

# EVALUASI STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG LIVING PLAZA CEMARA ASRI MEDAN

Oleh:

Rahelina Ginting <sup>1)</sup>

Robinson Sidjabat <sup>2)</sup>

Oloan Johannes Siregar <sup>3)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3)</sup>

E-mail:

[rahalex77@gmail.com](mailto:rahalex77@gmail.com) <sup>1)</sup>

[pt.percanusawahanaconsultant@yahoo.co.id](mailto:pt.percanusawahanaconsultant@yahoo.co.id) <sup>2)</sup>

[siregaroloan527@gmail.com](mailto:siregaroloan527@gmail.com) <sup>3)</sup>

## ABSTRACT

*Living Plaza Cemara Asri is a shopping building, therefore in the construction of this Plaza, a strong and safe building structure is needed. This study aims at finding how to plan a slab, beam, column and ladder structure according to SNI-2847-2013, calculating internal forces and drawing calculated structures, and comparing the results of the author's calculations with existing working drawings. Evaluation and analysis of the building structure is carried out by modeling the port structure and the loading that will be used along with the criteria. The calculation of this building structure is reviewed for dead load, live load, wind load and earthquake load according to the regulations of SNI-1727-2013 and SNI-1726-2012. For structural analysis, a 3-dimensional portal model was created with the help of the SAP2000 application to obtain moments, shear forces, and axial forces so that the reinforcement of the structure can be calculated according to the regulations of SNI-2847-2013. From the comparison results on each element examined, namely the floor slab with a thickness of 120 mm for the support direction  $x = 10-150$  and direction  $y = 10-150$ , oprade ladder = 11 pieces of space direction  $x = 10-150$  direction  $y = 10-150$ , beam  $500 \times 700$  obtained upper support flexural reinforcement = 9D22 bottom = 6D22 and upper field = 4D22 bottom = 8D22, support shear = 13-100 pitch =  $\emptyset 13-150$  and column  $700 \times 700$  obtained flexural reinforcement = 24D25 and pedestal shear = 4 $\emptyset 13-100$  fields = 4 $\emptyset 13-150$  conditions obtained results that are always greater than the planned calculation.*

**Keywords:** Structure, Loading, Structural Analysis.

## ABSTRAK

Living Plaza Cemara Asri merupakan bangunanperbelanjaan, karna itu dalam pembangunan Plaza ini, diperlukan struktur bangunan yang kuat dan aman. Evaluasi dan analisis struktur bangunan dilakukan dengan carapemodelan struktur porta dan pembebanan yang akan digunakan beserta kriterianya. Perhitungan struktur gedung ini ditinjau terhadap beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa sesuai peraturan SNI-1727-2013 dan SNI-1726-2012. Untuk analisis struktur di buat model portal 3 dimensi dengan bantuan aplikasi SAP2000 untuk mendapatkanmomen, gaya geser, dan gaya aksial sehingga penulangan struktur dapat dihitung sesuai dengan peraturan SNI-2847-2013. Dari hasil perbandingan pada tiap elemen yang diperiiksa yaitu plat lantai dengan tebal 120 mm untuk tumpuan arah  $x = \emptyset 10-150$  dan arah  $y = \emptyset 10-150$ , tangga oprade = 11 buah spasi arah  $x = \emptyset 10-150$  arah  $y = \emptyset 10-150$ , balok  $500 \times 700$  didapatkan tulangan lentur tumpuan atas = 9D22 bawah = 6D22 dan

lapangan atas = 4D22 bawah = 8D22, geser tumpuan = Ø13-100 lapangan = Ø13-150 dan kolom 700 x 700 didapat tulangan lentur = 24D25 dan geser tumpuan = 4Ø13-100 lapangan = 4Ø13-150 kondisi diperoleh hasil yang selalu lebih besar dari hitungan perencanaan.

**Kata Kunci : Struktur, Pembebanan, Analisis Struktur.**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Perencanaan sebuah struktur bangunan baru merupakan sebuah tahap yang kritis dimana setiap bagian yang direncanakan harus benar benar diperhatikan dengan teliti, hal ini dikarenakan perencanaan merupakan sebuah pemodelan yang setiap kemungkinan terjadi harus dapat diperhitungkan agar bangunan yang dibuat aman dan nyaman.

Secara keseluruhan struktur bangunan pada umumnya terdiri dari dua bagian yaitu struktur bawah yaitu struktur bangunan yang berada dibawah permukaan tanah seperti pondasi dan tie beam, sedangkan struktur atas yaitu struktur bangunan yang berada diatas permukaan tanah yang berupa kolom, balok, plat dan tangga setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda dalam sebuah struktur.

Beban beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati (dead load), beban hidup (live load), beban gempa (earthquake), beban angin (wind load) menjadi bahan perhitungan awal dalam sebuah perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan perhitungan struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampungan dan tulangan yang dibutuhkan masing masing struktur

### 1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dibahas dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merencanakan suatu struktur pelat, balok, kolom

dan tangga menurut SNI-2847-2013 ?

2. Dapat menghitung gaya-gaya dalam dan dapat menggambar struktur yang sudah dihitung.
3. Membandingkan hasil hitungan penulis dengan gambar kerja yang ada

### 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Menghitung gaya-gaya yang bekerja pada konstruksi
2. Mampu menggunakan software teknik sipil seperti SAP2000 untuk pemodelan dan analisis.
3. Mengevaluasi tebal plat dan tulangan
4. Menghitung tangga dan balok border
5. Menghitung balok dan kolom

### 1.4. Manfaat Penulisan

Penulisan tugas akhir ini memberikan manfaat ke beberapa pihak antara lain :

1. Manfaat bagi penulis yaitu menambah wawasan/ ilmu pengetahuan serta dapat menerapkan dalam dunia kerja.
2. Manfaat bagi kampus dapat dijadikan referensi akademis dan keinsinyuran untuk pengembangan keilmuan sipil
3. Sebagai bahan referensi bagi siapa saja yang membaca dan membutuhkannya.

### Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini ada beberapa batasan masalah yang perlu dibuat antara lain :

1. Model struktur yang ditinjau adalah proyek pembangunan “Gedung Living Plaza Cemas Asri Medan”
2. Struktur di evaluasi hanya pada struktur atas, antara lain: struktur plat, struktur balok, struktur kolom dan struktur tangga
3. Beban-beban yang diperhitungkan pada struktur adalah beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.
4. Perhitungan gaya dalam struktur menggunakan Program SAP 2000, dan analisis kolom diagram menggunakan spColumn dan pemodelan pembesian menggunakan Tekla Strucutre
5. Peraturan pembebanan yang digunakan SNI-1727-2013 dan SNI - 1726-2012
6. Perhitungan struktur menggunakan peraturan SNI-2847-2013

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pengertian Umum

Gedung/bangunan bertingkat adalah bangunan yang mempunyai lebih dari satu lantai secara vertikal. Bangunan bertingkat ini dibangun berdasarkan keterbatasan tanah yang mahal diperkotaan dan tingginya tingkat permintaan ruang untuk berbagai macam kegiatan. Semakin bangun jumlah lantai yang dibangun akan meningkatkan efisiensi lahan perkotaan sehingga daya tampung suatu kota dapat ditingkatkan, namun dilain sisi juga diperlukan tingkat perencanaan dan perancangan yang semakin rumit yang harus melibatkan berbagai disiplin bidang tertentu. Bangunan tinggi adalah istilah untuk menyebut bangunan yang memiliki struktur tinggi..

### 2.2. Pembebanan Pada Gedung

Besar dan macam beban yang bekerja pada struktur sangat bergantung dari jenis struktur. Jenis-jenis beban, data dan beban serta faktor-faktor dan kombinasi permbanan menjadi dasar dalam perhitungan struktur, beban-beban tersebut berdasarkan pada SNI-2847:2013 diantaranya adalah beban mati, beban hidup dan beban gempa SNI-1726:2012. Dalam perencanaan suatu struktur bangunan, sebaiknya mengikuti peraturan-peraturan pembebanan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan

yang mampu menahan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Dalam perencanaan suatu struktur bangunan harus memenuhi peraturan-peraturan yang berlaku untuk mendapatkan suatu struktur bangunan yang aman secara konstruksi, Struktur bangunan yang direncanakan harus mampu menahan beban, mati, hidup, angin, gempa dan beban pekerja yang bekerja pada struktur bangunan tersebut

#### 2.2.1. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, tersebut segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin, dan peralatan tetap merupakan bagian yang yang tidak terpisahkan dari gedung itu menurut SKBI-1.3.5.3.1983 (DepPU 1983a). Menurut pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung (DepPU 1983a) beban mati pada struktur terbagi menjadi 2, yaitu beban mati akibat material konstruksi dan beban mati akibat komponen gedung.

**Tabel 1. Berat Jenis**

Beban Mati	Berat
Beton bertulang	24 kN/m <sup>3</sup>
Spesi, per cm tebal	0,42kN/m <sup>2</sup>
Dinding ½ bata	2,5kN/m <sup>2</sup>
Plafond + penggantung	0,18 kN/m <sup>2</sup>

Keramik per cm tebal	0,24 kN/m <sup>2</sup>
Instalasi M&E	0,19 kN/m <sup>2</sup>
Plumbing	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Waterproofing	0,07 kN/m <sup>2</sup>

### 2.2.2. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah beban-beban yang bisa ada atau tidak ada pada struktur untuk suatu waktu yang diberikan. Meskipun dapat berpindah-pindah, beban hidup masih bisa dikatakan bekerja secara perlahan – lahan pada struktur. Beban pengguna (occupancy loads) adalah beban hidup, yang termasuk kedalam beban pengguna adalah berat manusia, perabot, material, yang disimpan, dan sebagainya. Beban salju juga termasuk kedalam beban hidup.

**Tabel 2. Beban Hidup Minimum**

Beban Hidup	Berat
Helipad	2,87 kN/m <sup>2</sup>
Atap	1 kN/m <sup>2</sup>
Lantai	2,50 kN/m <sup>2</sup>
Basement	4 kN/m <sup>2</sup>

### 2.2.3. Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban Gempa ialah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau pada bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu.

Dalam tata cara perencanaan ketahanan gempa respon spectrum mengikuti aturan yang diterapkan berdasarkan SNI 1726:2012.

1. Menentukan Klasifikasi Situs (SA-SF)
2. Menentukan Katagori Resiko Bangunan dan Faktor keutamaan gempa

3. Menentukan Parameter Percepatan Tanah ( $S_s, S_1$ )
4. Menentukan Faktor Koefisien Situs ( $F_a, F_v$ )
5. Parameter Respon Spektrum ( $S_{MS}, S_{M1}$ )
6. Menentukan Parameter Percepatan Desain ( $S_{DS}, S_{D1}$ )
7. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)
8. Merencanakan Respon Spektrum

### 2.2.4. Beban Angin (*Wind Load*)

Besarnya beban angin yang bekerja pada struktur bangunan tergantung dari kecepatan angin, rapat massa udara, letak geografis, bentuk dan ketinggian bangunan, serta kekakuan struktur. Bangunan yang berada pada lintasan angin, akan menyebabkan angin berbelok atau dapat berhenti. Sebagai akibatnya, energi kinetik dari angin akan berubah menjadi energi potensial, yang berupa tekanan atau hisapan pada bangunan. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi besarnya tekanan dan isapan pada bangunan pada saat angin bergerak adalah kecepatan angin. Besarnya kecepatan angin berbeda-beda untuk setiap lokasi geografi

1. Kecepatan angin dasar (V)
2. Faktor arah angin (Kd)
3. Kategori Eksposur
4. Faktor Topografi (Kzt)
5. Faktor efek tiupan angin (G)
6. Koefisien Tekanan Internal (GCpi)
7. Koefisien Eksposur Tekanan Velositas (Kz)
8. Koefisien tekanan eksternal (Cp)
9. Tekanan Velositas
10. Beban angin (P)

### 2.3. Kombinasi Pembebanan

Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen pondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor berdasarkan metoda ultimit.

Adapun kombinasi pembebanan metoda ultimit menurut SNI-2847-2013 Pasal 4.2.2 adalah :

1.  $1,4 D$
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$
3.  $1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4.  $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
5.  $1,2 D + 1,0 E + L$
6.  $0,9 D + 1,0 W$
7.  $0,9 D + 1,0 E$

#### 2.4. Analisa Beban Gempa SNI1726-2012

Pergerakan tanah akibat gaya gempa sangatlah acak (*random*), oleh sebab itu fek beban gempa terhadap respon struktur tidak dapat diketahui dengan mudah. Padahal sebuah struktur, baik itu struktur gedung maupun non gedung, dituntut untuk dapat memikul beban gempa dengan baik. Maka diperlukan usaha-usaha penyederhanaan agar model analisis pengaruh gempa terhadap respon struktur dapat diperhitungkan dengan mudah. Berdasarkan SNI 1726-2012, untuk menganalisis beban gempa dilakukan dengan 2 metoda analisis yaitu metoda analisis statik atau disini disebut analisis gempa lateral ekuivalen dan metoda analisis dinamik atau disini disebut analisis spektrum respons ragam.

