

STUDY ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG RUMAH SAKIT UMUM DAERAH SYARIFAH AMBAMI RATO EBU KABUPATEN BANGKALAN DENGAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN MENENGAH (SRPMM)

Abdul Muqsith^{*1}, Anang Bakhtiar² dan Gilang Ramadan Kololikiye³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang
e-mail: 22101051036@unisma.ac.id

²Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang
e-mail: anang.bakhtiar@unisma.ac.id

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Malang
e-mail: gilangft@unisma.ac.id

ABSTRACT

Structural planning of buildings in Indonesia needs to take earthquake resistance into consideration due to the country's high level of seismic activity. This study aims to evaluate an alternative structural design for the Syarifah Ambami Rato Ebu Regional Hospital Building in Bangkalan using the Intermediate Moment Resisting Frame System (SRPMM). The selection of this structural system considers the classification of hospital buildings as Risk Category III, as well as the seismic conditions of the building site. The structural analysis was performed using the Response Spectrum Method in accordance with SNI 1726:2019, while the determination of structural loads referred to SNI 1727:2020. The design of reinforced concrete structural elements was conducted based on the provisions of SNI 2847:2019. Structural modeling and analysis were carried out using ETABS to determine internal forces, structural displacement, and the response of the building to earthquake loading. The scope of structural planning covers the design and analysis of slabs, beams, columns, and foundations. The results of the analysis show that the use of the SRPMM system provides better structural performance than the previous system (SRPMB), especially in terms of ductility, strength, and the ability to absorb earthquake energy. The dimensions and reinforcement of the planned structural elements meet the safety and durability requirements of applicable standards.

Keyword : SRPMM, Earthquake Load, Structural Design, Reinforced Concrete, Response Spectrum

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan struktur gedung bertingkat di Indonesia harus mengutamakan aspek keselamatan terhadap pengaruh gempa bumi. Hal tersebut disebabkan oleh letak geografis Indonesia yang berada pada kawasan *Ring of Fire*, sehingga memiliki tingkat aktivitas seismik yang tinggi akibat interaksi tiga lempeng tektonik utama, yaitu Lempeng Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik [1]. Kondisi tersebut menjadikan penerapan konsep bangunan tahan gempa sebagai persyaratan penting dalam setiap perencanaan struktur. Pemerintah Indonesia telah menetapkan berbagai standar dan ketentuan teknis dalam

perencanaan bangunan gedung melalui Standar Nasional Indonesia (SNI) yang mengatur pembebanan serta ketahanan struktur terhadap gempa. Salah satu objek yang menjadi perhatian adalah Gedung RSUD Syarifah Ambami Rato Ebu Bangkalan. Pada perencanaan awal, gedung ini menggunakan sistem struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) yang memiliki faktor modifikasi respons gempa (R) sebesar 4. Namun, berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019,

Rumah Sakit Umum Daerah termasuk bangunan dengan Kategori Risiko III, sehingga sistem struktur yang digunakan perlu dievaluasi agar memenuhi persyaratan kinerja struktur

dan tingkat keamanan terhadap beban gempa sesuai dengan standar yang berlaku.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka identifikasi masalah adalah:

1. Belum optimalnya pemilihan sistem struktur tahan gempa pada perencanaan sebelumnya.
2. Ketidakesesuaian sistem struktur dengan kategori risiko bangunan rumah sakit.
3. Pengaruh parameter gempa terhadap desain struktur belum dianalisis secara optimal.
4. Perencanaan awal menggunakan SRPMB yang kurang sesuai untuk zona gempa sedang.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Berapakah beban gempa (Seismik) sesuai SRPMM?
2. Berapakah dimensi pelat dan penulangan yang di perlukan dalam perencanaan ?
3. Berapakah dimensi balok anak dan penulangan yang di perlukan dalam perencanaan?
4. Berapakah dimensi portal dan penulangan yang di perlukan dalam perencanaan?
5. Berapa dimensi Pondasi dan penulangan yang direncanakan?

1.4 Batasan masalah

Batasan Batasan masalah yang diambil yaitu:

1. Penelitian ini tidak membahas aspek analisis biaya, metode pelaksanaan konstruksi, perencanaan arsitektural, maupun manajemen konstruksi.
2. Perencanaan pada penelitian ini tidak mencakup analisis dan perancangan struktur pendukung, seperti tangga dan lift.
3. Penelitian ini tidak mengkaji maupun melakukan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL).
4. Elemen struktur yang menjadi objek perencanaan dan analisis meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi.

