

DESAIN DAN ANALISIS STRUKTUR TAHAN GEMPA BETON BERTULANG ELEMEN BALOK DAN KOLOM PADA GEDUNG BERTINGKAT 10 DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK) BERDASARKAN SNI 2847- 2019 & 1726-2019

Rizky Risnandar¹, Muhammad Ryanto²
^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹korespondensi : rizkyrisnandar10@gmail.com

ABSTRAK

Pada umumnya, kerusakan pada struktur bangunan akibat gempa disebabkan oleh ketidaksesuaian sistem bangunan dengan tingkat kerawanan daerah setempat terhadap gempa, serta rancangan struktur dan detail penulangan yang kurang memadai.. Untuk gedung yang difungsikan sebagai apartemen, kategori risikonya adalah II dan termasuk dalam kelas situs tanah sedang. Dalam pemodelan, terdapat tahapan preliminary desain plat, desain balok, dan desain kolom. Selain itu, input beban yang dipertimbangkan meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban hidup, beban gempa, dan kombinasi beban. Analisa yang dilakukan untuk mengetahui perilaku struktur yang meliputi gaya geser seismik, simpangan antar lantai P-Delta, dan ketidakberaturan struktur. Sesuai SNI 1726 -2019 "Tata cara perencanaan ketahanan gempa struktur bangunan gedung dan nongedung". Struktur direncanakan menggunakan konstruksi beton bertulang. Metode perencanaan meliputi yaitu pendimensian dan penulangan balok, kolom, dan Hubungan balok-kolom. Dari hasil Perencanaan struktur didapatkan dimensi balok induk B1 (400 mm × 600 mm), balok induk B2 (300 mm × 500 mm), sedangkan untuk kolom didapat dimensi kolom K1 (700 mm × 700 mm) kolom K2 (600 mm × 600 mm) dan kolom K3 (500 mm × 500 mm). Memenuhi kriteria penampang untuk sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK), yang Sesuai SNI 2847 – 2019 "Persyaratan beton structural untuk bangunan gedung dan penjelasan".

Keywords: Pemodelan, Beton Bertulang, SRPMK

PENDAHULUAN

Sebagian besar wilayah Indonesia sangat rentan terhadap gempa bumi. Hal ini terlihat dari sejumlah gempa yang terjadi belakangan ini yang melanda beberapa wilayah di Indonesia dan merusak banyak sarana dan prasarana di daerah yang terkena dampak [1]. Kerusakan pada struktur bangunan akibat gempa umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, seperti ketidaksesuaian sistem bangunan dengan tingkat kerawanan daerah terhadap gempa, detail penulangan yang kurang memadai, serta rancangan struktur yang tidak memadai..

Perencanaan ini dilakukan dengan konsep Strong Column and Weak Beam untuk pendetailan penulangan sistem Rangka Pemikul Momen Khusus [2]. Tujuan dari

konsep perencanaan ini adalah agar struktur dapat menahan beban gempa dengan kuat dan memberikan reaksi inelastis pada struktur, serta memungkinkan mekanisme sendi plastis pada elemen struktur untuk menjaga struktur tetap berdiri meskipun telah mendekati batas keruntuhan.

Tujuan yang dapat diambil berdasarkan latar belakang yang terjadi adalah:

1. Menentukan dimensi balok dan kolom yang diperlukan untuk menopang beban gempa rencana.
2. Mengetahui jumlah tulangan yang diperlukan untuk kolom dan balok yang dirancang untuk menahan beban gempa.

3. Mengetahui jumlah tulangan yang dibutuhkan dalam hubungan balok-kolom

TINJAUAN PUSTAKA

Struktur Beton Dan Bertulang

Dalam proses desain struktur, terdapat dua tahap utama yaitu menentukan gaya yang bekerja pada struktur dengan menggunakan metode analisis struktur yang tepat dan menentukan dimensi atau ukuran setiap elemen struktur secara ekonomis dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti keamanan, kemampuan, stabilitas, dan fungsi dari struktur [3].

Untuk meningkatkan kualitas beton, dapat dilakukan dengan menambahkan beberapa jenis bahan tambahan ke dalam campuran beton. Tujuan penambahan tersebut adalah untuk memperbaiki beberapa sifat beton, seperti workability, durability, serta waktu pengerasan beton.