#### 2.5. Kriteria Dan Aspek Perencanaan

Perencanaan pembangunan *Living Plaza Medan* ini harus memenuhi beberapa kriteria perencanaan, sehingga pada pelaksanaannya dapat sesuai dengan apa yang telah diharapkan dan tidak terjadi kesimpangsiuran dalam bentuk fisiknya. Prinsip pokok yang dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pelaksanaan pembangunan pada struktur gedung adalah sebagai berikut :

1. Aspek arsitektural

Hal ini dihubungkan dengan bentuk dan denah struktur yang dipilih, ditinjau dari aspek arsitektur

2. Aspek kekuatan dan stabilitas struktur  
Hal ini mencakup kemampuan dan kekuatan struktur dalam menerima beban-beban yang bekerja baik beban vertikal maupun beban lateral yang disebabkan oleh gempa dan juga kesetabilan struktur akibat beban-beban tersebut

3. Aspek fungsional

Aspek ini berhubungan dengan penggunaan ruangan, yang biasanya akan

mempengaruhi penggunaan bentang dari elemen struktur yang digunakan

#### 2.6. Analisis Perencanaan Struktur

Struktur pada Gedung Living Plaza Cemara Asri Medan ini terdiri atas :

a) Struktur Bawah

yang dimaksud dengan struktur bawah (*sub structure*) adalah bagian bangunan yang berada dibawah permukaan yaitu pondasi. Pondasi adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan beban-beban bangunan atas ke tanah yang mampu mendukungnya.

b) Struktur Atas

Struktur atas (*upper structure*) adalah elemen bangunan yang berada di atas permukaan tanah. Dalam proses perancangan meliputi atap, pelat lantai, kolom, balok, portal dan tangga.

##### 2.6.1. Analisis Perancangan Pelat

Pelat merupakan panel-panel beton bertulang yang mungkin tulangnya dua arah atau satu arah saja, tergantung sistem strukturnya. Kontinuitas penulangan pelat diteruskan ke dalam balok-balok dan diteruskan ke dalam kolom. Dengan demikian sistem pelat secara keseluruhan menjadi satu-kesatuan membentuk rangka struktur

bangunan kaku statis tak tentu yang sangat kompleks.

a) Pelat satu arah (*one way slab*)

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja sehingga lendutan yang timbul satu arah saja yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap arah dukungan tepi. Sistem pelat satu arah bisa terjadi pada pelat tunggal maupun pelat menerus, asalkan persyaratan perbandingan panjang bentang kedua sisi pelat terpenuhi

b) Pelat dua arah (*two way slab*)

Pelat dua arah adalah pelat yang didukung sepanjang keempat sisinya dengan lendutan yang akan timbul pada dua arah yang saling tegak lurus atau perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus yang tidak lebih dari dua. Beban-beban yang umum terjadi biasanya tidak menyebabkan pelat membutuhkan penulangan geser. Penulangan melintang atau tulangan sekunder (tulangan yang berarah tegak lurus terhadap arah lentur atau tegak lurus tulangan utama) harus diberikan untuk menahan tegangan susut (*shrinkage stress*) dan tegangan-tegangan akibat perubahan temperatur (Fauzan dan Riswan 2002).

### 2.6.2 Analisis Perancangan Balok

Balok adalah bagian dalam struktur yang berfungsi sebagai pendukung beban horizontal dan vertikal, beban horizontal yaitu terdiri dari beban gempa dan beban angin, sedangkan beban vertikal yaitu terdiri dari beban mati dan beban hidup yang diterima oleh pelat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang ada di atasnya.

### 2.6.3 Analisis Perancangan Kolom

Kolom adalah batang vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan memegang

peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko, 1996). Oleh karena itu, dalam merencanakan kolom harus memperhitungkan secara teliti dengan memberikan kekuatan lebih tinggi dari pada komponen struktur lainnya.

### 2.6.4 Analisis Perancangan Tangga

Semakin sedikit tersedianya luas lahan yang digunakan untuk membangun suatu bangunan menjadikan perencana lebih inovatif dalam perencanaan, maka pembangunan tidak lagi dalam arah mendatar (*horizontal*), tetapi dibuat pada arah ke atas (*vertikal*), yaitu membuat bangunan gedung bertingkat. Mengingat hal itu maka diperlukan suatu penghubung antar lantai-lantai gedung. Tangga merupakan komponen struktur yang ada pada gedung bertingkat dan fungsi sebagai penghubung antara lantai bawah dengan lantai di atasnya.

Tangga yang direncanakan harus sesuai dengan fungsi bangunan, dan ditempatkan ditempat yang strategis serta mudah diketahui oleh pengguna bangunan gedung. Tangga yang direncanakan harus sesuai standar perencanaan dan mampu menahan beban yang diterima serta aman.

Tangga juga mempunyai fungsi sebagai jalan darurat, direncanakan dekat dengan pintu keluar, sebagai antisipasi terhadap bencana kebakaran, gempa keruntuhan dan lain-lain

Merupakan batang yang dipasang sepanjang anak tangga untuk bertumbuhnya tangan agar orang yang turun naik tangga merasa lebih aman

### 3. METODOLOGI PELAKSANAAN

#### 3.1. Data Umum Proyek

Data-data dibawah ini merupakan data yang diambil dari gambar konstruksi di lapangan dengan data sebagai berikut