5. Analisis beban gempa dilakukan menggunakan metode Respons Spektrum sesuai ketentuan SNI 1726:2019. Sementara itu, penentuan beban selain beban gempa mengacu pada SNI 1727:2020, sedangkan perencanaan elemen struktur beton bertulang berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019

1.5 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan besarnya beban gempa rencana pada struktur gedung dengan menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) melalui metode Respons Spektrum.
2. Menentukan dimensi pelat yang memenuhi persyaratan perencanaan.
3. Menentukan dimensi balok anak yang sesuai syarat SRPMM.
4. Menentukan dimensi Portal yang sesuai syarat SRPMM
5. Mengetahui dimensi pondasi yang direncanakan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang merupakan struktur yang menggabungkan beton dengan baja tulangan . Beton memiliki kuat tekan tinggi, sedangkan baja memiliki kuat tarik tinggi, sehingga keduanya saling melengkapi [2]. Menurut Nasution (2009) beton adalah material konstruksi yang diperoleh dari pencampuran semen, air, agregat halus, agregat kasar, serta bahan tambah (admixture) apabila diperlukan. [3].

2.2 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Menurut Ramadhani (dalam SNI 1726 : 2019 pasal 3.5.3) merupakan sistem struktur yang pada dasarnya terdiri atas rangka ruang yang dirancang untuk menahan seluruh beban gravitasi yang bekerja pada bangunan [4]. Selain berfungsi memikul beban gravitasi, sistem ini juga memiliki kemampuan untuk menahan beban lateral yang diakibatkan oleh gaya gempa melalui mekanisme rangka pemikul momen. SRPM ini dibagi menjadi tiga jenis, yaitu : SRPMB, SRPMM, SRPMK.

2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

Singkatan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa. Sistem ini merupakan salah satu jenis Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) yang digunakan dalam konstruksi bangunan untuk menghadapi gempa, terutama di daerah dengan tingkat resiko gempa rendah, dirancang untuk daerah dengan tingkat resiko gempa rendah, seperti zona 1 dan 2 dalam SNI 1726-2019.

2.4 Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

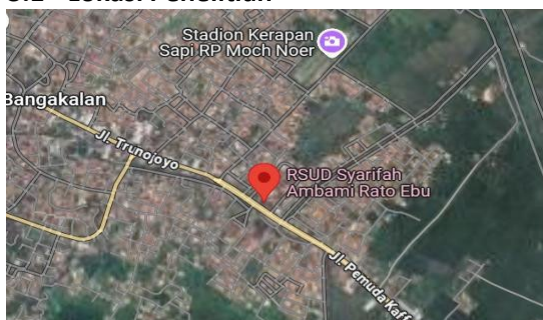
SRPMM singkatan dari Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah. Ini adalah salah satu tipe sistem rangka struktur yang digunakan dalam bangunan gedung untuk menahan gaya gempa [5]. SRPMM memiliki daktilitas sedang dan cocok untuk digunakan di daerah dengan risiko gempa menengah, seperti zona 3 hingga 4 dalam SNI 1726 [6].. Bulgis dan Sonia [8] menjelaskan bahwa parameter yang biasa digunakan pada Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah adalah keruntuhan geser tidak diperbolehkan melebihi keruntuhan lentur.

2.5 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) merupakan sistem struktur yang dirancang untuk memiliki tingkat daktilitas yang tinggi terhadap beban gempa. SRPMK sering digunakan di daerah dengan zona gempa 5 dan 6, karena sistem ini dirancang untuk menahan gaya-gaya yang lebih besar yang mungkin terjadi di daerah tersebut.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian



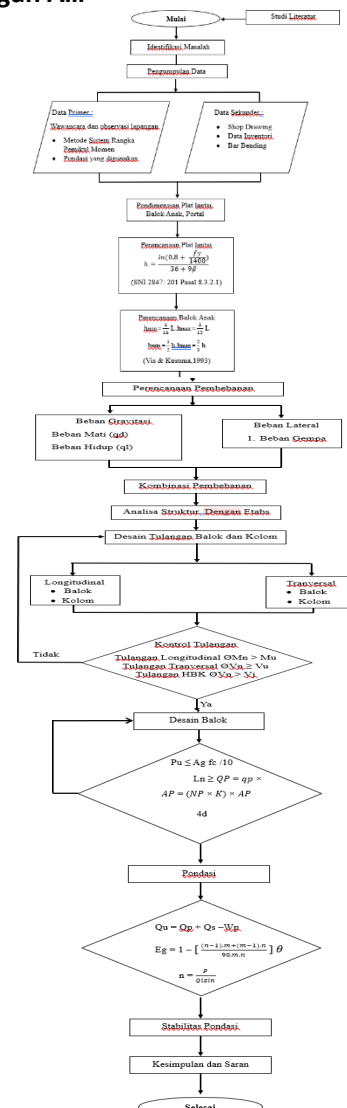
Gambar 1. Lokasi Penelitian Sumber: google maps