Tulangan baja akan memberikan kuat tarik yang tidak dimiliki oleh beton.

Elemen Struktur Beton Bertulang

Ahli teknik sipil dan arsitek merencanakan dan mendesain setiap struktur bangunan agar dapat memenuhi persyaratan fungsinya dan dapat beroperasi secara optimal saat digunakan. Untuk memastikan kinerja optimal suatu bangunan yang terbuat dari beton bertulang, seorang perencana struktur harus merancang setiap elemen struktur dengan akurat dan tepat. Beberapa jenis elemen yang sering digunakan pada struktur beton bertulang meliputi pelat lantai, balok, kolom, dinding, dan pondasi [4].

Perencanaan Pembebanan Bnagunan Gedung

Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan ini adalah sebagai berikut [5]:

1. Beban Mati (Dead Load / DL)
2. Beban Mati Tambahan (SDL)
3. Beban Hidup (Live Load / LL)
4. Beban Gempa (Earthquake Load / EL)
5. Beban Angin (Wind Load / WL)
6. Kombinasi Beban

Konsep Daktilitas Struktur Beton Bertulang

Daktilitas adalah kemampuan element struktur (balok, kolom, wall) untuk berdeformasi hingga melewati batas elastisnya (mencapai batas plastis) tanpa mengalami keruntuhan. Semakin tinggi tingkat daktilitas suatu struktur maka daktail struktur tersebut dan sebaliknya semakin rendah tingkat daktilitasnya maka struktur tersebut semakin getas (hancur secara tiba-tiba tanpa adanya peringatan secara visual [6]. Adapun hubungan force-displacement terkait perilaku daktilitas sebuah struktur dapat dilihat pada dibawah.

Konsep Strong Column-Weak Beam

Konsep Strong Coloumn-Weak Beam adalah konsep struktur dengan menjamin kekuatan kolom lebih besar dibandingkan kekuatan balok [7]. Mekanisme ini harus dipastikan terjadi melalui proses desain struktur bangunan tahan gempa yang sesuai standar. Bahkan bisa saja terjadi keagalam total pada struktur karena terjadi sendi plastis pada

kolom terlebih dahulu, sedangkan tulangan balok masih dalam kondisi elastis.

Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus adalah struktur rangka ruang yang terdiri dari beberapa komponen, seperti kolom, balok, dan join-join yang bekerja sama untuk menahan beban melalui aksi geser, lentur, dan aksial.. Sistem ini terbagi menjadi 3 jenis, yaitu [8]:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus)

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus adalah suatu konsep perencanaan struktur beton bertulang yang memiliki pendetailan khusus untuk mencapai struktur yang fleksibel dan memiliki daktilitas yang besar [9].

Persyaratan Batasan dimensi Balok pada SRPMK

Dalam SNI 2847-2019 dirumuskan persyaratan perencanaan untuk komponen struktur lentur yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus [10].

Persyaratan Tulangan Longitudinal Balok SRPMK

Ketentuan dalam SNI 2847-2019, penulangan lentur pada SRPMK harus memenuhi persyaratan yang tercantum dalam Pasal 18.6.3 pada halaman 378.

Persyaratan Tulangan Transversal Balok SRPMK

Aturan penulangan lintang pada balok SRPMK sesuai dengan ketentuan yang tercantum pada Pasal 18.6.4 dalam SNI 2847-2019 dengan nomor halaman 380.

Persyaratan Kekuatan Geser Balok SRPMK

Syarat kekuatan geser dapat ditemukan pada Pasal 18.6.5 dari SNI 2847:2019 pada halaman 382.

Persyaratan Batasan Dimensi Kolom SRPMK

Persyaratan batasan dimensi kolom SRPMK diatur dalam SNI 2847-2019; Pasal 18.7.2.1; Hal 385.

Persyaratan Kekuatan Lentur Minimum Kolom SRPMK

SNI 2847-2019 Pasal 18.7.3.2; Hal-385 mengatur tentang persyaratan minimum kekuatan lentur untuk kolom SRPMK.

Persyaratan Tulangan Longitudinal Kolom SRPMK

Persyaratan tulangan longitudinal kolom diatur dalam SNI 2847-2019; Pasal 18.7.4.1; Hal-386.