Fungsi Gedung : Plaza (Mall)  
Lokasi Proyek : Jl. Cemara Asri

Mutu Beton ( $f'c$ ) : 30 MPa

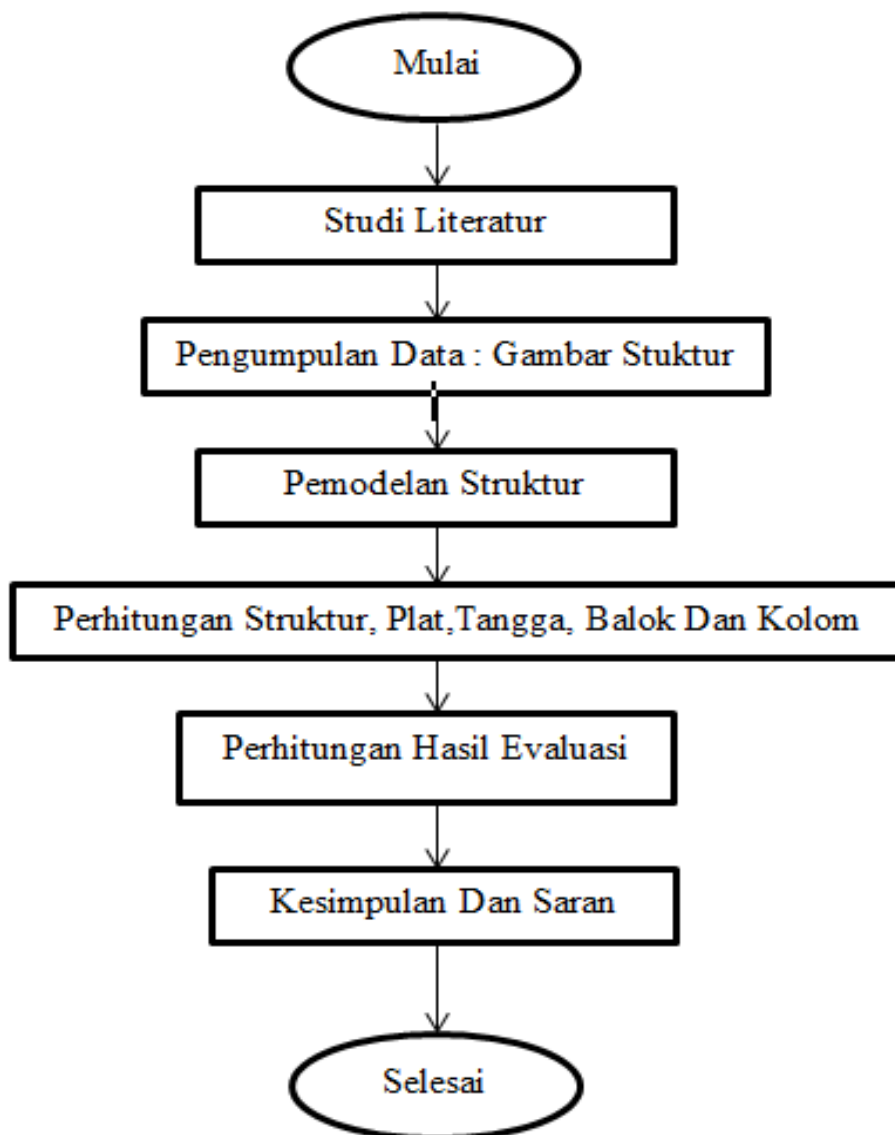
Mutu Tulangan( $f_y$ )

- Pokok : 400 MPa

- Sengkang : 240 MPa

#### 3.2. Tahapan Pengerjaan

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan laporan ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Flowchart Alur Pengerjaan

1. Mencari data dan informasi yang mendukung perencanaan struktur, model struktur, dan pembebanan yang akan digunakan beserta kriterianya
2. Pada model struktur dihitung beban dan gaya yang bekerja. Pembebanan berupa beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.
3. Analisis struktur terhadap model struktur beton 3 dimensi menggunakan bantuan program SAP2000 untuk mendapatkan gaya-gaya yang bekerja seperti bidang normal, lintang, momen dan reksi perletakan
4. Kontrol struktur terhadap model struktur portal beton 3 dimensi untuk mengetahui apakah struktur aman atau tidak.
5. Menghitung penulangan masing-masing kolom, balok, pelat, dan tangga
6. Tahap pengambilan kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan, dibuat suatu kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Pembebanan Pada Gedung

###### 4.1.1. Pembebanan Pada Atap

###### Beban Mati (Dead Load)

Berat Pelat Atap	= 2,40 kN/m <sup>2</sup>
Berat Air Hujan	= 0,50 kN/m <sup>2</sup>
Finishing Atap	= 0,28 kN/m <sup>2</sup>
<u>Plafond, penggantung</u>	<u>= 0,18 kN/m<sup>2</sup></u>
	= 3,28 kN/m <sup>2</sup>

###### Beban Hidup (Live Load)

Beban Hidup Atap	= 1 kN/m <sup>2</sup>
------------------	-----------------------

###### 4.1.2. Pelat Lantai 1-5

###### Beban Mati (Dead Load)

Berat Pelat Atap	= 2,88 kN/m <sup>2</sup>
Tegel	= 0,48 kN/m <sup>2</sup>

ME	= 0,40 kN/m <sup>2</sup>
Spesi	= 0,42 kN/m <sup>2</sup>
<u>Plafond, penggantung</u>	<u>= 0,18 kN/m<sup>2</sup></u>
	= 4,36 kN/m <sup>2</sup>

###### Beban Hidup (Live Load)

Beban Hidup Atap	= 2,5 kN/m <sup>2</sup>
------------------	-------------------------

###### 4.1.2. Pelat Lantai B1,B2,LP1,LP2

###### Beban Mati (Dead Load)

Berat Pelat Atap	= 2,88 kN/m <sup>2</sup>
Tegel	= 0,48 kN/m <sup>2</sup>
ME	= 0,40 kN/m <sup>2</sup>
Spesi	= 0,42 kN/m <sup>2</sup>
<u>Plafond, penggantung</u>	<u>= 0,18 kN/m<sup>2</sup></u>
	= 4,36 kN/m <sup>2</sup>

###### Beban Hidup (Live Load)

Beban Hidup Atap	= 4,79 kN/m <sup>2</sup>
------------------	--------------------------

###### 4.1.3. Perhitungan Beban Gempa

Perhitungan beban gempa struktur dihitung dengan metode respon spectrum sesuai dengan SNI-1726-2012.