Lokasi penelitian ini terdapat di Lokasi Gedung RSUD Syarifah Ambami Rato Ebu terdapat di Jl. Pemuda Kaffa no 9, Kab. Bangkalan, Madura. Dilampirkan pada **Gambar 1** peta google maps dengan Koordinat - 7.029115425431256, 112.7592998668505

3.2 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini memanfaatkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui kegiatan observasi secara langsung di lokasi penelitian serta wawancara . Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari dokumen teknis yang meliputi shop drawing, data inventaris, dan bar bending schedule (BBS) sebagai acuan dalam proses analisis dan perencanaan struktur.

3.3 Bagan Alir

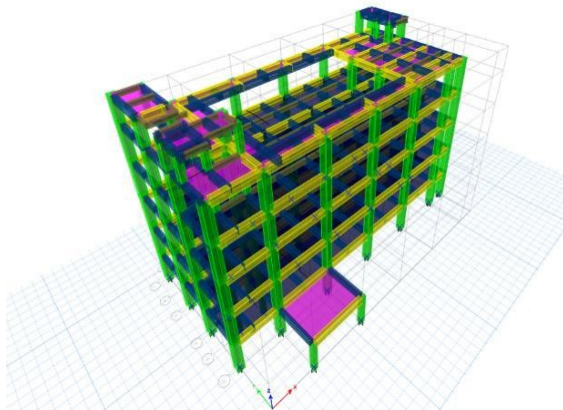


Gambar 2. Bagan alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Perencanaan

1. Fungsi Bangunan : Rumah Sakit
2. Kontruksi Bangunan : Beton Bertulang
3. Sistem Struktur : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah
4. Jenis Tanah : Pasir
5. Jumlah Lantai : 6 Lantai
6. Lebar Bangunan : 25 m
7. Panjang Bangunan : 45 m
8. Tinggi Bangunan :
Lantai 1: ± 0.00 m
Lantai 2: + 4.50 m
Lantai 3: + 9.00 m
Lantai 4: + 13.50 m
Lantai 5: + 18.00 m
Lantai 6 (Atap): + 22.50 m
9. Data Mutu Bahan
Mutu Beton f_c' : 30 Mpa
Mutu Tulangan Ulir f_y : 420 Mpa
Mutu Tulangan Polos f_y : BJTP 420 Mpa
10. Pondasi : BorPile



Gambar 3. Pemodelan Struktur Menggunakan Etabs Sumber : Hasil Analisis

4.2 Perencanaan Pelat Lantai

Berdasarkan hasil analisis struktur yang dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *software* ETABS V.22 diperoleh hasil seperti berikut:

Diambil kombinasi beban $C6a = 1,2DL + 1,0LL + 1,3Q_{ex} + 0,39Q_{ey} + 0,26.SDS$. DL, dengan beban terbesar. Berikut merupakan momen untuk pelat tersebut. Penulangan pelat lapangan arah x

$$\begin{aligned} \text{Asmin yang digunakan} &= 316,667 \text{ mm}^2 \\ \text{As}_{\max} &= 0,025 \times b \times d \\ &= 0,025 \times 1000 \times 95 \\ &= 2375 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 1 Luas Tulangan Pelat (mm^2) per 1 meter lebar)

Jarak spasi (mm)	$\varnothing 8$	$\varnothing 10$	$\varnothing 12$	$\varnothing 13$
100	503	785	1131	1327
125	402	628	905	1062
150	335	523	754	885
175	287	449	646	758
200	251	393	565	664
225	223	349	503	590
250	201	314	452	531