Persyaratan Tulangan Transversal Kolom SRPMK

Persyaratan tulangan transversal kolom SRPMK diatur dalam SNI 2847-2019; Pasal 18.7.4.1; Hal-386. Jumlah luasan tulangan transversal kolom SRPMK diatur dalam SNI 2847-2019; Pasal 18.7.5.4; Hal-389. Selain itu, berdasarkan SNI 2847-2019; Pasal 18.7.8.6.2.1; Hal-392.

Persyaratan Kekuatan Geser Kolom SRPMK

Persyaratan kekuatan geser pada kolom SRPMK diatur dalam SNI 2847-2019; pasal 18.7.6.1.1; Hal-391.

Persyaratan Hubungan Balok-Kolom pada SRPMK

Persyaratan Hubungan Balok-Kolom (HBK) dari struktur pada SRPMK diatur berdasarkan SNI 2847-2019; Pasal 18.8; Hal-392.

METODE

Obyek Perencanaan

Bangunan yang akan direncanakan merupakan struktur beton bertulang di sebuah gedung apartemen dengan tinggi 41 meter yang terdiri dari 10 lantai dan memiliki Panjang 40 meter dan lebar 16 meter serta tinggi untuk lantai 1 sebesar 5 meter, untuk lantai 2 sampai 10 sebesar 4 meter.

Lokasi Perencanaan

Lokasi perencanaan pada pembangunan ini terletak pada gedung apartemen 10 lantai di Kota Bandung.

Pedoman Perencanaan

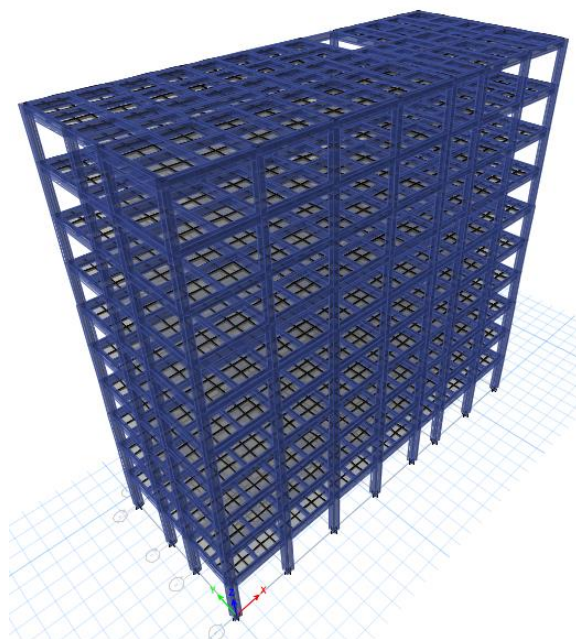
Desain struktur berdasarkan standar SNI yang digunakan dalam analisa yaitu berikut:

1. Berdasarkan dalam SNI 1726-2019 yaitu mengenai Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung.
2. Berdasarkan dalam SNI 2847-2019 yaitu mengenai Tata cara perencanaan persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.
3. Berdasarkan dalam SNI 1727-2020 yaitu mengenai “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain”
4. Berdasarkan dalam SNI 2052-2017 yaitu mengenai “Baja Tulangan Beton”