- Berdasarkan data tanah yang digunakan, klasifikasi situs pada lokasi tersebut termasuk kelas situs SD (tanah sedang)
- Parameter Percepatan Tanah (S<sub>s</sub>, S<sub>1</sub>) diambil dari peta zona gempa Indonesia wilayah Medan (Sumatera Utara), atau dari situs [puskim.pu.go.id](http://puskim.pu.go.id)  
S<sub>s</sub> = 0.527 g dan S<sub>1</sub> = 0.333 g
- Faktor Koefisien Situs (F<sub>a</sub> dan F<sub>v</sub>) di interpolasi dari tabel koefisien situs  
F<sub>a</sub> = 1,385g, dan F<sub>v</sub> = 1,744g
- Parameter Respons Spektrum  
S<sub>m</sub> = F<sub>a</sub> . S<sub>s</sub> = 0,729 g  
S<sub>m1</sub> = F<sub>v</sub> . S<sub>1</sub> = 0,581 g
- Menentukan Parameter Percepatan Desain  
S<sub>DS</sub> = 2/3 S<sub>m</sub> = 2/3 x 0.73 = 0,486g  
S<sub>D1</sub> = 2/3 S<sub>m1</sub> = 2/3 x 0.58 = 0,387 g
- Merencanakan Respon Spektrum

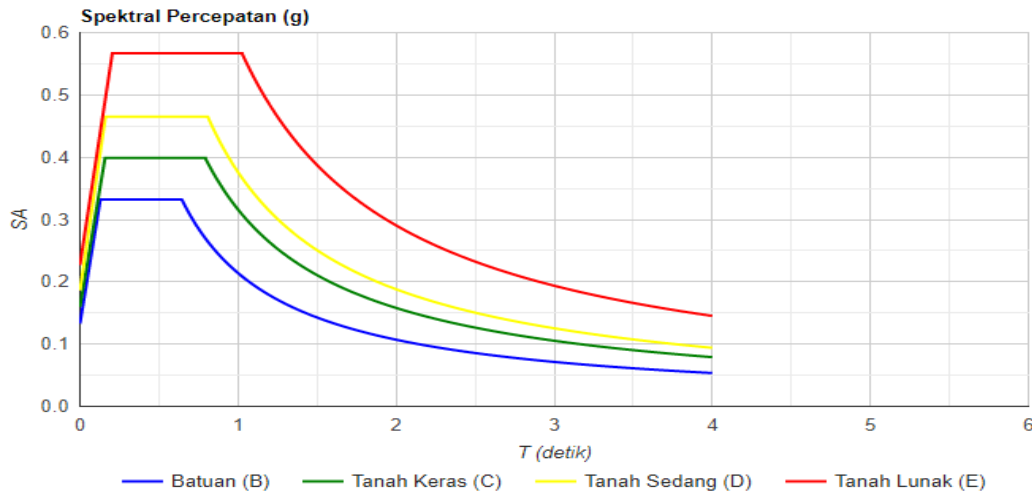
$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} = 0,159$$



$$T_s = \frac{SD1}{SDS} = 0,796$$

jika  $T < T_0$  maka  $S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$

jika  $T_0 \leq T \leq T_s$  maka  $S_a = S_{DS}$   
 jika  $T > T_s$  maka  $S_a = S_{D1}/T$



Gambar 2. Grafik Respons Spectrum

Gambar 2. Grafik Respons Spectrum

#### 4.1.4. Perhitungan Beban Angin

##### Beban Angin Arah X :

Beban Angin Tekan

$$\begin{aligned} W1 &= 0,9 \cdot W \cdot L \cdot H \\ &= 0,9 \cdot 40 \cdot 8 \cdot 4,5 \\ &= 1296 \text{ Kg} \\ &= 1,296 \text{ ton} \end{aligned}$$

Beban Angin Hisap

$$\begin{aligned} W2 &= -0,4 \cdot W \cdot L \cdot H \\ &= -0,4 \cdot 40 \cdot 8 \cdot 4,5 \\ &= -576 \text{ Kg} \\ &= -0,576 \text{ ton} \end{aligned}$$

##### Beban Angin Arah Y :

Beban Angin Tekan

$$\begin{aligned} W1 &= 0,9 \cdot W \cdot L \cdot H \\ &= 0,9 \cdot 40 \cdot 9,65 \cdot 4,5 \\ &= 1563,3 \text{ Kg} \\ &= 1,5633 \text{ ton} \end{aligned}$$

Beban Angin Hisap

$$\begin{aligned} W2 &= -0,4 \cdot W \cdot L \cdot H \\ &= -0,4 \cdot 40 \cdot 9,65 \cdot 4,5 \\ &= -694,8 \text{ Kg} \\ &= -0,6948 \text{ ton} \end{aligned}$$

#### 4.2. Perhitungan Plat Lantai

Tebal plat lantai yang ditinjau adalah 120 mm

##### **Tulangan Lentur Arah X**

$$Mlx = 7,564 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{0,9 \cdot b \cdot d^2} \\ &= \frac{7,564 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1000 \cdot 95^2} \\ &= 0,931 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0645 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \cdot f'c}} \right) \times \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y} \\ &= \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,931}{0,85 \cdot 30}} \right) \times \frac{0,85 \cdot 30}{240} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 0,004 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,006$$

$$\begin{aligned} \rho_{maks} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0645 \\ &= 0,0484 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{maks}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan luas tulangan dan spasi antar tulangan

$$\begin{aligned} A_{sperlu} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot h \\ &= 0,006 \cdot 1000 \cdot 95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As min} &= 570 \text{ mm}^2 \\ &= i_n \cdot b \cdot h \\ &= 0,004 \cdot 1000 \cdot 120 \\ &= 480 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Asperlu > As min  
 $570 \text{ mm}^2 > 480 \text{ mm}^2$ , maka dipakai nilai As perlu

$$\begin{aligned} \text{Spasi} &= \frac{b \cdot Ab}{\text{Asperlu}} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{570} \\ &= 137,8 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tulangan yang digunakan untuk tulangan lentur arah X lapangan adalah  $\emptyset 10 - 150$

### CHECK KEKUATAN NOMINAL DESAIN PELAT

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= \frac{b \cdot Ab}{S} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{150} \\ &= 523,6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

As pakai  $\geq$  As perlu  
 $523,6 \text{ mm}^2 < 570 \text{ mm}^2$ , Maka digunakan nilai Asperlu untuk Aspakai

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{Aspakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} \\ &= \frac{523,6 \cdot 240}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 5,37 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \emptyset Mn &= \emptyset \cdot \text{As pakai} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 0,9 \cdot 570 \cdot 240 \cdot \left(95 - \frac{5,37}{2}\right) \\ &= 8,901 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &\geq Mlx \\ 11,37 \text{ KNm} &> 7,564 \text{ KNm} \dots\dots\dots \text{OK!!!} \end{aligned}$$

Tulangan yang direncanakan AMAN !!!

