelitian meliputi metode pengumpulan data dan langkah penelitian.

Bab IV Analisis dan pembahasan

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan struktur rencana tulangan plat lantai dengan peraturan SNI 03-2847-2002, PBI 1971

Bab V Penutup

Bab ini berisi penutup dari laporan Tugas Akhir meliputi kesimpulan-kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

1. Agung Wibawanto, 2013. Dalam skripsinya berjudul “*Perkuatan Pelat Lantai Gudang Alfamart Semarang Dengan Metoda Pelat Terpaku*”. Berdasarkan hasil penelitian panjang dan jarak antar tiang efektif yang digunakan untuk mendukung pelat lantai modul 18 m x 10,8 m adalah tiang diameter 20 cm dengan panjang 9 m dengan jarak 5D. Pemilihan ini berdasarkan perpotongan garis pada grafik hubungan jarak antar tiang dengan harga dan grafik hubungan jarak antar tiang dengan lendutan, jarak paling

optimum dengan reduksi lendutan terbesar dan biaya paling efisien adalah pemasangan tiang kedalaman 9 m dengan jarak antar tiang sebesar 5D. Penurunan yang terjadi pada pelat lantai sebelum pemasangan tiang adalah sebesar 4,451 cm dan 1,348 cm masing-masing untuk hasil perhitungan menggunakan program Plaxis dan hitungan manual. Penurunan yang terjadi setelah pemasangan tiang dengan panjang 9 m dan jarak antar tiang sebesar 5D adalah 1,126 cm untuk perhitungan dengan Plaxis dan 0,352 cm untuk perhitungan secara manual. Jumlah tiang yang digunakan untuk mendukung pelat lantai modul 18 m x 10,8 m adalah 194 buah dengan total biaya material tiang Rp 218.250.000. Hasil pengecekan tulangan pelat lantai dalam kondisi eksisting (D13-200) menggunakan program menunjukkan bahwa tulangan terpasang masih memenuhi kapasitasnya.

- 2. Iwan Rustendi, 2010. Dalam jurnalnya yang berjudul “Evaluasi Dan Solusi Vibrasi Pelat Lantai Gedung Rita Departement Store And Super Market Cilacap”.** Berdasarkan hasil investigasi struktur pelat lantai mempunyai ukuran panel 6x8,7 meter (tidak ada balok anak) dengan ketebalan pelat lantai 12cm. Berdasarkan evaluasi penyebab vibrasi pada pelat lantai adalah akibat plat lantai yang tidak mempunyai kekakuan yang cukup atau ketebalan plat lantai kurang dari ketebalan minimal sehingga lendutannya melebihi yang diperkenankan. Karena kalau mengacu pada SKSNIT 15199103 dengan ukuran panel plat 6 x 8,7 meter ketebalan pelat lantai seharusnya minimal 16cm. Alternatif solusi perkuatan struktur yang dilakukan adalah memperkecil bentang pelat dengan cara menambah balok anak (balok perkuatan) berupa profil IWF 300 x 150 x 5,5 x 8mm mutu St 37 sebanyak 2 buah untuk setiap panel pelat lantai. Bentang plat 8,70 m yang merupakan bentang panjang (ly) dibagi menjadi 3 bagian, sehingga ukuran panel

pelat menjadi $2,90 \times 6,00 \text{ m}^2$.

3. Shyama Maricar, 2010. Dalam jurnalnya berjudul “*Perencanaan Pelat Bangunan Gedung Dengan Metode Marcus*”. Adapun hasil penelitian :

a. Dari hasil perhitungan kombinasi pembebanan dengan menggunakan rumus $1,2 \text{ MD} + 1,6 \text{ ML}$, diperoleh nilai pembebanan maksimum yaitu akibat berat sendiri pelat sebesar :

$$\text{MLx (momen lapangan arah x)} = 3.0482 \text{ ton. m}$$

$$\text{MLy (momen lapangan arah y)} = 1.4394 \text{ ton. m}$$

$$\text{Mtx (momen tumpuan arah x)} = -6.4351 \text{ ton. m}$$

$$\text{Mty (momen tumpuan arah y)} = -4.8263 \text{ ton. m}$$

b. Dari hasil perhitungantulangan diperoleh:

- Untuk tulangan lapanganarah x digunakan tulangan $\Phi 12- 150$.
- Untuk tulangan tumpuan arah x digunakan tulangan $\Phi 12 - 150$.
- Untuk tulangan lapangan arah y digunakan tulangan $\Phi 14- 150$.
- Untuk tulangan tumpuan arah y digunakan tulangan $\Phi 14 - 150$.
- Namun, untuk keseragaman pemakaian tulangan digunakan tulangan $\Phi 14 - 150$ pada tulangan tumpuan dan lapangan arah x ,y.

4. Mahfud, 2009. Dalam jurnalnya yang berjudul “*Analisa Plat Lantai Dasar Gedung Serbaguna Politeknik Negeri Balikpapan*”. Hasil pengujian kepadatan tanah dengan *testsandcone* diperoleh nilai rata-rata 96,149% dengan kadar air rata-rata12,578% dengan jarak sample tes dilakukan setiap jarak 30m^2 , dan untuk tebal plat pada tanah *slab on grade* dihasilkan ketebalan12cm dengan jarak tulangan D10-15 cm untuk arah X dan Y, sedangkan untuk tanah *suspended* didapat tebal plat 12cm dengan jarak

tulangan D 10-10 cm untuk arah Y dan jarak D10-15 cm untuk arah X.

5. Rininta Fastaria dan Yusroniya Eka Putri, 2014. Dalam jurnalnya berjudul “*Analisa Perbandingan Metode Halfslab dan Plat Komposit Bondek Pekerjaan Struktur Plat Lantai Proyek Pembangunan Apartement De Papilio Tamansari Surabaya*”. Berdasarkan hasil perhitungan terhadap biaya dan waktu pada metode *halfslab* yang merupakan kondisi existing, waktu yang diperlukan untuk metode *halfslab* ini adalah 205 hari dengan biaya sebesar Rp. 15.342.599.781,12 dan untuk metode plat komposit bondek membutuhkan waktu pelaksanaan selama 176 hari dengan biaya sebesar Rp. 10.698.498.238,00.
6. Michael Tedja; Anastasia Prisilla; Carolina; Dimas E. J. Wiharyanto; Johnsen Susiyo, 2013. Dalam jurnalnya berjudul “*Perbandingan Metode Konstruksi Plat Lantai Sistem Double Wire Mesh Dengan Sistem Half Slab*”. Plat lantai merupakan salah satu struktur pada bangunan bertingkat dua atau lebih. Seperti struktur lainnya, plat lantai juga mengalami perkembangan dari waktu ke waktu. Tuntutan waktu pekerjaan yang lebih singkat dengan biaya yang lebih murah menjadi salah satu alasan terjadinya perkembangan struktur dalam pembangunan rumah. Pekerjaan plat lantai dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu konvensional berupa double wire mesh dan modern half slab. Tujuan dari penulisan karya ilmiah ini ialah untuk mengetahui metode konstruksi plat lantai yang lebih efisien dari segi biaya dan waktu di antara kedua metode tersebut. Penelitian dilakukan menggunakan metode survei, komparatif dan studi pustaka. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kedua metode mempunyai kelebihan dan kelemahan. Metode double wire mesh memakan biaya pengerjaan lebih murah sedangkan metode half slab memakan waktu pengerjaan lebih cepat.

2.2. Definisi Gedung Bertingkat

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.

Bangunan bertingkat adalah bangunan yang lantainya lebih dari satu lantai secara vertikal. Gedung bertingkat dibangun karena keterbatasan lahan pada daerah perkotaan yang mahal. Pada struktur gedung bertingkat umumnya terbagi atas dua bagian utama yaitu struktur atas dan struktur bawah. 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 keawetannya sesuai dengan peruntukan yang telah ditentukan.

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 kelayakan (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 bahayakebakaran 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 Universitas Muhammadiyah Buton direncanakan empat 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.

2.3. 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 $U = 1,4 D$
(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*.

2.4. 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, SNI 03-2847-2002, PBI 1991 (Peraturan Beton Indonesia). 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 semenportland, teraso, beton tanpa adukan, per cm tebal : 24 kg/m²
- Langit-langit eternit 4 mm termasuk rusuk-rusuknya tanpa penggantung langit-langit atau pengaku : 11 kg/m²
- Penggantung langit-langit dari kayu dengan bentang max 5 meter dengan jarak s.k.s min 0,80 meter : 7 kg/m²
- Penutup atap genting dengan reng dan usuk per m² bidang atap : 50 kg/m²
- Penutup atap seng gelombang tanpa gording : 10 kg/m²
- Penutup atap asbes gelombang 5 mm tanpa Gording : 11 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/m²
- Apartment : 200 kg/m²
- Sekolah/Kantor/Hotel/Asrama/R.Sakit/Toko/Restoran : 250 kg/m²
- Koridor, tangga/bordes : 300 kg/m²
- Gd.Pertemuan/R. Pagelaran/R. Olah Raga/Masjid : 400 kg/m²
- Panggung penonton dng penonton yang berdiri : 500 kg/m²
- Ruang pelengkap : 250 kg/m²
- Tangga/bordes : 500 kg/m²
- Beban Perpus/R.Arsip/Toko Buku/ Pabrik/Bengkel/
Ruang ME/Gudang/Kluis ditentukan sendiri minimal : 400 kg/m²
- Balkon yang menjorok bebas keluar : 300 kg/m²
- Parkir, Heavy (Lantai Bawah) : 800 kg/m²
- Parkir, Light : 400 kg/m²
- Pot Kembang/Planter : h x γ_{soil}
- Water Feature/Pool : hw x water
- Beban Lift (Berat Lift x Faktor Kejut) : wlift x 2,0
(Wlift dari konsultan ME)
- Beban Eskalator (Berat Eskalator x Faktor Kejut) : wesk x f. kejut
- Faktor kejut bersifat lokal dapat diambil 1,1 - 1,5 (untuk disain keseluruhan tidak perlu dimasukkan)
- Beban diatas roof :
- Roof tank (q) : q water/luasa