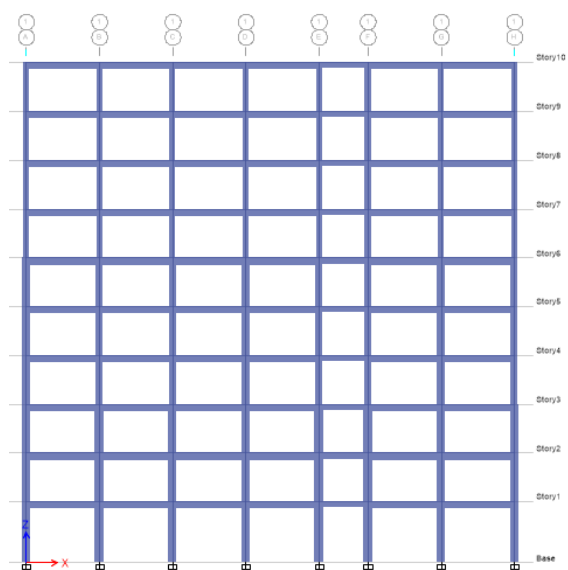
Kriteria Desain

Sistem Gedung 10 lantai ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

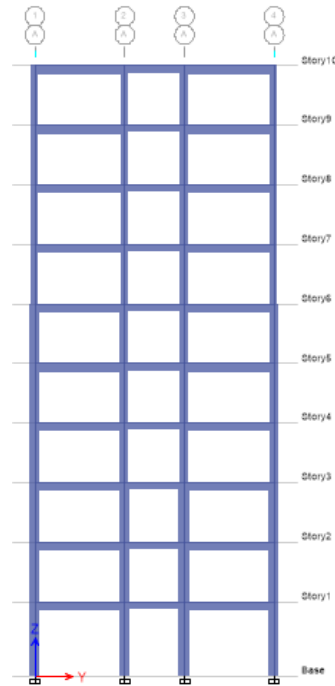
1. Material Struktur : Beton Bertulang
2. Sistem Struktur : Rangka Pemikul Momen Khusus
3. Kategori resiko : II
4. Faktor Keutamaan Gempa : 1
5. Faktor Redundasi : 1,3
6. Kategori Desain Seismik: KDS D
7. Kelas Situs : SD (Tanah Sedang)



Gambar 1 : Tampak 3D desain Gedung 10 Lantai



Gambar 2 : . Tampak Depan Struktur



Gambar 3 : Tampak Samping Struktur

Spesifikasi Material

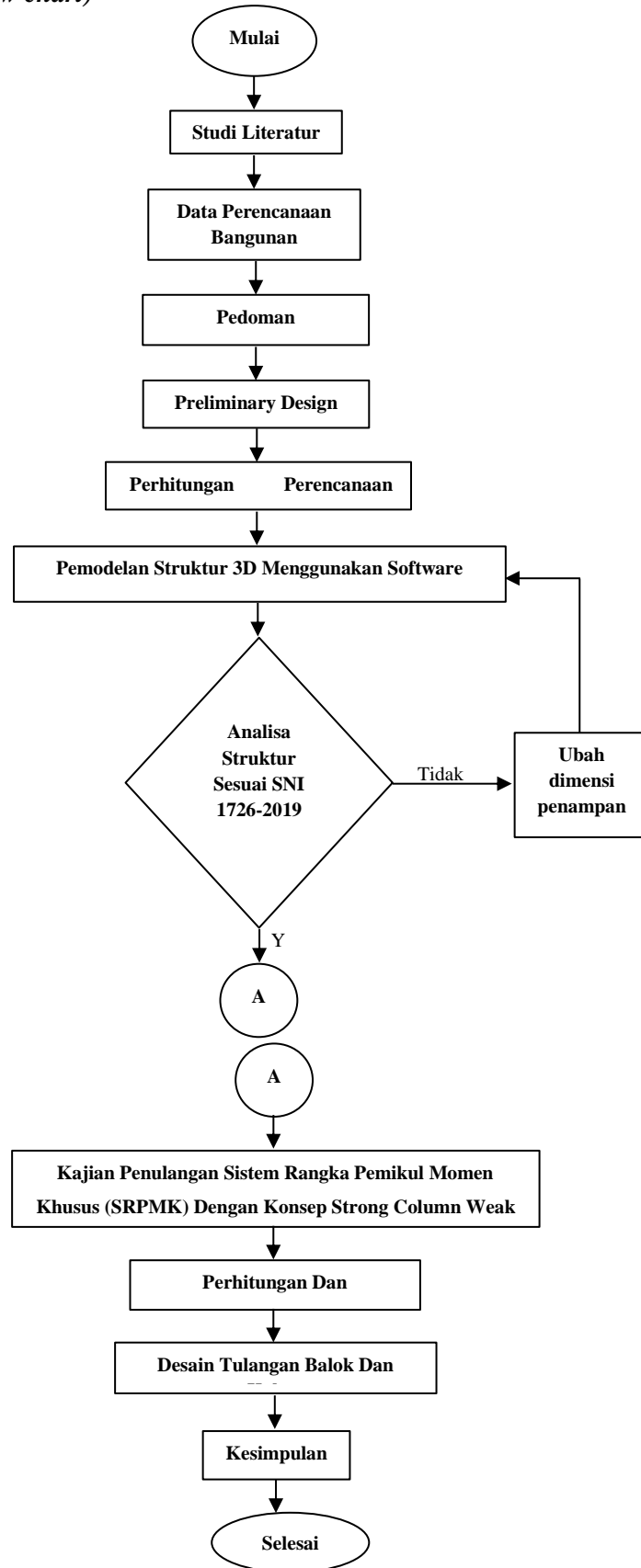
1. Kekuatan tekan beton (f_c'): 35 MPa
2. Modulus Elastisitas Beton (E_c) :
23450 Mpa
3. Tegangan leleh minimum (f_y): 420 Mpa
4. Tegangan ultimate minimum (f_u): 525
Mpa
5. Modulus Elastisitas Baja (E_s): 200.000
MPa