**Tabel 3. Penulangan Plat**

Pelat	Tulangan
Tumpuan Arah X	$\emptyset 10-150$
Lapangan Arah X	$\emptyset 10-150$
Tumpuan Arah Y	$\emptyset 10-150$
Lapangan Arah Y	$\emptyset 10-150$

### 4.3. Perhitungan Penulangan Balok

$$\begin{aligned} Mu &= 651,178 \text{ kNm} \\ Mn &= \frac{Mu}{\phi} = \frac{651,178}{0,9} = 723,53 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{723,53 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 500 \cdot 636^2} = 3,975 \text{ MPa} \\ m &= \frac{fy}{0,85 \cdot f'c} = \frac{400}{0,85 \cdot 30} = 15,686 \end{aligned}$$

Menghitung Rasio

$$\begin{aligned} \rho b &= \frac{0,85 \cdot f'c}{fy} \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + fy} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{400} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0,03251 \end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho b = 0,75 \cdot 0,03251 = 0,0244$$

$$\rho_{min1} = \frac{1,4}{fy} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{min2} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 \cdot fy} = \frac{\sqrt{30}}{4 \cdot 400} = 0,0035, \text{ maka digunakan } \rho_{min1}.$$

$$\begin{aligned} \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 15,686 \cdot 3,975}{400}} \right) \\ &= 0,01086 \end{aligned}$$

Syarat :  $\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$ , OKE!!!

Menghitung luas tulangan

$$\begin{aligned} \text{Asmin} &= \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 500 \cdot 636 \\ &= 1113 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asperlu} &= \rho_{perlu} \cdot b \cdot d = 0,01086 \cdot 500 \cdot 636 \\ &= 3453,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Asmaks} &= \rho_{max} \cdot b \cdot d = 0,0244 \cdot 500 \cdot 636 \\ &= 7950 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :  $\text{Asmin} < \text{Asperlu} < \text{Asmaks}$ , OKE!!

Menghitung Kebutuhan Tulangan

$$n = \frac{\text{Asperlu}}{\text{Ablongitudinal}} = \frac{3453,48}{380,133} = 9 \text{ btg}$$

$$x = 71 \text{ mm} > 25 \text{ mm OKE!!!}$$

Menghitung Kekuatan Momen Nominal

$$\begin{aligned} \text{Aspakai} &= n \cdot \text{Ablongi} = 9 \cdot 380,133 \\ &= 3421,197 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat :  $\text{Aspakai} \geq \text{Asperlu}$ , OKE!!!

$$\begin{aligned} a &= \frac{\text{Aspakai} \cdot f_y}{0,85 \cdot f'c \cdot b} = \frac{3421,197 \cdot 400}{0,85 \cdot 30 \cdot 500} \\ &= 108,345 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{108,345}{0,84} = 128,982 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \epsilon t &= \frac{d-c}{c} \cdot 0,003 = \frac{636-128,982}{128,982} \cdot 0,003 \\ &= 0,0118 > 0,005 \dots \text{OKE!!!} \end{aligned}$$

$$\phi Mn = 3421,197 \cdot 400 \left( 636 - \frac{108,345}{2} \right)$$

= 723,359 kNm  
 Syarat :  $\phi Mn \geq Mu$   
 723,359 kNm > 651,178 kNm  
 OKE!!

**Tabel 4. Penulangan Balok**

Balok G6 500 x 700	Tulangan
Tumpuan Atas	9D22
Tumpuan Bawah	6D22
Lapangan Atas	4D22
Lapangan Bawah	8D22
Sengkang Tumpuan	Ø13-100
Sengkang Lapangan	Ø13-200

#### 4.4. Perhitungann Penulangan Kolom

##### 4.4.1. Pemeriksaan Tipe Portal

Arah X  
 Pu maks = 7344,486 KNn (SAP2000)  
 $\Delta = 5,83 \text{ mm} ; V = 5597,32 \text{ kN}$   
 $Q = \frac{\sum Pu \cdot \Delta}{V \cdot I}$   
 $Q = \frac{7344,486 \times 5,83}{5597,32 \times 4500}$   
 $= 0,001699 < 0,05$

Sehingga sesuai dengan SNI 2847:2013  
 Pasal 10.10.5.2

Portal arah X yang ditinjau dianggap tidak bergoyang  
 "Arah Y"

Pu maks = 7344,486 KN(SAP2000)  
 $\Delta = 3,92 \text{ mm} ; V = 5669,63 \text{ KN}$   
 (Diambil dari lantai 1)  
 $Q = \frac{\sum Pu \cdot \Delta}{V \cdot I}$   
 $Q = \frac{7344,486 \times 3,92}{5669,63 \times 4500}$   
 $= 0,001128 < 0,05$

Sehingga sesuai dengan SNI 2847:2013  
 Pasal 10.10.5.2

Portal arah Y yang ditinjau dianggap tidak bergoyang

##### Pemeriksaan Kelangsingan kolom arah X

Kekangan Atas  
 Dimensi kolom tinjauan  
 Lebar kolom (b) = 700mm  
 Tinggi kolom (h) = 700 mm  
 Ik-tinjau =  $0,7 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}$   
 Ik-tinjau =  $0,7 \cdot \frac{700 \cdot 700^3}{12}$

$$= 1,401 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$E \cdot I_k\text{-tinjauan} = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_k\text{-tinjauan}$$

$$E \cdot I_k\text{-tinjauan} = 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 1,401 \times 10^{10}$$

$$= 3,607 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

Dimensi Kolom Atas

Lebar Kolom (b) = 700mm

Tinggi Kolom (h) = 700 mm

$$I_k\text{-atas} = 0,7 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_k\text{-atas} = 0,7 \cdot \frac{700 \cdot 700^3}{12}$$

$$= 1,401 \times 10^{10} \text{ mm}^4$$

$$E \cdot I_k\text{-atas} = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_k\text{-tinjauan}$$

$$E \cdot I_k\text{-atas} = 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 1,401 \cdot 10^{10}$$

$$= 3,607 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

Nmm<sup>2</sup>

Dimensi Balok Atas

Lebar Balok (b) = 500mm

Tinggi balok (h) = 700 mm

$$I_b\text{-atas} = 0,35 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I_b\text{-atas} = 0,35 \cdot \frac{500 \cdot 700^3}{12}$$

$$= 5,0 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$E \cdot I_b\text{-atas} = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_k\text{-tinjauan}$$

$$E \cdot I_b\text{-atas} = 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 5,0 \cdot 10^9$$