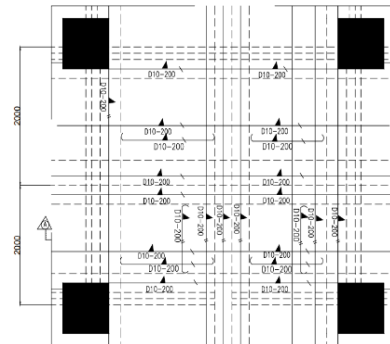
Sumber : SNI 2847

Jarak dipakai sebesar 200 mm

$$S = 200 < 3 \times h$$

$$= 200 < 3 \times 130$$

$$= 200 < 390 \text{ mm}$$



Gambar 4 Penulangan Plat Lantai Sumber : Hasil Analisis

4.3 Perhitungan Struktur Balok Anak B2

Gaya Dalam (hasil analisis struktur dari ETABS) Mu tumpuan Negatif = 156,5119 kN·m

Mu tumpuan positif = 147,7873

kN·m Mu lapangan Negatif =

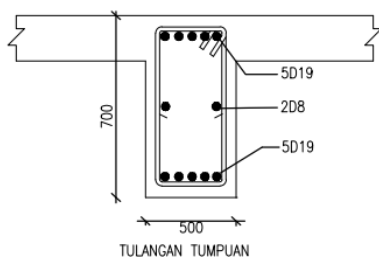
139,5688 kN·m Mu lapangan

positif = 129,1769 kN·m

Asumsikan $\phi = 0,9$

Nilai Mu di dapatkan dari ETABS sebesar : 139,5688 kNm

Diapakai tulangan 5D19 karena as perlu didapatkan seperti di atas sehingga memakai tulangan D19 yang Luas 1 batang D19 adalah 284 mm^2 (SNI 2847) sehingga dibutuhkan sekitar 5 batang. Karena jumlah batang harus bilangan bulat dan penulangan harus simetris, maka dipilih 5D19 dengan $A_s = 1420 \text{ mm}^2$ agar memenuhi kebutuhan kekuatan, detailing gempa, serta kemudahan pelaksanaan di lapangan.



Gambar 5 Cross Balok Anak
Sumber : Hasil Analisis

Balok Anak B2 dengan dimensi 500/750 mm dengan penulangan:

Tulangan Longitudinal

- Tumpuan Atas 5 D19
- Tumpuan Tengah 2 D8
- Tumpuan Bawah 5 D19
- Lapangan Atas 5 D19
- Lapangan Tengah 2 D8
- Lapangan Bawah 5 D19

Tulangan Transversal/Senggang

- Daerah Tumpuan 2D10-150
- Daerah Lapangan 2D10-200

4.4 Perhitungan Struktur Balok Induk B1

Berikut merupakan momen dan gaya lintang Hasil Analisis ETABS untuk balok induk B1 tersebut :

Momen lapangan = 1376,7185 kNm

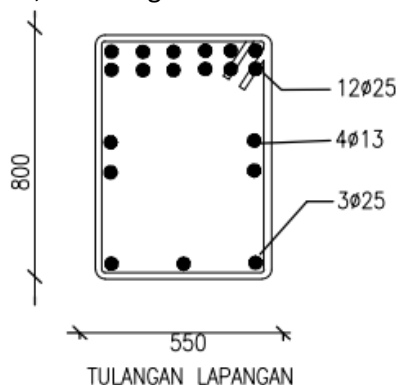
Momen tumpuan = 1346,5214 kNm

Vu maks lapangan = 1390,8923 kN

Vu maks tumpuan = 1384,2739 kN

Balok B1 dengan dimensi 550/800 mm dengan penulangan:

Dipakai tulangan 12D25 karena as perlu didapatkan seperti di atas sehingga memakai tulangan D25 yang Luas 1 batang D25 adalah 490,87 mm² (SNI 2847) sehingga dibutuhkan sekitar 10,45 batang.



Gambar 6 Tulangan Balok Induk
Sumber : Hasil Analisis

Karena jumlah batang harus bilangan bulat dan penulangan harus simetris, maka dipilih 12D25 dengan $A_s = 5890 \text{ mm}^2$ agar memenuhi kebutuhan kekuatan, detailing gempa, serta kemudahan pelaksanaan di lapangan.