Analisis Data

Berikut ini adalah faktor pembebanan yang digunakan yaitu:

1. 1,4DL
2. 1,2DL + 1,6LL+ 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2DL + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2DL + 1,0W+ L+ 0,5 (Lr atau R)
5. 1,2DL + 1,0E+ L+ 0,2S
6. 0,9DL + 1,0W
7. 0,9DL + 1,0E

Diagram Alir (*flow chart*)



Gambar 5 : Bagan Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pembebanan

1. Beban mati:

- Berat beton bertulangan = 24 kN/m³
- Berat baja tulangan = 7,85 kN/m³

2. Beban mati tambahan:

- Lantai 10 = 43,84 kN
- Lantai 1-9 = 85,24 kN

3. Beban hidup:

- Apartemen = 1,92 kN/m²

- Toren = 10 kN/m²
- Lift = 4,15 kN/m²
- Atap = 0,96 kN/m²

4. Beban gempa:

- Lokasi = Bandung
- Lintang = -6.5403°
- Bujur = 107.3656°

Tabel 1 : Parameter Response Spectrum Bandung

Variabel	Nilai	T (detik)	Value (g)	T (detik)	value (g) sa	T (detik)	Value (g)	T (detik)	Value (g)
Ss (g)	0,871	0	0,268	0,2	0,669	0,77	0,660	1,5	0,339
S1 (g)	0,401	0,05	0,400	0,3	0,669	0,78	0,651	2	0,254
Fa	1,151	0,1	0,532	0,4	0,669	0,79	0,643	2,5	0,203
Fv	1,899	0,15	0,664	0,5	0,669	0,8	0,635	3	0,169
Sms (g)	1,003	0,152	0,669	0,6	0,669	0,82	0,620	3,5	0,145
Sm1 (g)	0,736			0,7	0,669	0,84	0,605	4	0,127
SDs (g)	0,669			0,76	0,669	0,86	0,591	4,5	0,113
SD1 (g)	0,508					0,88	0,577	5	0,102
TO (detik)	0,152					0,9	0,564	5,5	0,092
Ts	0,7					0,95	0,535	6	0,085
TL (detik)	20					1	0,508	7	0,073
								8	0,064
								9	0,056
								10	0,051

5. Beban kombinasi

Tabel 2 : Kombinasi Beban

Nomor	DL	SIDL	LL	L _r	R	W _x	W _y	E _x	E _y
1	1,1	1,4	1,4						
2	2,1	1,2	1,2	1,6	0,5				
	2,2	1,2	1,2	1,6		0,5			
3	3,1	1,2	1,2	1	1,6				
	3,2	1,2	1,2		1,6		0,5		
	3,3	1,2	1,2		1,6			0,5	
	3,4	1,2	1,2		1,6		0,375	0,375	
	3,5	1,2	1,2	1		1,6			
	3,6	1,2	1,2			1,6	0,5		
	3,7	1,2	1,2			1,6		0,5	
	3,8	1,2	1,2			1,6	0,375	0,375	