- 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 berikut dibawah ini :

Tabel 2.1.Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Reduksi Beban Hidup	
	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,Pendidikan, kantor, Pertemuan Umum,Perdagangan, Penyimpanan, Industri, Tempat Kendaraan		
Tangga :	0,75	0,5
Perumahan/Penghunian, Pendidikan, kantor Pertemuan Umum,Perdagangan, Penyimpanan, Industri, Tempat Kendaraan		
Tangga :	0,90	0,5
Perumahan/Penghunian, Pendidikan, kantor Pertemuan Umum,Perdagangan, Penyimpanan,Industri, Tempat Kendaraan		

Sumber : SNI 1926 – 2002

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

Tabel 2.2. Koefisien Reduksi Beban Hidup Kumulatif

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

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)

Beban gempa merupakan semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung yang menirukan pengaruh gerakan tanah akibat gempa. Jika pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan analisis dinamik, maka beban gempa adalah gaya-gaya di dalam struktur yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa. SNI 1726 tahun 2002 mengatur Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Standar menentukan pengaruh gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung ditetapkan mempunyai periode ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun. Dalam SNI 03-1726-2002, ditentukan jenis struktur gedung beraturan dan tidak beraturan. Struktur gedung ditetapkan sebagai struktur gedung beraturan, apabila memenuhi ketentuan antara lain sebagai berikut (pasal 4.2.1):

- a. Tinggi struktur gedung diukur dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
- b. Denah gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan, jika terdapat tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.
- c. Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut, jika mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.
- d. Sistem struktur gedung terbentuk oleh subsistem penahan beban lateral yang arahnya saling tegak lurus dan sejajar dengan sumbu- sumbu utama ortogonal denah struktur

gedung secara keseluruhan.

- e. Sistem struktur gedung tidak menunjukkan loncatan bidang muka, jika terdapat loncatan bidang muka, ukuran dari denah struktur bagian gedung yang menjulang dalam masing – masing arah, tidak kurang dari 75% dari ukuran terbesar denah struktur bagian gedung sebelah bawahnya.
- f. Sistem struktur gedung memiliki kekakuan lateral yang beraturan, tanpa adanya tingkat lunak.
- g. Sistem struktur gedung memiliki berat lantai tingkat yang beraturan, artinya setiap lantai tingkat memiliki berat yang tidak lebih dari 150% dari berat lantai di atasnya atau di bawahnya.
- h. Sistem struktur gedung memiliki unsur – unsur vertikal dari sistem penahan beban lateral yang menerus, tanpa perpindahan titik beratnya, kecuali bila perpindahan tersebut tidak lebih dari setengah ukuran unsur dalam arah perpindahan tersebut
- i. Sistem struktur gedung memiliki tingkat yang menerus, tanpa lubang atau bukan yang luasnya lebih dari 50% luas seluruh lantai tingkat. Kalaupun terdapat lantai tingkat dengan lubang atau bukan, jumlahnya tidak boleh melebihi 20% dari jumlah lantai tingkat seluruhnya.

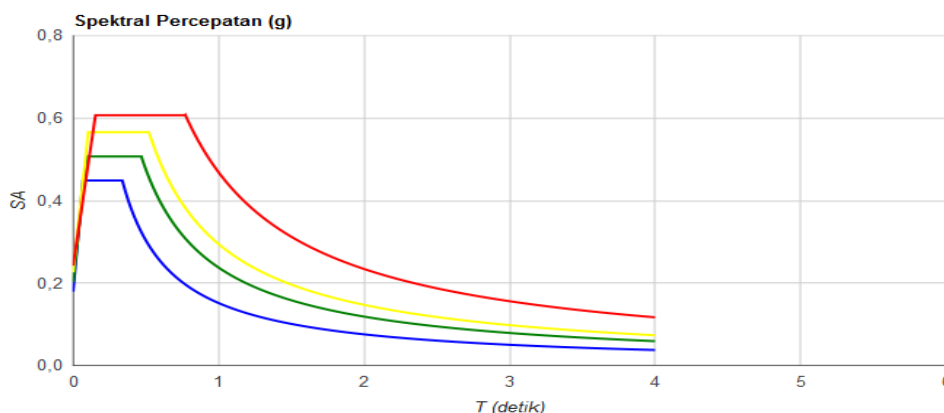
Untuk struktur gedung beraturan pengaruh gempa rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen. Sedangkan menurut pasal 4.2.2, struktur gedung yang tidak memenuhi ketentuan pasal 4.2.1, ditetapkan sebagai struktur gedung tidak beraturan. Untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik.

Berdasarkan hasil pencatatan tentang gempa – gempa tektonik yang terjadi,

Indonesia dilalui oleh dua dari tiga jalur gempa bumi, untuk itu perencanaan pembangunan gedung di Indonesia harus direncanakan dapat menahan beban gempa bumi, karena wilayah Kota Baubau berada di Indonesia maka perencanaan pembangunan gedung direncanakan dapat menahan beban 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.

Gambar 2.1. Wilayah Gempa Indonesia dengan Percepatan Puncak Batuan Dasar Periode Ulang 500 Tahun.

Untuk menentukan pengaruh gempa rencana pada struktur gedung, maka untuk masing-masing wilayah gempa ditetapkan spektrum respons gempa rencana C – T, dengan bentuk tipikal seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Bentuk Tipikal Spektrum Respon Gempa Rencana Wilayah Gempa 2.

Tabel 2.3. Respon Spektrum Gempa Rencana untuk Tiga Kondisi Tanah

Periode Getar T (Detik)	Koefisien Gempa (C)		
	Tanah Lunak	Tanah Sedang	Tanah Keras
0,0	0,20	0,15	0,12
0,2	0,50	0,38	0,30
0,5	0,5	0,38	0,30
0,6	0,50	0,38	0,25
1,0	0,5	0,23	0,15
2,0	0,25	0,115	0,075
3,0	0,166	0,076	0,050

Sumber : (SNI 03-1726-2002)

Untuk keperluan perhitungan struktur maka input beban gempa dinyatakan dalam nilai percepatan. A_0 adalah nilai percepatan gempa di permukaan tanah, A_m adalah percepatan maksimum ditetapkan sebesar 2,5 kali nilai A_0 , dan A_r dihitung sebagai $A_m \times T_c$ tersaji dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.4. Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah (SNI 03-1726-2002)

Wilayah Gempa	Percepatan Puncak Batuan Dasar ('g')	Percepatan Puncak Muka Tanah A_0 ('g')			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan
2	0,10	0,12	0,15	0,20	elevasi
3	0,15	0,18	0,23	0,30	khusus
4	0,20	0,24	0,28	0,34	disetiap
5	0,25	0,28	0,32	0,36	lokasi
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI

03-1726-2002)

Tabel 2.5. Nilai Spektrum Respon Gempa Rencana (SNI 03-1726-2002)

Wilayah Gempa	Tanah Keras $T_c = 0,5$ Detik		Tanah Sedang $T_c = 0,6$ Detik		Tanah Lunak $T_c = 1,0$ Detik	
	A_m	A_r	A_m	A_r	A_m	A_r
1	0,10	0,05	0,13	0,08	0,20	0,20
2	0,30	0,15	0,38	0,23	0,50	0,50
3	0,45	0,23	0,55	0,33	0,75	0,75
4	0,60	0,30	0,70	0,42	0,85	0,85
5	0,70	0,35	0,83	0,50	0,90	0,90
6	0,83	0,42	0,90	0,54	0,95	0,95

Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung (SNI 03-1726-2002)

Nilai faktor keutamaan (I) struktur dari bangunan gedung menyesuaikan dengan jenis kategori penggunaan gedung. Untuk gedung dengan kategori yang cukup penting yang akan sangat diperlukan kontinuitas penggunaan fungsinya atau yang bernilai cukup strategis maka nilai faktor keutamaan akan meningkat, seperti terlihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.6. Nilai Faktor Keutamaan (Pasal 4.1.2 SNI 03–1726–2002)

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan ($I = I_1 \times I_2$)		
	I_1	I_2	I
Gedung umum seperti untuk perumahan, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk penyimpanan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,6	1,0	1,6

Cerobong, tangki diatas menara	1,5	1,0	1,5
--------------------------------	-----	-----	-----

Sumber : Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung

Nilai faktor reduksi gempa ditentukan berdasarkan tingkat daktilitas struktur dan jenis sistem struktur yang dipakai. Seperti terlihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2.7. Faktor Modifikasi Respons untuk Sistem Struktur Beton Bertulang

Resiko Gempa	Jenis Struktur yang Dapat Dipakai (RSNI Beton 2002)	Faktor Modifikasi Respons (R)
Rendah (Wilayah 1-2)	Sistem Rangka Pemikul Momen:	3 – 3,5
	SRPMB (Bab 3-20)	5 – 5,5
	SRPMM (Ps.23.10)	8 – 8,5
Rendah (Wilayah 1-2)	SRPMK (Ps.23.3-23.5)	
	Sistem Dinding Struktural:	4 – 4,5
	SDSB (Bab 3-20)	5,5 – 6,5
Menengah (Wilayah 3-4)	SDSK (Ps.23.6)	
	Sistem Rangka Pemikul Momen:	5 – 5,5
	SRPMM	8 – 8,5
Tinggi (Wilayah 5-6)	SRPMK	
	Sistem Rangka Pemikul Momen:	8 – 8,5
Tinggi (Wilayah 5-6)	SRPMK	
	Sistem Dinding Struktural:	5,5 – 6,5
	SDSK	

Sumber : (SNI Beton 2002)

Dari tabel 2.7 SRPM adalah kepanjangan dari Sistem Rangka Pemikul Momen (sistem rangka ruang balok, kolom dan joint) dan SDS adalah kepanjangan dari Sistem Dinding Struktural (dinding yang diproporsikan menahan gaya dan momen). Akhiran huruf pada masing-masing sistem menyatakan sistem Biasa (B), Menengah (M) dan Khusus (K).