$$= 1,288 \cdot 10^{14} \text{ Nmm}^2$$

N.mm<sup>2</sup>

$$\Psi_a = \frac{\left(\frac{E \cdot I_k\text{-tinjauan}}{I_k\text{-tinjauan}}\right) + \left(\frac{E \cdot I_k\text{-atas}}{I_k\text{-atas}}\right)}{\left(\frac{E \cdot I_b\text{-atas}}{I_b\text{-atas}}\right)}$$

$$= \frac{\left(\frac{3,607 \times 10^{14}}{1,401 \times 10^{10}}\right) + \left(\frac{3,607 \times 10^{14}}{1,401 \times 10^{10}}\right)}{\left(\frac{1,288 \times 10^{14}}{5,0 \times 10^9}\right)}$$

$$= 19,99$$

Kekangan Bawah

Dimensi kolom tinjauan

Lebar kolom (b) = 700mm

Tinggi kolom (h) = 700 mm

$$\begin{aligned}
 I_{k\text{-tinjauan}} &= 0,7 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} \\
 I_{k\text{-tinjauan}} &= 0,7 \cdot \frac{700 \cdot 700^3}{12} \\
 &= 1,401 \times 10^{10} \text{ mm}^4 \\
 E \cdot I_{k\text{-tinjauan}} &= 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_{k\text{-tinjauan}} \\
 E \cdot I_{k\text{-tinjauan}} &= 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 1,401 \\
 &\times 10^{10} \\
 &= 3,61 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

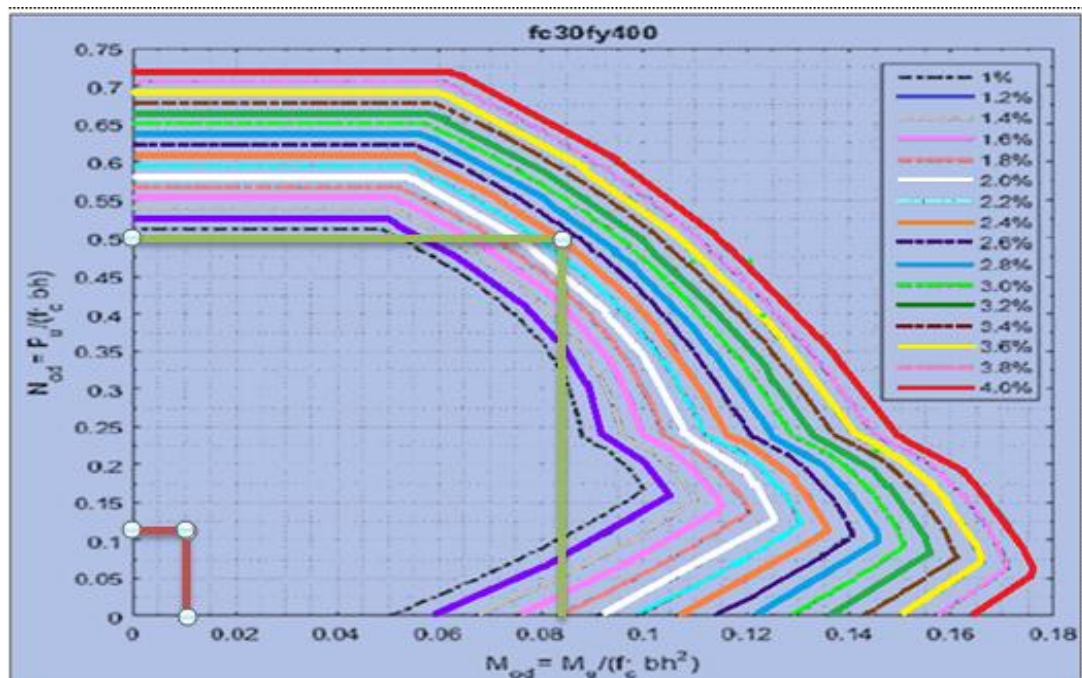
Dimensi Kolom bawah

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar kolom (b)} &= 700 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi kolom (h)} &= 700 \text{ mm} \\
 I_{k\text{-tinjauan}} &= 0,7 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} \\
 I_{k\text{-tinjauan}} &= 0,7 \cdot \frac{700 \cdot 700^3}{12} \\
 &= 1,401 \times 10^{10} \text{ mm}^4 \\
 E \cdot I_{k\text{-tinjauan}} &= 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_{k\text{-tinjauan}} \\
 E \cdot I_{k\text{-tinjauan}} &= 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 1,401 \\
 &\times 10^{10} \\
 &= 3,61 \cdot 10^{14} \text{ N} \cdot \text{mm}^2
 \end{aligned}$$

Dimensi Balok Bawah

$$\begin{aligned}
 \text{Lebar Balok (b)} &= 500 \text{ mm} \\
 \text{Tinggi balok (h)} &= 700 \text{ mm} \\
 I_{b\text{-atas}} &= 0,35 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12} \\
 I_{b\text{-atas}} &= 0,35 \cdot \frac{500 \cdot 700^3}{12} \\
 &= 5,0 \times 10^9 \text{ mm}^4 \\
 E \cdot I_{b\text{-atas}} &= 4700 \cdot \sqrt{f'c} \cdot I_{b\text{-atas}} \\
 E \cdot I_{b\text{-atas}} &= 4700 \cdot \sqrt{30} \cdot 5,0 \cdot 10^9 \\
 &= 1,288 \times 10^{14} \text{ N} \cdot \text{mm}^2 \\
 \Psi_a &= \frac{\left( \frac{E \cdot I_{k\text{-tinjauan}}}{I_{k\text{-tinjauan}}} \right) + \left( \frac{E \cdot I_{b\text{-atas}}}{I_{b\text{-atas}}} \right)}{\left( \frac{E \cdot I_{b\text{-atas}}}{I_{b\text{-atas}}} \right)} \\
 &= \frac{\left( \frac{3,61 \times 10^{14}}{1,401 \times 10^{10}} \right) + \left( \frac{3,61 \times 10^{14}}{1,401 \times 10^{10}} \right)}{\left( \frac{1,287 \times 10^{14}}{5,0 \times 10^9} \right)} \\
 &= 20,0
 \end{aligned}$$

Setelah faktor kekangan diperoleh , Nilai faktor kekangan di plot kedalan grafik faktor 'K' (SNI 2847:2013 Pasal 10.10.7.2) Menurut gambar 5.7 Nilai K yang didapatkan adalah 0,96