Nomor	DL	SIDL	LL	L _r	R	W _x	W _y	E _x	E _y
4	4,1	1,2	1,2	1	0,5		1		
	4,2	1,2	1,2	1	0,5		1		
	4,5	1,2	1,2	1	0,5		0,75	0,75	
	4,3	1,2	1,2	1		0,5	1		
	4,4	1,2	1,2	1		0,5		1	
	4,6	1,2	1,2	1		0,5	0,75	0,75	
5	5,1	0,9	0,9				1		
	5,2	0,9	0,9					1	
	5,3	0,9	0,9				0,75	0,75	
6	6,1	1,3338	1,3338	1				1,3	0,39
	6,2	1,3338	1,3338	1				1,3	-0,39
	6,3	1,3338	1,3338	1				-1,3	0,39
	6,4	1,3338	1,3338	1				-1,3	-0,39
	6,5	1,3338	1,3338	1				0,39	1,3
	6,6	1,3338	1,3338	1				-0,39	1,3
	6,7	1,3338	1,3338	1				0,39	-1,3
	6,8	1,3338	1,3338	1				-0,39	-1,3
7	7,1	0,7662	0,7662					1,3	0,39
	7,2	0,7662	0,7662					1,3	-0,39
	7,3	0,7662	0,7662					-1,3	0,39
	7,4	0,7662	0,7662					-1,3	-0,39
	7,5	0,7662	0,7662					0,39	1,3
	7,6	0,7662	0,7662					-0,39	1,3
	7,7	0,7662	0,7662					0,39	-1,3
	7,8	0,7662	0,7662					-0,39	-1,3

Preliminary Desain

1. Desain plat

- Tebal plat yang digunakan 125 mm

2. Dimensi balok

- Balok induk B1 (bentang 6 meter) = 400 mm × 600 mm
- Balok induk B2 (bentang 4 meter) = 300 mm × 500 mm

- Balok anak Ba (bentang 3 / 2 meter) = 250 mm × 450 mm

3. Dimensi kolom

- Kolom K1 = 700 mm × 700 mm
- Kolom K2 = 600 mm × 600 mm
- Kolom K3 = 500 mm × 500 mm

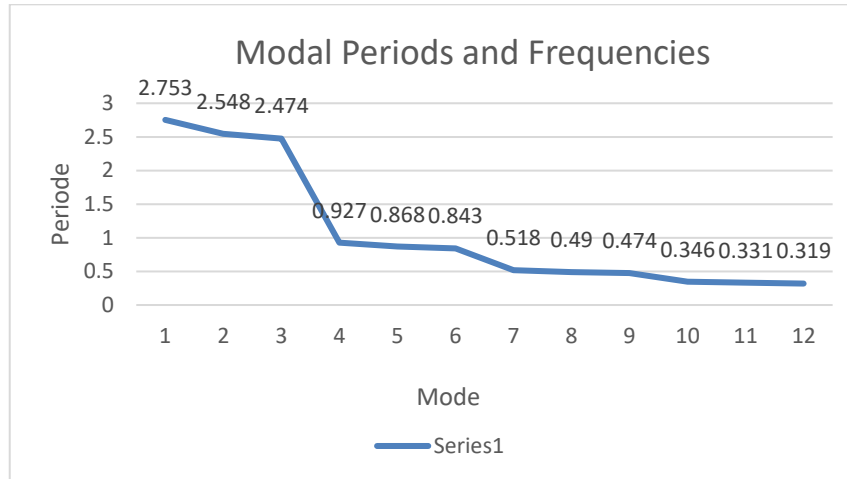
Analisa Struktur

Tabel 3 : Kontrol Base Shear

Arah	Base shear		Kontrol
	Statik	Dinamik	VS/VD*100%
	V	V	
X	3012,68	3012,68	100%
Y	3012,68	3012,68	100%

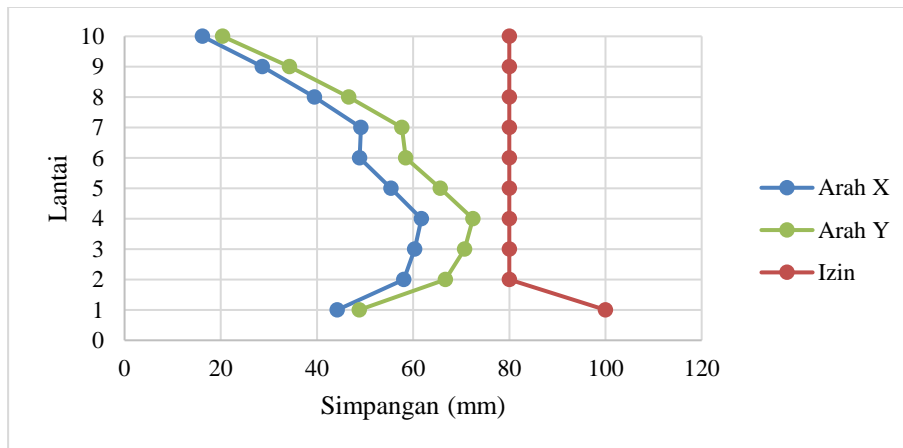
Tabel 4: Partisipasi Massa Ragam Terkombinasi