Gambar di bawah ini merupakan contoh permodelan pembebanan pada bangunan gedung.



Gambar 2.3. Pembebanan pada Bangunan Gedung

2.5. 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 : $t_p = L/35$

Flat slab : $t_p = L/25$

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

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

4. Cost analysis

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

Volume beton = 0.25-0.4 m³ beton/m² lantai

Berat baja= 90-150 kg baja/m³ beton

5. Sistem Struktur

Ada 2 macam sistem struktur sebagai berikut:

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

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

6. Pemilihan sistem struktur

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

Tabel 2.8. Pemilihan Sistem Struktur

Jumlah Lantai

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

Sumber :

2.6. Definisi Pelat

Pelat adalah elemen horizontal struktur yang mendukung beban mati maupun beban hidup dan menyalurkannya ke rangka vertikal dari sistem struktur. Pelat merupakan struktur bidang (permukaan) yang lurus, (datar atau melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensi yang lain. Pada umumnya bidang/permukaan atas dan bawah suatu pelat adalah sejajar atau hampir sejajar.

Tumpuan pelat pada umumnya dapat berupa balok-balok beton bertulang, struktur baja, kolom-kolom (lantai cendawan), dan dapat juga berupa tumpuan langsung diatas tanah. Pelat dapat ditumpu pada tumpuan garis yang menerus, seperti halnya dinding atau balok, tetapi dapat juga ditumpu secara lokal (diatas sebuah kolom beberapa kolom).

Untuk merencanakan pelat beton bertulang yang perlu dipertimbangkan tidak hanya pembebanan saja, tetapi juga jenis perletakan dan jenis penghubung di tempat tumpuan. Kekakuan hubungan antara pelat dan tumpuan akan menentukan besar momen lentur yang terjadi pada pelat. Untuk bangunan gedung, umumnya pelat tersebut ditumpu oleh balok-balok secara monolit, yaitu pelat dan balok dicor bersama-sama sehingga menjadi satu-kesatuan.

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak langsung di atas tanah. Pelat di dukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Adapun kegunaan pelat lantai adalah sebagai berikut:

- a. Memisahkan ruang bawah dan ruang atas
- b. Untuk meletakkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
- c. Meredam suara dari ruang atas atau ruang bawah
- d. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal

Adapun syarat-syarat teknis dan ekonomis yang harus dipenuhi oleh lantai antara lain :

- a. Lantai harus memiliki kekuatan yang cukup untuk memikul beban kerja yang ada di atasnya,
- b. Tumpuan pada dinding sedemikian rupa luas yang mendukung harus cukup besarnya,
- c. Lantai harus dijangkarkan pada dinding sedemikian rupa sehingga mencegah dinding melentur,
- d. Lantai harus mempunyai massa yang cukup untuk dapat meredam gema suara,
- e. Porositas lantai sekaligus harus memberikan isolasi yang baik terhadap hawa dingin dan hawa panas,
- f. Lantai harus memiliki kualitas yang baik dan harus dapat dipasang dengan cara cepat,
- g. Konstruksi lantai harus sedemikian rupa sehingga setelah umur pemakaian cukup panjang tidak kehilangan kekuatan.

2.7. Perencanaan Pelat

Untuk memodelkan pelat lantai, dianggap lantai mampu menahan gaya-gaya dari arah horizontal/gempa maupun arah vertikal. Dalam SAP2000, pada menu *Define Area Section*, terdapat 3 pilihan untuk memodelkan pelat berdasarkan gaya-gaya atau momen yang diwakilinya, yaitu :

1. *Element Membrane*, hanya memperhitungkan gaya-gaya sebidang atau momen yang

berputar pada sumbu yang tegak lurus bidangnya.

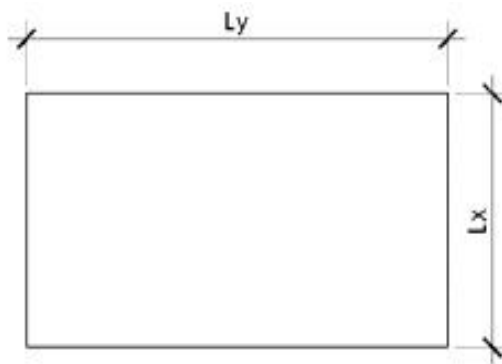
2. *Element Plate*, hanya memperhitungkan momen dan gaya transversal yang dihasilkan oleh gaya-gaya yang bekerja tegak lurus pada bidang *element* tersebut.
3. *Element Shell*, adalah *element* yang mempunyai kemampuan *element Membrane* dan *Shell* sekaligus.

Dari pengertian tersebut, maka dipilih *element Shell* dengan *type Shell Thick* dengan asumsi pelat lantai sebagai pelat kaku yang mampu berperan untuk menahan gaya gempa dengan cara lantai tersebut harus dikekang (*constraint*).

Pelat beton bertulang dalam suatu struktur dipakai pada lantai dan atap. Pada pelat yang ditumpu balok pada keempat sisinya, terbagi dua berdasarkan geometrinya, yaitu:

1. Pelat Satu Arah (*One Way Slab*)

Suatu pelat dikatakan pelat satu arah apabila L_y dibagi L_x kurang dari 2, dimana L_y adalah sisi panjang dan L_x adalah sisi pendek.



Gambar 2.4. Pelat yang ditumpu Pada Keempat Sisinya

Dalam perencanaan struktur pelat satu arah, langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan Tebal Pelat

Penentuan tebal pelat terlentur satu arah tergantung pada beban atau momen

lentur yang bekerja, defleksi yang terjadi, dan kebutuhan kuat geser yang dituntut. (Istimawan:56). Untuk pelat satu arah tanpa memperhitungkan lendutan dapat menggunakan tabel 8 pada SNI-03-2847-2002:63)

Tabel 2.9. Minimum Pelat Satu Arah Bila Lendutan Tidak Dihitung

	Tebal Minimum, h			
Komponen Struktur	Dua tumpuan Sederhana	Satu ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
Komponen Struktur	Komponen yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat masif satu arah	1/20	1/24	1/28	1/10
Balok atau pelat rusuk satu Arah	1/16	1/18,5	1/21	1/8

Sumber : (SNI 03 – 2847 – 2002 : 63)

CATATAN :

Panjang bentang dalam mm

Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan

beton normal ($w_c = 2400 \text{ Kg/m}^3$) dan tulangan BJTD 40. Untuk kondisi lain,

nilai di atas harus dimodifikasi sebagai berikut :

- a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis di antara **1500 kg/m³** sampai **200 kg/m³**, nilai tadi harus dikalikan dengan **1,65-(0,003) W_c** tetapi tidak kurang dari **1,09**, dimana **W_c** adalah berat jenis dalam kg/m³
- b) Untuk **f_y** selain 400 Mpa, nilainya harus dikalikan

- b. Menghitung Beban Mati Pelat Termasuk Beban Sendiri Pelat Dan Beban Hidup Serta

Menghitung Momen Rencana (W_u).

$$W_u = 1,2 W_{DD} + 1,6 W_{LL}$$

W_{DD} = Jumlah Beban Mati Pelat (KN/m)

W_{LL} = Jumlah Beban Hidup Pelat (KN/m)

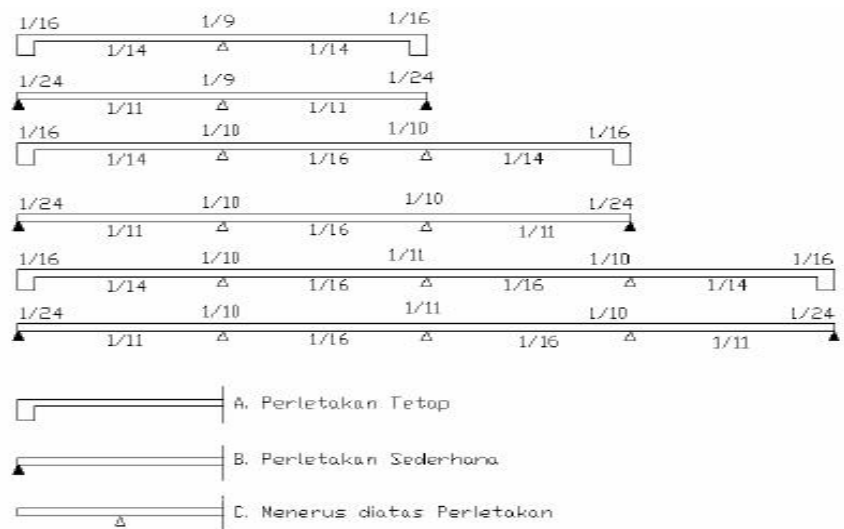
- c. Menghitung Momen Rencana (M_u) Baik Dengan Cara Koefisien Atau Analisis.