Balok Induk B1 dengan dimensi 550/800 mm dengan penulangan

Tulangan Longitudinal

- Tumpuan Atas 12 D25
- Tumpuan Tengah 4 D13
- Tumpuan Bawah 12 D25
- Lapangan Atas 12 D25
- Lapangan Tengah 4 D13
- Lapangan Bawah 3 D25

Tulangan Transversal/Senggang

- Daerah Tumpuan 5D10-100
- Daerah Lapangan 9D10-150

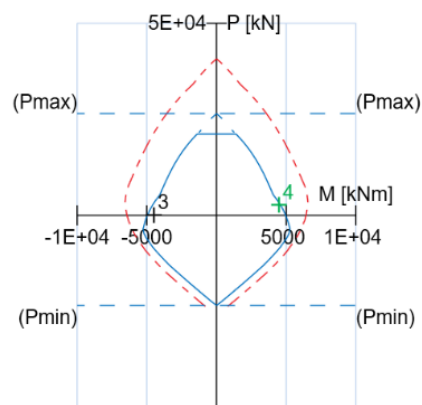
4.5 Perhitungan Struktur Kolom

Berikut merupakan gaya dalam untuk Kolom K1 :

Tabel 2 Gaya dalam Kolom

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	3306,918	202,818	294,876
P min	-6542,372	-2116,311	-2213,939
M2 Max	-79,541	4392,372	928,121
M2 Min	-2750,154	-4388,091	-910,525
M3 Max	-385,465	1646,466	2547,161
M3 Min	-4430,889	-1569,203	-2576,551

Sumber : Hasil Analisis



Gambar 7 Diagram Interaksi dengan SPCOLUMN

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 18.7.2 tentang Batasan dimensi kolom Kolom K1

Syarat dimensi minimum kolom

$b \geq 300 \text{ mm}$

$b = 800 \text{ mm} \geq 300 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$

Syarat rasio dimensi penampang

$b / h \geq 0,4$

$b / h = 800 / 800 = 1,0 \geq 0,4 \rightarrow \text{OK}$

Jumlah batang tulangan

$n = 20$ batang

Diameter tulangan

$d_b = 25 \text{ mm}$

Jumlah kaki sengkang:

Jumlah kaki sengkang arah sisi pendek

$n_1 = 6$

Jumlah kaki sengkang arah sisi panjang

$n_2 = 6$

Spasi sengkang

$s = 100 \text{ mm}$

Jarak maksimum antar kaki sengkang

$x_i \text{ max} = 300 \text{ mm}$

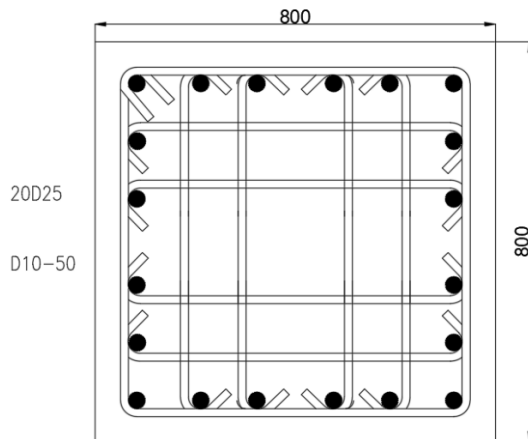
Syarat spasi luar zona plastis

(SNI 2847:2019 Pasal 18.7.6)

$s \leq \min (6d_b; 150 \text{ mm})$

$6d_b = 150 \text{ mm}$

$\rightarrow s = 75 \text{ mm} \leq 150 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$



Gambar 8 Kolom

Sumber : Hasil Analisis

Kolom K1 dengan dimensi 800/800 mm penulangan:

- Tulangan Longitudinal 20 D25

Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan

- Sumbu Lemah 6D10-100

- Sumbu Kuat 6D10-100

Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan

- Sumbu Lemah 4D10-75

- Sumbu Kuat 4D10-75

4.6 Pembebanan Struktur

Tabel 3 Beban Mati Tambahan Pelat Lantai.

Material	Berat	Satuan
Keramik + Spesi	0.77	kN/m ²
Palfon & Rangka	0.172	kN/m ²
ME	0.19	kN/m ²
Waterproofing	0.03	kN/m ²
Plumbing	0.20	kN/m ²
Jumlah	1.362	kN/m²

Sumber : SNI 2847 : 2019

Tabel 4 Beban Mati Tambahan Balok Lantai Eksternal

Material	Berat Satuan	Tinggi Lantai	Total
Dinding 1/2 Bata	5	2.5	12.5
Finishing arsitektural			0.5
ME			0.5
Plumbing			0.5
Jumlah			14.0