Gambar 3. Diagram Interaksi  $\phi M_n - P_n$

$$\begin{aligned} A_{st} &= \rho \cdot b \cdot h \\ A_{st} &= 0,024 \cdot 700 \cdot 700 \\ &= 11760 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang digunakan

$$\begin{aligned} n &= \frac{A_{st}}{A_{b.\text{longitudinal}}} \\ &= \frac{11760}{490,874} \\ &= 23,96 \approx 24 \end{aligned}$$

Tulangan kolom harus kelipatan 4 , Sehingga digunakan tulangan D25 sebanyak 24 buah . sama seperti perhitungan balok besar spasi antar tulangan sejajar harus dicek sesuai dengan SNI 2847:2013 Pasal 7.6.3

$$X = \frac{700 - (2 \cdot 40) - (2 \cdot 13) - (24 \cdot 25 / 4)}{24 / 4}$$

= 74 mm > 40mm , Maka spasi tulangan yang memenuhi syarat .

$$\text{paktual} = \frac{n \cdot A_{b.\text{longitudinal}}}{b \cdot h}$$

$$\text{paktual} = \frac{24 \cdot (490,874)}{700 \cdot 700}$$

$$= 0,024$$

Menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.3.1 rasio luas tulangan memanjang tidak bolehkurang dari 0,01 atau tidak boleh lebih dari 0,06 .

$$0,01 < \text{paktual} < 0,06$$

0,01 < 0,024 < 0,06 (Memenuhi syarat !!!)

#### 4.5. Perhitungann Penulangan Tangga

Perhitungan Tulangan Lentur Arah X

$$\begin{aligned} M_{11} &= M_u \\ &= 12,688 \text{ KNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{12,688}{0,9} \\ &= 15,86 \end{aligned}$$

Rasio Tulangan :

$$\begin{aligned} \rho_{\min} &= \frac{1,4}{f_y} \\ &= \frac{1,4}{240} \\ &= 0,00583 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \cdot x \cdot f'c}{f_y} \cdot \beta \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{240} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 240} \right) \\ &= 0,0064 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{\max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,0064 \\ &= 0,048 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c} \\ &= \frac{240}{0,85 \cdot 30} \\ &= 9,412 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{M_n}{b \cdot d^2} \\ &= \frac{15,86 \cdot 10^6}{1000 \cdot 95^2} \\ &= 1,757 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 9,412 \cdot 1,475}{240}} \right) \\ &= 0,0075 \end{aligned}$$

Kebutuhan tulangan :

$$\begin{aligned} A_{st} &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,0075 \cdot 1000 \cdot 95 \\ &= 712,5 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan Ø10

Luas 1 buah tulangan Ø10

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 10^2 \\ &= 78,54 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar tulangan (S) :

$$\begin{aligned} S &= \frac{b \cdot A_b}{A_{st}} \\ &= \frac{1000 \cdot 78,54}{712,5} \\ &= 110,232 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

**Tabel 5. Penulangan Plat**

Pelat	Tulangan
Tumpuan Arah X	Ø10-150
Lapangan Arah X	Ø10-150
Tumpuan Arah Y	Ø10-150
Lapangan Arah Y	Ø10-150

## 5. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Simpulan

Maka dari hasil perhitungan di dapat perbedaan pada rencana awal data, perbedanaan atau selisih nya sebagai berikut :

1. Pelat Lantai :

Hasil Evaluasi :

$$- M_{tx} = \text{Ø10-150}$$

- Mlx = Ø10-150
- Mty = Ø10-150
- Mly = Ø10-150

Gambar Rencana :

- Mtx = D10-200
- Mlx = D10-200
- Mty = D10-200
- Mly = D10-200

## 2. Tangga Dan Balok Border

Hasil Evaluasi :

- Mtx = Ø10-150
- Mlx = Ø10-150
- Mty = Ø10-150
- Mly = Ø10-150
- Optrade = 11 buah
- Tumpuan = 2D13
- Lapangan = 2D13
- Sengkang = Ø10-150
- Sengkang L = Ø10-150

Gambar Rencana :

- Mtx = Ø10-150
- Mlx = Ø10-150
- Mty = Ø10-150
- Mly = Ø10-150
- Optrade = 11 buah
- Tumpuan = 3D16
- Lapangan = 3D16
- Sengkang = D10-200
- Sengkang L = D10-200

## 3. Balok

Hasil Evaluasi :

- Tumpuan - = 9D22
- Tumpuan + = 6D22
- Lapangan - = 4D22
- Lapangan += 8D22
- Sengkang = Ø13-100
- Sengkang = Ø13-200

Gambar Rencana :

- Tumpuan - = 9D22
- Tumpuan + = 6D22
- Lapangan - = 4D22
- Lapangan += 8D22
- Sengkang = D10-100
- Sengkang = D10-100

## 4. Kolom

Hasil Evaluasi :

- n Longitudinal = 24D25
- Sengkang Tump = 4Ø13-100

- Sengkang Lapa = 4Ø13-150

Gambar Rencana :

- n Longitudinal = 24D25
- Sengkang Tump = 4Ø13-100
- Sengkang Lapa = 4Ø13-100

5. Kolom K2 dengan ukuran 120 x 120 cm yang di evaluasi memiliki hasil yang berbeda pada perencanaan awal sebagai berikut:

Hasil evaluasi :

- Tulangan lentur : 28D25
- Tulangan geser : D13-125

Gambar Rencana :

- Tulangan lentur : 36D25
- Tulangan geser : D13-100

## 5.2. Saran

Dari hasil perhitungan yang dilakukan ada beberapa saran sebagai berikut :

Pembebanan yang digunakan dalam perhitungan ini terbatas dalam pendekatan menggunakan standart yang ada, untuk itu perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pembebanan yang dihitung secara manual sesuai dengan keadaan eksisting dan perlu mempelajari lebih lanjut mengenai penerapan metode-metode perkuatan struktur yang telah ada.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti. 2018. *Sruktur Beton Bertulang Tahan Gempa*. Yogyakarta: Andi
- Adrian Ulza *Teori Dan Praktik Evaluasi Struktur Beton Bertulang Berbasis Desain Kinerja*
- Agus Setiawan *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan*

- Non Gedung* (SNI 1726:2012).  
Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional.2013.  
*Beban Minimum Untuk  
Perancangan Bangunan Gedung  
Dan Struktur Lain* (SNI  
1727:2013). Jakarta: BSN
- Badan Standardisasi Nasional. 2013.  
*Persyaratan Beton Struktural  
Untuk Bangunan Gedung* (SNI  
2847:2013). Jakarta: BSN