Metode pendekatan berikut ini dapat digunakan untuk menentukan momen

lentur dan gaya geser dalam perencanaan balok menerus dan pelat satu arah, yaitu pelat beton bertulang dimana tulangnya hanya direncanakan untuk memikul gaya-gaya dalam satu arah, selama :

1. Jumlah minimum bentang yang ada haruslah minimum dua,
2. Memiliki panjang bentang yang tidak terlalu berbeda, dengan rasio panjang bentang terbesar terhadap panjang bentang terpendek dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih dari 1,2,
3. Beban yang bekerja merupakan beban terbagi rata,
4. Beban hidup per satuan panjang tidak melebihi tiga kali beban mati per satuan panjang, dan
5. Komponen struktur adalah prismatis. Koefisien momen menurut SNI -03-2847-

2002 Pasal 10.3:52



Gambar 2.5.Koefisien Momen

d. Perkiraan Tinggi Efektif (d)

Tinggi efektif merupakan hasil pengurangan dari tinggi total dikurang selimut beton dan dikurang setengah diameter tulangan.

e. Menghitung K perlu

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

K = koefisien tahanan (Mpa)

M_u = momen terfaktor pada penampang (kNm)

b = lebar penampang (mm) diambil 1 m

d = tinggi efektif pelat (mm)

ϕ = faktor reduksi kekuatan lentur tanpa beban aksial = 0.8

(SNI-03-2847-2002:61)

f. Menentukan rasio penulangan (ρ) dari tabel. Dalam penggunaan ρ ada ketentuan

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

Jika $\rho < \rho_{min}$, maka menggunakan ρ_{min}

Jika $\rho > \rho_{max}$, maka pelat dibuat lebih tebal

g. Hitung A_s yang diperlukan

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

A_s = Luas tulangan (mm²)

ρ = rasio penulangan

d = tinggi efektif pelat

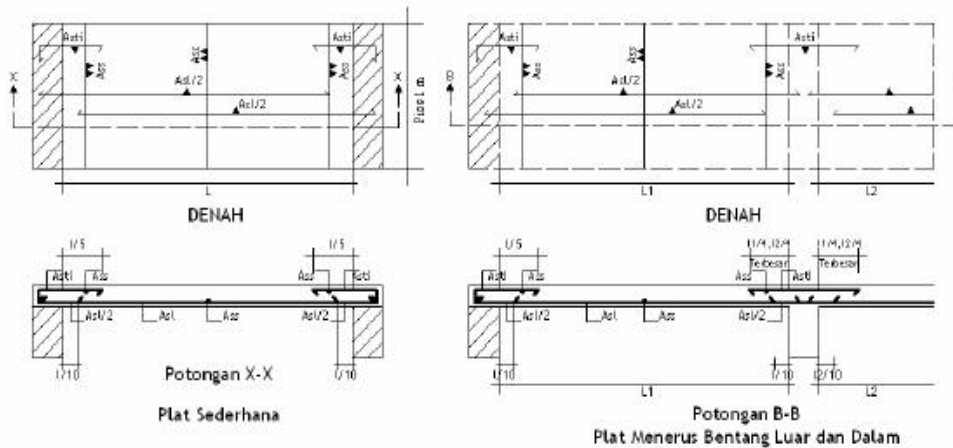
h. Memilih tulangan pokok yang akan dipasang

i. Memilih tulangan susut dan suhu dengan menggunakan tabel.

Untuk tulangan susut dan suhu dihitung berdasarkan peraturan SNI-03-2847-2002:48 yaitu :

1. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton sebagai berikut, tetapi tidak kurang dari 0,0014:
 - a. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir mutu 300.....0,0020
 - b. Pelat yang menggunakan batang tulangan ulir atau jaring kawat las (polos atau ulir) mutu 400..... 0,0018
 - c. Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 400 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar 0,35%.....0,0018x400/f.
2. Tulangan susut dan suhu harus dipasang dengan jarak tidak lebih dari lima kali tebal pelat, atau 450 mm.

j. Penggambaran tulangan



Gambar 2.6. Penulangan Pelat Satu Arah

2. Pelat dua Arah (*Two Way Slab*)

a. Menentukan tebal pelat dimisalkan dengan suatu ketebalan

$$\frac{Ln}{36}$$

(panel dalam) menurut SNI-03-2847-2002:66

b. Menghitung beban yang bekerja pada pelat (beban mati dan beban hidup). Kemudian hasil perhitungan akibat beban mati dan beban hidup dikali dengan faktor beban untuk mendapatkan nilai beban terfaktor.

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

c. Mencari Momen Mencari momen yang bekerja pada arah x dan y, dengan cara penyaluran “metode koefisien momen plat”.

Tabel 2.10. Momen yang Menentukan Per Meter Lebar Dalam Jalur Tengah Pada Pelat Dua Arah Akibat Beban Terbagi rata.

Skema	Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali w_u terfaktor l_x	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$							
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
I		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	41	54	67	79	87	97	110	117
		$m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ux}$	41	35	31	28	26	25	24	23
		$m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ux}$	25	22	18	15	15	14	14	14
II		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	25	22	18	15	15	14	14	14
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	51	63	72	78	81	82	83	83
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	51	54	55	54	54	53	51	49
III		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	30	41	52	61	67	72	80	83
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	30	27	23	22	20	19	19	19
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	68	84	97	106	113	117	122	124
IV		$m_{ux} = \frac{1}{2} m_{uy}$	68	74	77	77	77	76	73	71
		$m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ux}$	24	36	49	63	74	85	103	113
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_x^2 \alpha$	32	33	32	29	27	24	21	20
V		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	69	85	97	105	110	112	112	112
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	33	40	47	52	55	58	62	65
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	24	20	18	17	17	16	16	16
VI		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	69	76	80	82	83	83	83	83
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	33	45	58	71	81	91	106	115
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	39	37	34	30	27	25	24	23
VII		$m_{ux} = \frac{1}{2} m_{uy}$	91	102	108	111	113	114	114	114
		$m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ux}$	39	47	57	64	70	75	81	84
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_x^2 \alpha$	31	25	23	21	20	19	19	19
VIII		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	91	98	107	113	118	120	124	124
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	25	36	47	57	64	70	79	83
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	28	27	23	20	18	17	16	16
IX		$m_{ux} = -0,001 w_u l_x^2 \alpha$	34	72	88	100	108	114	121	124
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	60	69	74	76	76	76	73	71
		$m_{uy} = \frac{1}{2} m_{ux}$	28	37	45	50	54	58	62	65
X		$m_{ux} = 0,001 w_u l_x^2 \alpha$	25	21	19	18	17	17	16	16
		$m_{uy} = 0,001 w_u l_y^2 \beta$	60	70	76	80	82	83	83	83
		$m_{uy} = -0,001 w_u l_y^2 \beta$	34	35	35	34	33	33	31	29

(Sumber :Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang. W.C. Vis dan Gideon Kusuma. 1993:26).

d. Mencari tebal efektif pelat Untuk menentukan tinggi efektif pelat ditinjau dari dua arah yaitu

$$\text{Arah X } dx = h - p - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan arah x Arah Y } dy = h - p - \varnothing x - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan arah y}$$

e. Mencari nilai koefisien tahanan (k) Faktor reduksi $\phi = 0,80$

$$k = \frac{Mu}{\phi b d^2}$$

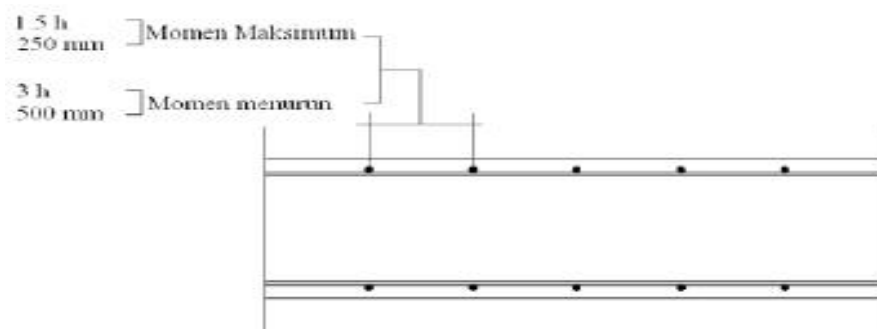
f. Mencari rasio penulangan (ρ) Rasio penulangan ini didapat berdasarkan koefisien tahanan (k) yang telah didapat sebelumnya. Dengan menggunakan tabel A-11 (Dipohusodo I, Struktur Beton Bertulang) .

g. Mencari luas tulangan (A_s) Sebelum menentukan luas tulangan terlebih dahulu meninjau nilai ρ yang didapat. 1) Jika $\rho < \rho_{min}$, maka menggunakan ρ_{min} maka A_s yang digunakan A_{smin} $A_s = \rho_{min} \cdot b \cdot d$ 2) Jika $\rho > \rho_{max}$, maka pelat dibuat lebih tebal sehingga dilakukan perhitungan ulang.

h. Mencari jarak antar tulangan (s)

$$s = \frac{\text{Luas 1 batang tulangan}}{\text{Luas hitungan}} \times 1000 \text{ mm}$$

i. Mengontrol jarak tulangan Hasil dari perhitungan s perlu dikontrol kembali terhadap s_{maks} . Tulangan yang dipasang jaraknya tidak memenuhi jarak maksimum perlu di kontrol kembali.