Sumber : SNI 2847 : 2019

Tabel 5 Beban hidup diambil dari SNI 1727:2020 tabel 4.3.1

Fungsi Ruangan	Intensitas	Satuan
Ruang Operasi	2.87	kN/m ²
Laboratorium	2.87	kN/m ²
Ruang Arsip	4.79	kN/m ²
Ruang Pasien	1,92	kN/m ²
Koridor	3,83	kN/m ²

Sumber : SNI 2847 : 2019

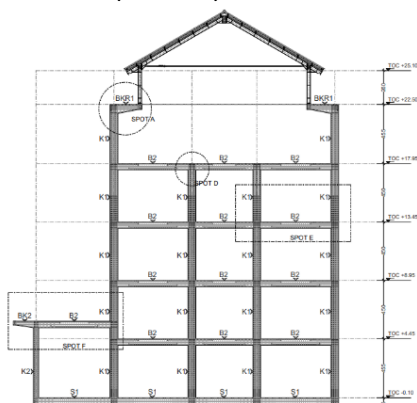
4.7 Pemodelan Struktur

Kategori Desain Seismik (KDS) = D (SNI 1726:2019 Pasal 6.5, Tabel 8 dan 9) Prosedur Analisis Metode yang digunakan : Analisis Respon Spectrum Respon Ragam (SNI 1726:2019 Tabel 16) Faktor Modifikasi Respons Struktur.

Data dari partisipasi massa struktur menunjukkan model ini memenuhi kriteria kinerja struktur yang baik, dilihat dari urutan tiga *mode shape* awal yang muncul yaitu *mode shape* 1 dominan UY (0,7062) pada periode T 0,911, diikuti *mode shape* 2 dominan UX (0,361) pada periode T 0,853 dan *mode shape* 3 dominan RZ (0,5419) pada periode T 0,809.

Total partisipasi massa 100% yang

disyaratkan SNI 1726-2019 terpenuhi pada mode terakhir (sum UX).



Gambar 9 Portal

Sumber : Hasil Analisis

Sesuai ketentuan SNI 1726-2019, nilai $C_t = 0.0466$ dan nilai $x = 0.9$ dengan tinggi bangunan $H = 25,5$ m. maka diperoleh:

$T_a : 0.859551849$

$C_u : 1.4$

$C_u T_a : 0.835445226$

$T_c : 0.8530$

$T_c < C_u T_a$ maka $T_{pakai} = C_u T_a = 0.859551849$

Nilai T ini diperlukan untuk analisis statik ekuivalen pada tahap selanjutnya.

Tabel 6 Gaya Geser daya seismik

Simbol	Arah X		Arah Y	
	Kuantitas	Satuan	Kuantitas	Satuan
C_s	0,106		0,106	
$C_{s,max}$	0,096		0,091	
$C_{s,min}$	0,037	$> 0,01$	0,037	$> 0,01$
$C_{s,min2}$	0,00833		0,008	
Maka C_s	0,106		0,106	
W	43692,54	kN	43692,54	kN
V (SNI)	4642,33	kN	4642,33	kN
V (Etabs)	4642,33	kN	4642,33	kN

Sumber : Hasil Analisis

4.8 Perencanaan Pondasi

Berdasarkan *output* gaya reaksi perletakan (*Base Reaction*) dari analisis ETABS, diperoleh beban aksial maksimum sebesar $P_u = 6094,59$ kN. Data tanah di lokasi menunjukkan perlunya penggunaan fondasi dalam dengan spesifikasi sebagai berikut:

Jenis Fondasi: Bore Pile (Beton Cor di Tempat).
Diameter Bor : 300 mm (asumsi, sesuaikan dengan desain Anda).

Kedalaman: Mencapai tanah keras (berdasarkan data N-SPT).

Data Parameter dan Perencanaan :

Dimensi Kolom : 800 mm × 800 mm

Diameter Tiang Bor : 300 mm

Kedalaman Tiang Bor : 10.000 mm

Pijin Tiang Bor : 39,09 ton

Mutu Beton (f'_c) : 30 MPa

Mutu Baja Tulangan Lentur (f_y) : 420 MPa

Tebal Selimut Beton : 75 mm

Diameter Tulangan Utama : 19 mm

Diameter Tulangan Susut : 10 mm

Diameter Tulangan Stek : 16 mm

Faktor Reduksi Geser (ϕ) : 0,75

Faktor Reduksi Aksial (ϕ) : 0,65

Faktor Reduksi Lentur (ϕ) : 0,90

Kombinasi Beban :