Case	Item Type	Item	Static	Dynamic
			%	%
Modal	Acceleration	UX	100	100
Modal	Acceleration	UY	100	100
Modal	Acceleration	UZ	0	0



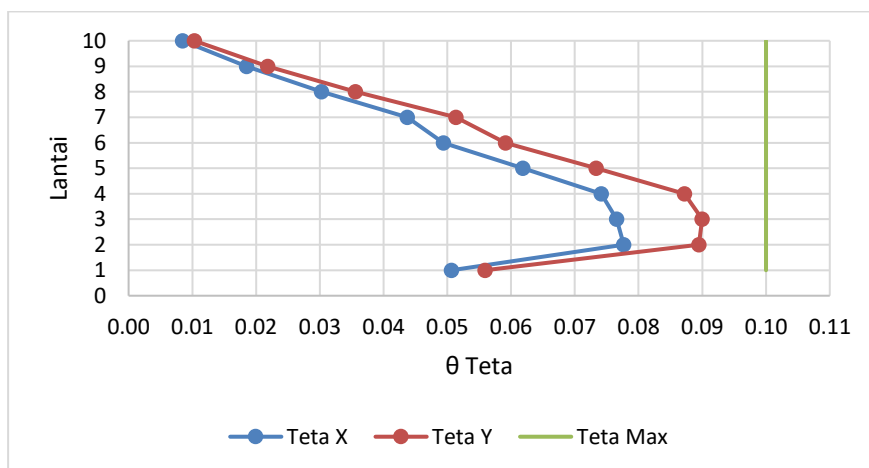
Gambar 6 : Grafik Periode Dan Frekuensi Struktur Untuk 12 Mode Pertama

Simpangan antar lantai (Story Drift)



Gambar 7 : Grafik Simpangan Antar Lantai (Story Drift)

Efek P-delta



Gambar 8 : Grafik Pengecekan P-Delta Arah X Dan Arah Y

Ketidakteraturan Struktur

- A. Ketidakteraturan Horizontal
 - 1. Ketidakteraturan Torsi Arah X Arah Y (tidak)
- B. Ketidakteraturan Vertikal
 - 1. Ketidakteraturan kekakuan tingkat lunak Arah X dan Arah Y (tidak)
 - 2. Ketidakteraturan berat (Massa) (tidak)
 - 3. Ketidakteraturan Geometri Vertikal (tidak)

Perencanaan Tulangan Balok SRPMK

Dari perencanaan yang dilakukan didapat hasil perencanaan balok sebagai berikut.

- Mutu Beton f_c' : 35 Mpa
- Selimut beton : 40 mm
- Mutu Tulangan Utama f_y : 420 Mpa
- Diameter Tulangan utama : 19 mm
- Koef. Lemgan Beton : 0,85
- Faktor reduksi lentur : 0,9

Tabel 5 : Tulangan Balok Interior dan Eksterior

Balok	Lokasi	Tulangan Longitudinal		Tulangan Geser
		Atas	Bawah	
B1 400 mm × 600 mm	Tumpuan	5D19 + 2D19	4D19	2D10 - 50 mm; 2D10 - 150 mm
	Lapangan	2D19	2D19	2D10 - 250 mm
B2 300 mm × 500 mm	Tumpuan	5D19	3D19	2D13 - 50 mm; 2D13 - 130 mm
	Lapangan	2D19	2D19	2D13 - 200 mm

Perencanaan Tulangan Kolom SRPMK

Dari perencanaan yang dilakukan didapat hasil perencanaan Kolom sebagai berikut.