Gambar 2.7. Penentuan Jarak Tulangan
 $s_{maks} = 3 \times$ tebal plat (SNI -03-2847:155)

j. Pengendalian Retak Akibat Lentur. Terbentuknya retak pada beton sudah mengeras

dapat menyebabkan air merembes dan menjadi korosi pada tulangan. Retak di dalam beton biasanya disebabkan oleh : 1) Perubahan bentuk akibat susut, rangkai akibat beban tetap, tegangan akibat suhu dan perbedaan unsur kimia antara bagian beton 2) Tegangan langsung akibat penerusan, beban bertukar, dan lendutan jangka panjang. 3) Tegangan akibat beban lentur. Besarnya lebar retak dapat ditentukan dengan rumus :

$$w = 11 \times 10^{-6} \beta f_s \sqrt[3]{d_c \cdot A}$$

Nilai lebar retak yang diperoleh tidak boleh melebihi 0,4 mm untuk penampang di dalam ruangan dan 0,3 mm untuk penampang yang dipengaruhi cuaca luar. Selain itu, spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh melebihi

$$s = \frac{q \cdot 3000}{F_s} - 2,5 \quad C_c$$

Tetapi tidak boleh lebih besar dari 300 (252/fs) (SNI -03-2847- 2002:72)

Keterangan :

w : lebar retak pada sisi Tarik pelat beton (mm)

β : h_2/h_1 , perbandingan dari jarak serat Tarik maksimum dengan garis netral pada metoda tegangan Tarik utama terhadap jarak dari titik berat tulangan tarik utama terhadap netral, nilai $\beta = 1,35$ untuk plat lantai satu arah, tetapi SKSNI T-15 menetapkan $\beta = 1,2$ f_s : tegangan kerja dalam tulangan (Mpa), boleh diambil $f_s = 0,6 f_y$ d_c : tebal penutup beton, yang diukur dari serat beton tarik maksimum ke titik pusat tulangan tarik terdekat (mm)

A : luas efektif dari sekeliling tulangan tarik utama (mm²), yang nilainya dihitung dari $A = 2 d_c s$

c : Konstanta empiris/percobaan, yang nilainya $c = 11 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{N}$

Lebar retak maksimum yang diijinkan pada suatu elemen struktur bergantung pada fungsi elemen struktur tersebut dan kondisi lingkungan. ACI committee memberikan batasan lebar retak maksimum yang diijinkan untuk bangunan yaitu :

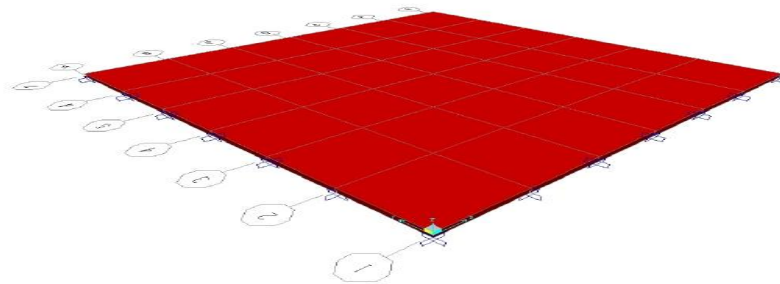
Tabel 2.11. Lebar Retak Maksimum

Kondisi Lingkungan	Lebar Retak (mm)
- Udara kering atau struktur terlindung	0.41
- Udara lembab atau elemen struktur takterlindung	0.30
- Air laut basah atau kering	0.15
- Struktur penahan air	0.10

Sumber : Konstruksi Beton 2:12

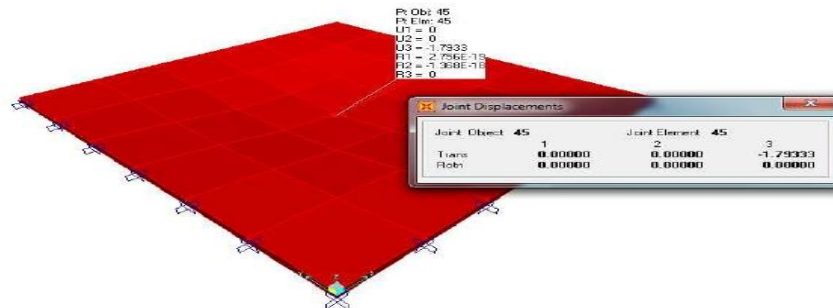
2.8. Analisa Menggunakan SAP2000

Setelah dilakukan perhitungan beban rencana yang bekerja pada pelat serta daya prategang yang akan dimasukkan, maka selanjutnya dapat dimodelkan struktur pelat pada program SAP2000. Pada SAP2000 struktur pelat dimodelkan dengan menggunakan elemen shell. Pemodelan pelat lantai pada SAP2000 disajikan pada gambar berikut ini dengan mengambil contoh untuk dimensi pelat lantai 5000 mm x 5000 mm x 125 mm.



Gambar 2.8. Pemodelan struktur pelat lantai 5000mm x 5000mm x 125mm

Pada pelat lantai beton bertulang, maka selanjutnya dapat langsung dianalisa setelah dilakukan input beban rencana yang bekerja serta kombinasi pembebanannya. Hasil analisa menggunakan untuk dimensi pelat 5000 mm x 5000 mm x 125 mm, yaitu lendutan maksimum yang terjadi serta frekuensi alamiah struktur disajikan pada gambar berikut ini.



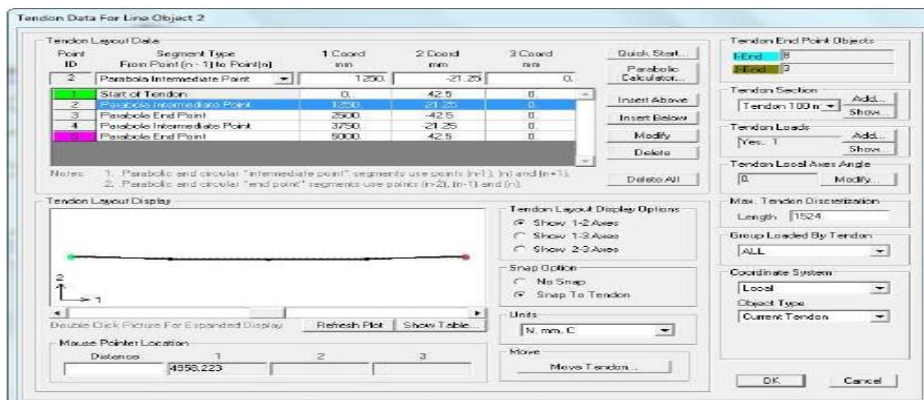
Gambar

Nilai perpindahan pada dinotasikan dengan variabel U diikuti dengan angka 1,2, dan 3 yang menunjukkan arah perpindahan terhadap sumbu berturut-turut x,y dan z. Arah perpindahan terhadap sumbu-z dapat disebut juga lendutan. Tanda negatif (-) menunjukkan perpindahan yang terjadi kearah negatif (-) dari sumbu-z yaitu kebawah. Dari gambar berikut dapat dilihat perpindahan pelat lantai beton beertulang dengan dimensi 5000 mm x 5000 mm x125 mm terhadap sumbu-z adalah -2,70676.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	Frequency	CritFreq	Eigenvalue
Text	Text	Unitless	Sec	Cps/Sec	rad/Sec	rad ² /Sec ²
MDD4L	Mode	1	0.037718	26.514	158.59	27754
MDD4L	Mode	2	0.018887	52.947	332.67	110570
MDD4L	Mode	3	0.018887	52.947	332.67	110570
MDD4L	Mode	4	0.013693	73.031	458.87	210360
MDD4L	Mode	5	0.010776	92.795	543.05	335590
MDD4L	Mode	6	0.010587	93.48	557.36	344890
MDD4L	Mode	7	0.009381	106.5	659.78	448510
MDD4L	Mode	8	0.009381	106.5	659.79	448510
MDD4L	Mode	9	0.007533	131.02	823.21	677590
MDD4L	Mode	10	0.007029	142.27	893.93	799120
MDD4L	Mode	11	0.007029	142.27	893.93	799120
MDD4L	Mode	12	0.006703	149.13	937.38	878590

Gambar 2.10. Output nilai periode dan frekuensi alamiah pelat lantai beton bertulang dengan SAP2000

Pada nilai frekuensi alamiah disajikan dalam bentuk tabel, dimana pada tabel yang dikeluarkan untuk analisa modal sudah berikut periode dan frekuensi alamiah, nilai Eigen untuk setiap pola getar yang ditetapkan. Pada Gambar 2.10 dapat dilihat nilai frekuensi alamiah terkecil struktur beton bertulang dengan dimensi 5000 mm × 5000 mm × 125 mm adalah 26,514 Hz. Pada pelat lantai lantai beton prategang, setelah dilakukannya pemodelan dan input beban rencana serta kombinasi pembebanannya maka selanjutnya harus dimodelkan profil dan susunan tendon prategang pada struktur pelat lantai tersebut. Pada Gambar 2.10 disajikan window pada dalam mengatur profil tendon yang direncanakan. Setelah tendon prategang dimodelkan maka selanjutnya dapat dilakukan analisa terhadap lendutan maksimum dan frekuensi alamiah terkecil untuk struktur pelat lantai beton prategang. Hasil analisa untuk nilai lendutan maksimum dan frekuensi alamiah disajikan pada Gambar 2.11 dan Gambar 2.12.



Gambar 2.11. Tampilan pada SAP2000 dalam Mengatur Tendon Prategang

Window pada SAP2000 yang ditampilkan pada Gambar 2.12 digunakan untuk mengatur profil tendon prategang pada struktur. Pada window ini sekaligus dimasukkan nilai gaya prategang yang akan diaplikasikan pada setiap elemen tendon.