1. $1D + 1L$

2. $1D + 1L + 1Ex$

3. $1D + 1L + 1Ey$

Data Perencanaan:

Panjang tiang = 10 m

Diameter = 0,3 m

Luas tiang (A_p) = $\frac{1}{4} \pi d^2$

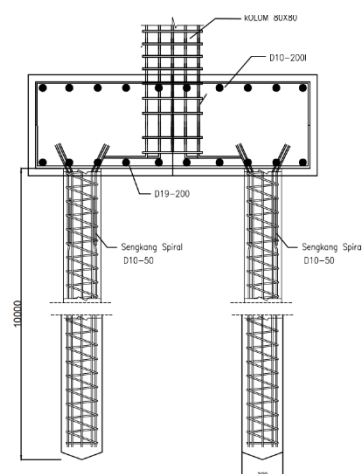
$$= \frac{1}{4} \pi (0,3m)^2$$

$$= 0,071 m^2$$

Luas selimut tiang (A_s) : $\pi d \times \text{panjang tiang}$

$$= \frac{22}{7} \times 0,3 m \times 10 m$$

$$= 9,425 m^2$$



Gambar 10 Perencanaan Pile cap

Sumber : Hasil Analisis

Daya Dukung Tiang Bor Tunggal
Perhitungan daya dukung tiang bor tunggal menggunakan metode Luciano Decourt (1982) dengan data tanah SPT yang tersedia.

$$Q_L = Q_P + Q_S$$

Jarak (s) antartiang bor minimal

$$2D = 2 \times 0,3 \text{ m} = 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Atau minimal } 36 \text{ in} = 36 \times 0,0254 \text{ m} = 0,914 \text{ m}$$

s rencana = 1,2 m

Jarak (s') tiang bor ke tepi minimal

$$0.5D = 0,5 \times 0,3 \text{ m} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Atau minimal } 9 \text{ in} = 9 \times 0,0254 \text{ m} = 0,229 \text{ m}$$

s rencana = 0,4 m

Sketsa dimensi Perencanaan Pile Cap dapat dilihat pada gambar 10. Jadi dapat diketahui rencana dimensi pile cap yaitu 2 m x 2 m

Pengecekan Ulang Kebutuhan Tiang Bor

Asumsi tebal pile cap = 0,7 m

Tinggi timbunan tanah = 0,6 m (Sesuai SNI 1727:2020, berat tanah penutup diperhitungkan sebagai beban mati tambahan pada Pondasi Tebal tanah penutup pile cap diambil 0,6 m berdasarkan elevasi tanah rencana dan praktik konstruksi umum (0,5–1,0 m))

Berat pile cap = dimensi pc x tebal pc x BJ beton

$$= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,7 \text{ m} \times 2,4 \text{ ton/m}^3$$

$$= 6,72 \text{ ton}$$

Berat tanah = dimensi pc x t timbunan x BJ lempung

$$= 2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 2 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 4,8 \text{ ton}$$

$$P_{\text{maks}} = 108,836 \text{ ton}$$

$$\text{Berat pile cap} = 6,720 \text{ ton}$$

$$\text{Berat tanah} = 4,800 \text{ ton} +$$

$$P_{\text{total}} = 120,4 \text{ ton}$$

$$\text{Jumlah tiang bor (n)} = \frac{P_{\text{total}}}{P_{\text{tiang}}} = \frac{120,4 \text{ ton}}{39,087 \text{ ton}}$$

$$= 3,079 \approx 4 \text{ tiang}$$

Efisiensi Kelompok Tiang :

$$\eta = 1 - \text{Arctag} \frac{D}{s} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 mn} \right)$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Besar Beban Gempa (Seismik) sesuai dengan SRPMM sc

$$W_{\text{total}} = 5961,63 \text{ ton}$$

$$V = 608 \text{ ton}$$

2. Pelat lantai dengan tebal 130 mm dan penulangan:

- Daerah lapangan arah x = S10-200
- Daerah lapangan arah y = S10-200

- Daerah tumpuan arah x = S10-200

- Daerah tumpuan arah y = S10-200

3. Balok Anak B2 dengan dimensi 500/750 mm dengan penulangan:

Tulangan Longitudinal

- Tumpuan Atas 5 D19

- Tumpuan Tengah 2 D8

- Tumpuan Bawah 5 D19

- Lapangan Atas 5 D19

- Lapangan Tengah 2 D8

- Lapangan Bawah 5 D19

Tulangan

Transversal/Sengkang

- Daerah Tumpuan 2D10-150

- Daerah Lapangan 2D10-200

4. Portal dengan Dimensi

Balok B1 dengan dimensi 550/800 mm dengan penulangan :