Mutu Beton f_c' : 35 Mpa

- Selimut beton : 40 mm
- Mutu Tulangan Utama f_y : 420 Mpa
- Diameter Tulangan utama : 25 mm
- Koef. Lemgan Beton : 0,85
- Faktor reduksi lentur : 0,9

Tabel 6 : Tulangan Kolom SRPMK

Kolom	Tulangan Longitudinal	Tulangan Geser		Lokasi
		Sepanjang lo	Diluar lo	
K1 700 mm × 700 mm	20D25	4D13; 110 mm	4D13; 150 mm	Lt. 1,2, dan 3
K2 600 mm × 600 mm	16D25	4D13; 110 mm	4D13; 150 mm	Lt. 4,5, dan 6
K3 500 mm × 500 mm	12D25	4D13; 120 mm	4D13; 150 mm	Lt. 7,8,9 dan 10

Perencanaan Desain Hubungan Balok-Kolom

Tabel 7 : Desain Hubungan Balok-Kolom

Hubungan Balok dan Kolom	Aj (mm ²)	Tulangan trasversal confinement	Spasi Vertikal hoops (mm)
K1-B1 dan K1-B2	490000	2D13	110
K2-B1 dan K2-B2	360000	2D13	110
K3-B1 dan K3-B2	250000	2D13	120

KESIMPULAN

1. Untuk bangunan apartemen kategori resiko II, digunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sebagai sistem penahan gempa. Respon spektra dan data diperoleh dari Puskim dengan klasifikasi situs tanah SD dan kategori desain seismik D. Faktor keutamaan gempa sebesar 1, parameter percepatan spektra desain $S_{ds} = 0,669$ dan $S_{d1} = 0,508$ didapatkan kategori desain seismik $R = 8$, $C_d = 5.5$ dan $\Omega_0 = 3$ yang digunakan untuk desain gedung SRPMK. Terdapat kontrol nilai akhir respon spektrum $V_{dinamik}$ arah x sebesar 3012,68 kN dan arah y sebesar 3012,68 kN, serta V_{statik} arah x sebesar 3012,68 kN dan arah y sebesar 3012,68 kN. Dari hasil analisa struktur

menjelaskan bahwa struktur telah dihitung memenuhi izin.

2. Hasil perhitungan tulangan sesuai tabel 5, 6 dan 7.
3. Persyaratan Strong Column Weak Beam pada SRPMK sudah memenuhi hasil kalkulasi.
4. Elemen struktur telah dirancang untuk dapat menahan momen lentur yang bekerja pada struktur dengan kapasitas momen nominal (M_n) yang melebihi momen maksimum (M_u) yang bekerja pada elemen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Hardi And B. R. Ahmad, "Kolaborasi Penanganan Bencana," 2019.

[2] P. H. Karisoh, S. O. Dapas, And R. E. Pandaleke, "Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen

- Khusus,” *J. Sipil Statik*, Vol. 6, No. 6, 2018.
- [3] A. Maskhur, “Perancangan Struktur Gedung Perkantoran Pesantren Progresif Bumi Shalawat Sidoarjo Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (Srpm).” Universitas 17 Agustus 1945, 2018.
- [4] D. A. Hastiti, “Desain Modifikasi Struktur Gedung Harper Pasteur Hotel Bandung Menggunakan Sistem Ganda Dengan metode Pracetak Pada Balok Dan Pelat.” Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya, 2017.
- [5] A. P. Setialaksana And B. Herbudiman, “Kajian Ekonomis Perancangan Sistem Sambungan Struktur Baja Pada Rangka Atap Dengan Variasi Ukuran Baut, Konfigurasi Baut, Dan Mutu Baut,” *Rekaracana J. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 4, P. 1, 2017.
- [6] M. P. Hadi, “Daktilitas Struktur Srpm Beton Bertulang Memakai Dinding Struktural Akibat Gempa Berulang Yang Mengandung Pulse.” 2019.
- [7] J. Nazar And R. Dewobroto, “Desain Struktur Baja Konvensional Dan Aplikasi Redistribusi Momen Pada Struktur Bangunan Tahan Gempa (Suatu Studi Komparasi),” 1999.
- [8] D. A. Pratama, “Desain Ulang Struktur Gedung Mitsubishi Cars Showroom Jakarta Barat Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk).” Universitas 17 Agustus 1945, 2018.
- [9] R. S. P. J. Missi, B. D. Handono, And M. D. J. Sumajouw, “Perencanaan Konstruksi Beton Bertulang Untuk Gedung Parkir,” *J. Sipil Statik*, Vol. 8, No. 3, 2020.
- [10] M. S. A. Shubki And U. Khatulistiani, “Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Permata Intan Dengan Konstruksi Beton Bertulang Menggunakan Metode Srpmk Di Kota Yogyakarta,” *Axial J. Rekayasa Dan Manaj. Konstr.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 101–112, 2019.