Gambar 2.12. Lendutan Maksimum pada Pelat Lantai Beton Prategang

Pada Gambar 2.12 dapat dilihat perindahan pada sumbu-z struktur pelat lantai beton prategang dengan dimensi 5000 mm × 5000 mm × 125 mm adalah -0,19627 mm.

Output Case Text	Step Type Text	Step Num Unitless	Period Sec	Frequency Cps/sec	Circ Freq rad/sec	Eigenvalue rad2/sec2
MODAL	Mode	1	0.01571	63.597	411.7	171540
MODAL	Mode	2	0.009765	102.4	642.42	413990
MODAL	Mode	3	0.009765	102.4	642.42	413990
MODAL	Mode	4	0.007951	125.77	790.25	624490
MODAL	Mode	5	0.007059	141.67	895.39	793690
MODAL	Mode	6	0.007059	141.69	896.5	793690
MODAL	Mode	7	0.006441	155.25	975.46	951530
MODAL	Mode	8	0.006441	155.25	975.46	951530
MODAL	Mode	9	0.005703	175.35	1107.7	1213800
MODAL	Mode	10	0.005703	175.35	1107.7	1213800
MODAL	Mode	11	0.005694	175.62	1109.4	1217500
MODAL	Mode	12	0.005447	183.59	1153.5	1330600

Gambar 2.13. Output Nilai Periode dan Frekuensi Almah pelat Lantai Beton Prategang pada

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Umum

Metode adalah tata cara atau jalan yang ditempuh sehubungan dengan penelitian yang dilakukan, yang memiliki langkah-langkah yang sistematis untuk menyelesaikan masalah yang dibahas dengan mendayagunakan sumber data dan fasilitas yang ada. Metodologi juga merupakan cara kerja untuk dapat memahami hal yang menjadi sasaran penelitian yang bersangkutan, meliputi prosedur penelitian dan teknik penilaian.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data adalah pencatatan peristiwa-peristiwa, keterangan-keterangan atau karakteristik-karakteristik sebagian atau keseluruhan dari elemen populasi yang akan menunjang atau mendukung penelitian. Untuk mendukung penulisan dan sebagai keperluan analisa data, maka penulis memerlukan sejumlah data pendukung yang berasal dari dalam maupun dari luar Proyek Pembangunan Gedung III Universitas Muhammadiyah Buton. Oleh karena itu, penulis menggunakan dua macam cara pengumpulan data, yaitu sebagai berikut.

a. Data Primer

Data primer dapat berupa data-data teknis dari proyek, seperti gambar bestek, Rencana Anggaran Biaya (RAB), Rencana Kerja dan Syarat (RKS). Data primer ini disebut juga data asli atau data baru yang diperoleh dari hasil survey di lapangan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis. Data sekunder, diantaranya data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau material bangunan yang digunakan, peraturan-peraturan bangunan gedung dari Departemen Pekerjaan Umum dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis. Data ini diperoleh dari buku-buku literatur, laporan, perpustakaan atau dari laporan penelitian terdahulu.

3.3. Tata Urutan dan Langkah Kerja

Tata urutan dan langkah kerja dalam penyusunan tugas akhir ini adalah :

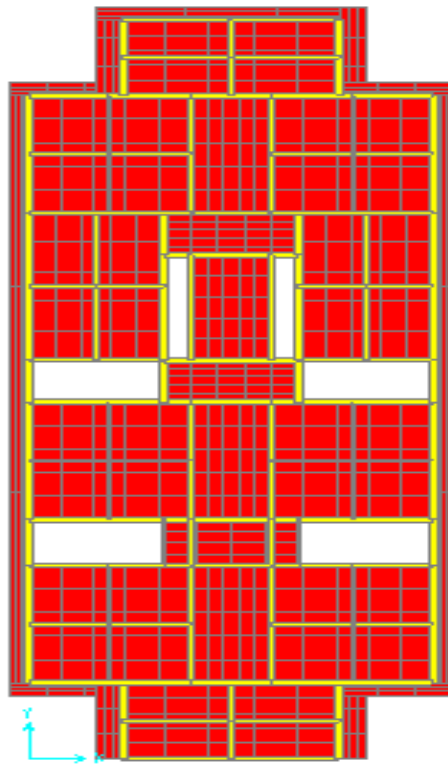
- a. Menentukan data yang diperlukan.
- b. Studi literatur yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas.

- c. Pengolahan data .
- d. Analisa perbandingan aspek yang dibahas.
- e. Kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan.

3.4. Data Perencanaan

Data mengenai gedung yang direncanakan :

- 1. Kuat tekan beton $f_c = 35 \text{ MPa}$
- 2. Tegangan leleh baja $f_y = 400 \text{ MPa}$
- 3. Tebal plat 12 cm



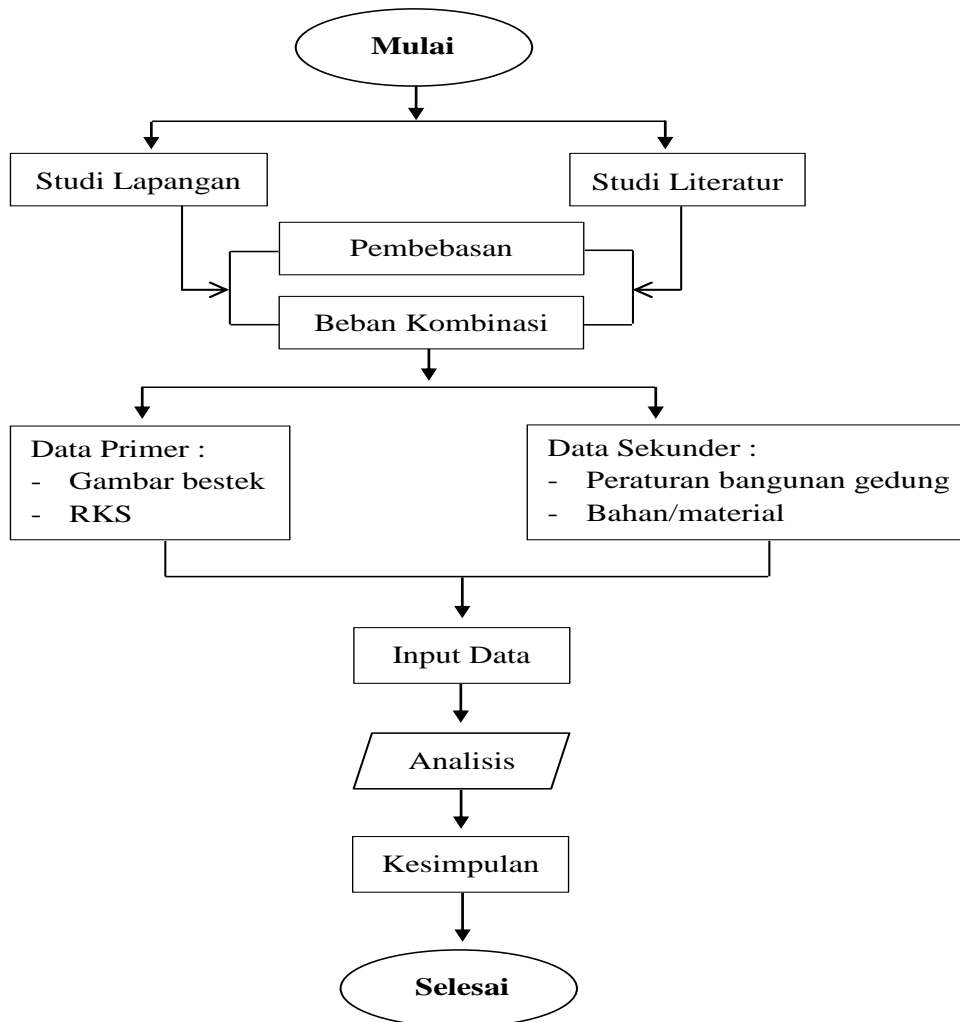
Gambar 3.1. Perencanaan Pelat Lantai Gedung.

3.5. Diagram Alur Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Pembangunan Gedung ini membutuhkan suatu diagram alur (*flow chart*) untuk

mempermudah dalam perencanaan maupun perhitungannya. *Flow chart* ini dimulai dari penentuan dari fungsi bangunan yang akan didirikan, dalam hal ini bangunan direncanakan adalah gedung. Kemudian dilanjutkan dengan mempelajari dan menentukan dasar-dasar teori yang dipakai, setelah itu mengidentifikasi bangunan yang direncanakan yang disertai dengan pengumpulan data yang dibutuhkan.

Langkah-langkah yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, bila dibuat diagram alur adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2. Diagram Alur

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Preliminary Design

4.1.1. Tebal Plat

Perencanaan pelat dengan menggunakan metode perencanaan langsung sesuai SNI 03-2847-2002, pasal 15.6. syarat menggunakan metode langsung :

1. Minimum harus ada tiga bentangan menerus pada masing-masing arah. Dalam kasus ini, terdapat 3 bentang dengan masing-masing 7 m untuk arah x dan 6m untuk arah y.

2. Perbandingan bentang panjang dan bentang pendek yang di ukur dari sumbu kesumbu <

$$2. Lx /ly = 6,00 \text{ m} / 7,00 \text{ M} = 0,857 < 2 \quad \dots\dots\text{ok}$$

3. Beban yang diperhitungkan hanyalah beban grafitasi dan terbagi merata pada seluruh pelat. Beban hidup tidak boleh 2 kali dari beban mati.untuk perhitungan awal tebal pelat dipakai 120mm. Beban dihitung dengan cara:

Beban mati dari berat pelat sendiri.

$$\begin{aligned} DL &= 2400 \times 0,12 \\ &= 288 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban mati tambahan

$$DL = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} DL \text{ total} &= 288 + 150 \\ &= 438 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Beban hidup

$$LL = 250 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Maka, } 2DL = 2 \times 438 = 876 \text{ kg/m}^2 > LL = 250 \text{ kg/m}^2$$

Dengan demikian metode perencanaan langsung dapat digunakan.