Tulangan Longitudinal

- Tumpuan Atas 12 D25

- Tumpuan Tengah 4 D13

- Tumpuan Bawah 12 D25

- Lapangan Atas 12 D25

- Lapangan Tengah 4 D13

- Lapangan Bawah 3 D25

Tulangan Transversal/Sengkang

- Daerah Tumpuan 5D10-100

- Daerah Lapangan 9D10-150

Kolom K1 dengan dimensi 800/800

mm penulangan:

- Tulangan Longitudinal 20 D25

Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan

- Sumbu Lemah 6D10-100

- Sumbu Kuat 6D10-100

Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan

- Sumbu Lemah 4D10-75

- Sumbu Kuat 4D10-75

5. Hasil desain elemen struktur didapatkan dimensi Pondasi sebagai berikut :

Dimensi Pile cap 2 x 2 x 0,7

Dipasang tulangan D19–200 dengan $A_s = 2551,76 \text{ mm}^2$

Tulangan atas (susut) diambil 20% dari tulangan tersebut dan didapatkan :

$$A_s \text{ susut} = 0,2 \times 2551,76 \text{ mm}^2 = 510,35 \text{ mm}^2$$

Dipasang tulangan D10-200 dengan $A_s = 706,86 \text{ mm}^2$

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk menyempurnakan hasil perencanaan ini :

1. Update Regulasi Perlu dilakukan pembaruan parameter input secara berkala mengikuti standar peraturan gedung terbaru, terutama jika terjadi perubahan pada peta gempa nasional di lokasi proyek.
2. Analisis Ulang menggunakan Software berbeda apabila ingin dilakukan perbandingan dan gunakan perencanaan struktur suatu bangunan gunakan peraturan yang sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agestwo, R., Rokhmawati, A., & Warsito. (n.d.). *Studi Perencanaan Gedung Graha Strada Kediri"Dengan Sistem Rangka Pemikul"Momen Khusus"(SRPMK)*.
- [2] David, A., & Sabariman, B. (n.d.). *Pengaruh Sudut Senggang Miring Pada Balok Pendek Terhadap Pola Runtuh*.
- [3] Heru, N. Y., Warsito, & Azizah, R. (2021). *STUDI ALTERNATIF PERHITUNGAN WAKTU PELAKSANAAN DENGAN METODE PDM PEMBANGUNAN GEDUNG PSIKOLOGI KAMPUS II UINSA SURABAYA*.
- [4] Hirel, P., Servie, K., Dapas, O., & Pandaleke, R. (2018). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS. *Jurnal Sipil Statik*, 6(Juni), 361–372.
- [5] Infrastruktur, P., Kawasan, P., & Secara Berkelanjutan, P. (2023). *Pengembangan Berkelanjutan*.
- [6] Laeli, N., Dan, H., & Noviansyah, R. (2017). Kajian Perilaku Struktur Portal Beton Bertulang Tipe SRPMK dan Tipe SRPMM. *Jurnal Rekayasa Hijau*, 3.
- [7] Rahmadhanny, F., Suprpto, B., & Warsito. (n.d.). *STUDI PERENCANAAN APARTEMEN TAMAN MELATI MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)"*.
- [8] ahman, A., & Wahyuni, E. (2016). *COMPARATIVE STUDY OF OPTIMAL DESIGN OF MULTILEVEL FOOTBRIDGE DUE TO STATIC LOADS AND DYNAMIC LOADS OF WALKING HUMAN*.
- [9] Siboro, A., & Yusuf, M. (n.d.). *PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG GEDUNG KANTOR TUJUH LANTAI DI PONTIANAK*.
- [10] Sudarno, P. :, Tampubolon, P., Sc, M., Penerbitan, P., Buku, P., & Tinggi, P. (2022).

STRUKTUR BETON I CIVIL ENGINEERING.

- [11] Watimena Rahmat. (2024). *STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG FLAMBOYAN RUMAH SAKIT MENUR KOTA SURABAYA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)*.
- [12] YTD KILA. (2015). *E-Journal Universitas Atma Jaya Yogyakarta*.