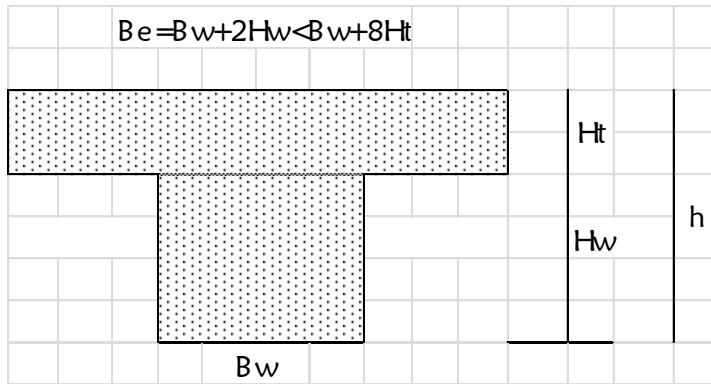
- Menghitung rasio kekakuan balok terhadap kekakuan lentur pelat

Gambar diatas menunjukkan bahwa suatu balok mencakup bagian pelat pada setiap sisi balok sesuai pasal 15.2.4

$$BW = 300\text{mm}, \quad Hw = 600\text{mm}, \quad Ht = 120\text{mm}$$

$$\begin{aligned} Be &= 2Hw + Bw \\ &= 1500 \text{ mm} \end{aligned}$$

SNI 03-2847-2002,pasal 10.10.2

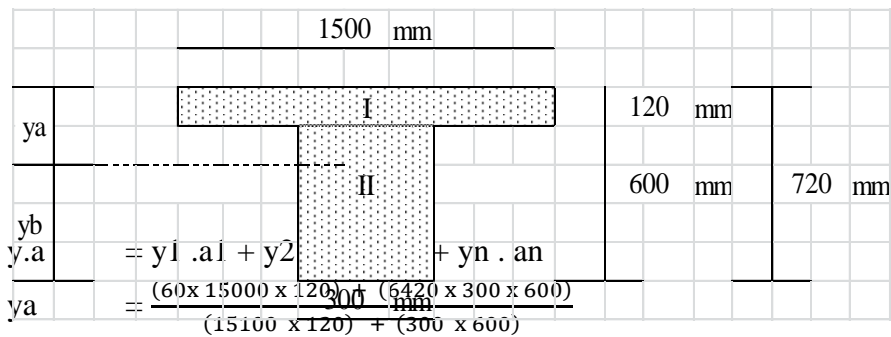


Gambar 4.1 Bagian pelat yang diperhitungkan untuk balok

Lebar sayap B_e dari asin-masing sisi badan balok tidak boleh melebihi 8 kali tebal pelat.

$$\begin{aligned} \text{Lebar efektif sayap } B_e &= (1500 - 300) / 2 \\ &= 600 \text{ mm} < 8 \times 120 = 960 \text{ mm} \quad \dots\dots\text{ok} \end{aligned}$$

- Mencari titik berat balok T terhadap tepi atas



$$\begin{aligned} y_a &= \frac{86400000}{360000} \\ y_a &= 240 \text{ mm} \\ y_b &= 720 - 240 = 480 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Momen inersia balok

$$\begin{aligned} I_b &= \frac{1}{2} \times b h \times h^3 + b \times h \times e^2 \\ I_b &= \frac{1}{12} 1500 \times 120^3 + 1500 \times 120 \times 180^2 + \frac{1}{12} 300 \times 600^3 + 300 \times 600 \times 180^2 \\ I_b &= 17280000000,00 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- Momen inersia pelat

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{1}{12} \times L \times h t^3 \\ I_s &= \frac{1}{12} \times 700 \times 120^3 \\ I_s &= 1008000000,00 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

Sesuai SNI 03-2847-2002, pasal 15.3.6

$$\alpha_m = \frac{E_{cb} \cdot I_B}{E_{is} \cdot I_S} = \frac{2300 \times 1728000000}{23500 \times 1008000000}$$

$$\alpha_m = 17,14 > 2$$

Sesuai SNI 03-2847-2002, pasal 11.5.3.b untuk $0,2 < \alpha_m < 2$

$$H = \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta (\alpha_m - 0,2)} \text{ dan tidak boleh kurang dari 120mm dan}$$

Sesuai SNI 03-2847-2002, pasal 11.5.3.c untuk $\alpha_m > 2$

$$h = \frac{\ln(0,8 + f_y/1500)}{36 + 9\beta} \text{ dan tidak boleh kurang dari 90 mm}$$

dimana :

$$\beta = L_x / L_y = 0,857$$

$$L_n = 6700 \text{ mm}$$

$$F_y = 300 \text{ Mpa}$$

Karena $\alpha_m > 2$, maka nilai h pelat adalah

$$h = \frac{6700 (0,8 + 300 / 1500)}{36 + 9 \times 0,857}$$

$$h = 153,3 \text{ mm} > 90 \text{ mm} \quad \dots \text{ok}$$

Jadi asumsi awal tebal pelat 120mm telah memenuhi syarat maka: tebal pelat lantai atap digunakan 120mm dan tebal pelat untuk lantai 2-3 digunakan 120 mm.

4.2. Desain Tulangan pelat

Berdasarkan tabel pelat PBI-1971, momen lentur dibedakan menurut 3 jenis tumpuan yaitu : terletak bebas, menerus atau terjepit elastis dan terjepit penuh.

Besar momen lentur dihitung dengan rumus berikut :

$$M_i = 0,001 \cdot C_i \cdot q \cdot l_x^2$$

Pada struktur gedung hotel pantai Nirwana kita akan rencanakan ukuran pelat terbesar yaitu 7 x 5 dengan :

$$f_c' = 25 \text{ mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$q_d = 250 \text{ kg/m}^2 = 2,5 \text{ kN}$$

D10 dan D6

$$\text{Berat jenis beton} = 2400 \text{ kgm}$$

Tebal Pelat = 120 mm (hasil preliminary design)

$$\text{Berat pelat, } q_d = 0,12 \times 25 = 3 \text{ kN/m}^3.$$

$$\begin{aligned} \text{Beban perlu } q_u &= 1,2 q_d + 1,6 q_d = 1,2 \times 3 + 1,6 \times 2,5 \\ &= 7,6 \text{ kNm.} \end{aligned}$$

Kondisi tumpuan pelat terjepit penuh, $l_y/l_x = 7/5 = 1,4$.

Dari tabel pelat (PBI-1971) diperoleh :

$$C_{lx} = 34, \quad C_{ly} = 18$$

$$C_{tx} = 73, \quad C_{ly} = 57$$

Momen perlu :

$$M_{lx}^{(+)} = 0,001 \cdot C_{lx} \cdot q_u \cdot l_x^2 = 0,001 \cdot 34 \cdot 7,6 \cdot 5^2 = 6,46$$

$$M_{ly}^{(+)} = 0,001 \cdot C_{ly} \cdot q_u \cdot l_x = 0,001 \cdot 18 \cdot 7,6 \cdot 5^2 = 3,42$$

$$M_{tx}^{(-)} = 0,001 \cdot C_{tx} \cdot q_u \cdot l_x = 0,001 \cdot 73 \cdot 7,6 \cdot 5^2 = 13,87$$

$$M_{ty}^{(-)} = 0,001 \cdot C_{ty} \cdot q_u \cdot l_x = 0,001 \cdot 57 \cdot 7,6 \cdot 5^2 = 10,83$$

a. Tulangan lapangan : $M_{lx}^{(+)} = 6,46 \text{ kNm}$

$$d_s = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$$

$$K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{6,46 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 0,8947 \text{ Mpa} < K_{maks}$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,8947}{0,85 \cdot 25}} \right) \cdot 95 = 4,08795 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan Pokok: } A_s = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \times 25 \times 4,08795 \times 1000}{240} \\ = 361,954 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = (1,4 \times 1000 \times 95) / 240 \\ = 554,167 \text{ mm}^2.$$

Dipilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 554,167 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{554,167} = 141,654 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}.$$

Dipilih yang kecil, jadi dipakai $s = 130 \text{ mm} (< 141 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{130} \\ = 603,84 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)}$$

Jadi dipakai tulangan pokok $A_s = D10 - 130 = 603,84 \text{ mm}^2$.

b. Tulangan tumpuan : $M_{tx}^{(-)} = 13,87 \text{ kNm}$

$$d_s = 20 + 10/2 = 25 \text{ mm}$$

$$K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{6,64 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,921 \text{ Mpa} < K_{maks}$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,921}{0,85 \cdot 25}} \right) \cdot 95 = 9,016 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan Pokok: } A_s = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \times 25 \times 9,016 \times 1000}{240} \\ = 798,298 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = (1,4 \times 1000 \times 95) / 240 \\ = 554,167 \text{ mm}^2.$$

Dipilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 798,298 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{798,298} = 98,3342 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}.$$

Dipilih yang kecil, jadi dipakai $s = 90 \text{ mm} (< 98,3342 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{90}$$

$$= 872,22 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)}$$

Tulangan bagi :

$$A_{sb} = 20\% A_{s,u} = 20\% 798,298 = 159,66 \text{ mm}^2$$

$$A_{sb} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar jadi $A_{s,u} = 240 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 6^2}{240} = 117,75 \text{ mm}$$

$$s \leq 5h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm}$$

Dipilih yang kecil, $s = 110 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 6^2}{110} \\ &= 256,9090 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Jadi dipakai : Tulangan pokok $A_s = D10 - 90 = 872,22 \text{ mm}^2$.

Tulangan bagi $A_{sb} = D6 - 110 = 156,9090 \text{ mm}^2$.

c. Tulangan Lapangan : $M_{ly}^{(+)} = 3,42 \text{ kNm}$

$$ds = 20 + 10/2 + 10 = 35 \text{ mm}$$

$$K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{3,42 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 0,591 \text{ Mpa} < K_{maks}$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,591}{0,85 \cdot 25}} \right) \cdot 85 = 2,40068 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Tulangan Pokok: } A_s &= \frac{0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \times 25 \times 4,08975 \times 1000}{240} \\ &= 212,561 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} &\geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = (1,4 \times 1000 \times 85) / 240 \\ &= 495,83 \text{ mm}^2. \end{aligned}$$

Dipilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 495,83 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{495,83} = 158,31 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm}$$

Dipilih yang kecil, jadi dipakai $s = 150 \text{ mm} (< 158,31 \text{ mm})$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan} &= \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{150} \\ &= 523,33 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Jadi dipakai tulangan pokok $A_s = D10 - 150 = 523,33 \text{ mm}^2$.

d. Tulangan Tumpuan : $M_{ty}^{(-)} = 10,83 \text{ kNm}$

$$ds = 20 + 10/2 + 10 = 35 \text{ mm}$$

$$K = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{10,83 \times 10^6}{0,8 \times 1000 \times 95^2} = 1,873 \text{ Mpa} < K_{maks}$$

$$a = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2K}{0,85 \cdot f_c'}} \right) \cdot d = \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 1,873}{0,85 \cdot 25}} \right) \cdot 85 = 7,8580 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan Pokok: } A_s = \frac{0,85 \cdot f_c \cdot a \cdot b}{f_y} = \frac{0,85 \times 25 \times 4,2045 \times 1000}{320}$$

$$= 695,764 \text{ mm}^2$$

$$F_c' < 31,36 \text{ Mpa, jadi } A_{s,u} \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d = (1,4 \times 1000 \times 95) / 240 \\ = 495,833 \text{ mm}^2.$$

Dipilih yang besar, jadi $A_{s,u} = 695,764 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{695,764} = 112,825 \text{ mm}$$

$$s \leq 2h = 2 \times 120 = 240 \text{ mm.}$$

Dipilih yang kecil, jadi dipakai $s = 110 \text{ mm} (< 112,825 \text{ mm})$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 10^2}{110} \\ = 713,63 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)}$$

Tulangan bagi :

$$A_{s_b} = 20\% A_{s,u} = 20\% \cdot 695,764 = 139,153 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_b} = 0,002 \cdot b \cdot h = 0,002 \times 1000 \times 120 = 240 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang besar jadi $A_{s,u} = 240 \text{ mm}^2$

$$\text{Jarak tulangan : } s = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{A_{s,u}} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 6^2}{240} = 117,75 \text{ mm}$$

$$s \leq 5h = 5 \times 120 = 600 \text{ mm}$$

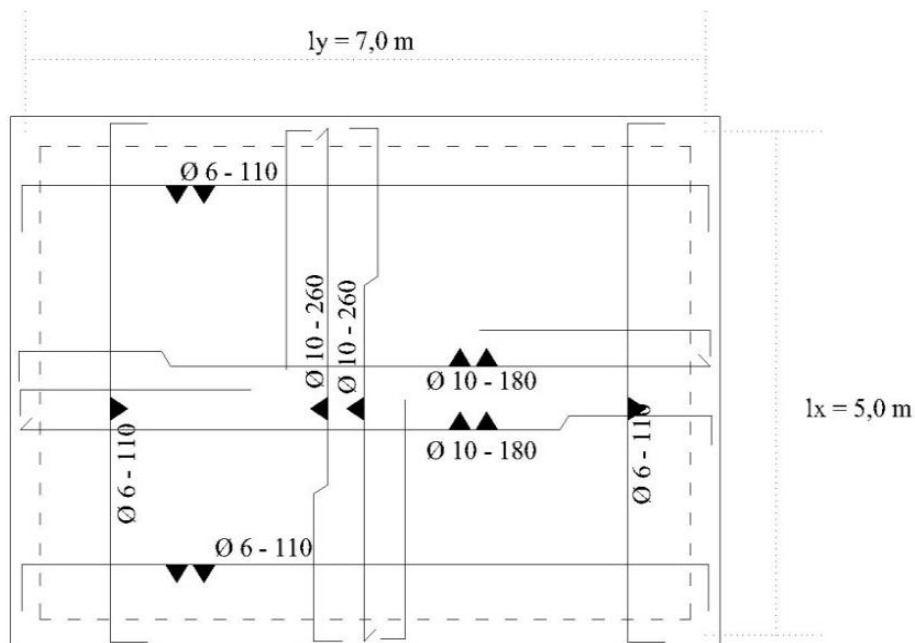
Dipilih yang kecil, $s = 110 \text{ mm}$

$$\text{Luas tulangan} = \frac{0,25 \cdot \pi \cdot S \cdot D^2}{s} = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot 1000 \cdot 6^2}{110} \\ = 256,9090 \text{ mm}^2 > A_{s,u} \text{ (ok)}$$

Jadi dipakai : Tulangan pokok $A_s = D10 - 90 = 695,764 \text{ mm}^2$

Tulangan bagi $A_{s_b} = D6 - 110 = 139,153 \text{ mm}^2$

Untuk perencanaan penulangan plat lantai ukuran lain dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti diatas. hasil penulangan plat lantai dapat dilihat pada tabel dibawah ini.



5.1. Kesimpulan

Berdasarkan keseluruhan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Ketebalan plat yang di rencanakan dari hasil penelitian adalah 12 cm
2. Dimensi tulangan di guna $\text{Ø}12$ cm

5.2. Saran

Penulis juga bermaksud memberikan saran yang berkaitan dengan perencanaan struktur bangunan gedung :

1. Studi kelayakan harus dilakukan dengan matang sebelum merencanakan struktur bangunan gedung. Hal ini agar pada perhitungan struktur nantinya dapat diperoleh hasil perencanaan yang memuaskan baik dari segi mutu, biaya maupun waktu.
2. Dalam perencanaan suatu struktur bangunan dengan menggunakan program SAP 2000 diperlukan pemahaman yang baik tentang koefisien/faktor pengali yang digunakan dalam program SAP 2000. Pengetahuan tentang ilmu mekanika, ilmu bahan bangunan, ilmu manajemen konstruksi untuk pengendalian proyek, serta ilmu lainnya yang berkaitan dengan perancangan struktur bangunan juga harus dikuasai agar didapat hasil perencanaan yang baik.
3. Peraturan dan pedoman – pedoman standar dalam perencanaan struktur harus selalu diikuti, sehingga bangunan yang dihasilkan nantinya selalu memenuhi persyaratan yang terbaru seperti dalam hal peraturan perencanaan struktur tahan gempa, standar perencanaan struktur beton, dan sebagainya.

4. Pemilihan metode pelaksanaan maupun penggunaan bahan serta peralatan berpedoman pada faktor kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, pengalaman tenaga kerja serta segi ekonomisnya.
5. Seorang perancang diharapkan memiliki “ *feeling engineering* ” yang didukung dengan pengetahuan yang luas dan pengalaman yang didapat dari lapangan. Pada dasarnya proses engineering itu melalui tahapan yaitu *I know*, *I see*, dan proses otak – atik sehingga cocok . Hal ini disebabkan dalam perancangan dan pelaksanaan suatu bangunan teknik sipil kemungkinan besar menemui berbagai masalah yang kompleks dan berbeda antara kondisi satu dengan lainnya.
6. Perlu dilakukan studi yang lebih mendalam untuk menghasilkan perancangan struktur dengan mempertimbangkan aspek teknis, ekonomi, dan estetika, sehingga diharapkan perancangan dapat dilaksanakan mendekati kondisi sesungguhnya di lapangan dan hasil yang diperoleh sesuai dengan tujuan perancangan yaitu kuat, ekonomis dan tepat waktu dalam pelaksanaannya.

Demikian kesimpulan dan saran yang didapat selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Penulis sadar bahwa laporan ini jauh dari kesempurnaan, sehingga koreksi dan masukan dari pembaca sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali. (2010). *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Cvis, W. C dan Gideon H. Kusuma. 2005. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- Departemen Pekerjaan Umum (2002), *SNI 2002 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: PT GramediaPustaka Utama.
- Kh, Sunggono. (1995). *Buku Teknik Sipil*. Nova, Bandung.
- PBI 1971. *Peraturan Beton IndonesiaPeraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*
- Pramono, Handi. (2007). *Desain Konstruksi Plat dan Rangka Beton Bertulangdengan SAP2000*. Andi, Yogyakarta.
- SNI 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*
- SNI 2002. *Tata Cara Perhitungan Gempa Untuk Bangunan Gedung*
- SNI 2002 *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*, Jakarta : Erlangga
- Wangsadinata, W., 2004, *Aplikasi Rekayasa Konstruksi dengan SAP2000*, Elex Media Komputindo, Jakarta.
- W.C. Vis dan Gideon H.K. (1993). *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Erlangga, Jakarta.
- Zacoeb, Achfas. (2014). *Konsep Dasar Analisis Struktur*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.