

# STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR PADA GEDUNG HOTEL NEO MALANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK)

Wika Bachtiar K<sup>1</sup>, Yosimson P. Manaha<sup>2</sup>, Hadi Surya Wibawanto S.<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang

Email : [2121907@scholar.itn.ac.id](mailto:2121907@scholar.itn.ac.id)<sup>1</sup>

## ABSTRACT

The Hotel Neo Malang building was carried out an alternative study with the function of the building as a hotel / residential building which has 12 floors with a building height of 47.00 m, width of 14.00 m and length of 53.00 m, and this building is included in KDS D according to SNI 1726-2019 so that structural planning must be carried out using related standards and planning guidelines. In addition, the design of the building's structural capacity must meet the requirements of "Strong Column Weak Beam". From the results of the calculation, the 4th Floor B45 beam with dimensions 40/75 is obtained longitudinal / flexural reinforcement of the left pedestal: top 8 D19, bottom 4 D19 and field reinforcement: top 8 D19, bottom 4 D19, shear reinforcement of the plastic joint area: Column K2.A 2nd Floor with dimensions 110/110 and total reinforcement 28 D25, shear reinforcement in the plastic joint area: 8D13-100, outside plastic joints: 8D13-100, column connection area: 8D13-100. Capacity Design Control  $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$  with a value of  $3710.258 \text{ KNm} \geq 1469.372 \text{ KNm}$ , the requirements of "Strong Column Weak Beam" have been met. In HBK reinforcement for vertical restraint 28D25 and horizontal restraint 2D13 - 7 layers were used.

Keywords: *Alternative Study, Hotel Building, Earthquake Resistant Building Structure, SRPMK.*

## ABSTRAK

Gedung Hotel Neo Malang dilakukan studi alternatif dengan fungsi gedung sebagai gedung hotel/ rumah tinggal yang memiliki 12 lantai dengan ketinggian bangunan 47,00 m, lebar 14,00 m dan panjang 53,00 m, dan gedung ini masuk kedalam KDS D sesuai SNI 1726-2019 sehingga perencanaan strukturnya harus dilakukan dengan menggunakan standar dan pedoman perencanaan yang terkait. Selain itu perancangan kapasitas struktur gedung harus memenuhi syarat "Strong Column Weak Beam". Dari hasil perhitungan didapat balok B45 Lantai 4 dengan dimensi 40/75 diperoleh tulangan longitudinal/lentur tulangan tumpuan kiri : atas 8 D19, bawah 4 D19 dan tulangan lapangan : atas 8 D19, bawah 4 D19, tulangan geser daerah sendi plastis : 3Ø12 - 100 dan luar sendi plastis 2Ø12 - 200. Kolom K2.A Lantai 2 dengan dimensi 110/110 dan jumlah tulangan 28 D25, tulangan geser daerah sendi plastis : 8D13-100, daerah luar sendi plastis : 8D13-100, daerah sambungan kolom : 8D13-100. Kontrol Desain Kapasitas  $\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$  dengan nilai  $3710,258 \text{ KNm} \geq 1469,372 \text{ KNm}$ , persyaratan "Strong Column Weak Beam" telah terpenuhi. Pada penulangan HBK untuk pengekang vertikal digunakan 28D25 dan pengekang horizontal 2D13 – 7 lapis.

Kata kunci : *Studi Alternatif, Gedung Hotel, Struktur Bangunan Tahan Gempa, SRPMK*

## 1. PENDAHULUAN

Gedung Hotel Neo Malang dilakukan studi alternatif dengan fungsi gedung sebagai gedung hotel/ rumah tinggal yang memiliki jumlah lantai sebesar 12 lantai dengan ketinggian bangunan 47,00 m, lebar 14,00 m dan panjang 53,00 m, dan gedung ini masuk kedalam KDS D sesuai SNI 1726-2019 sehingga perencanaan strukturnya harus dilakukan dengan menggunakan standar dan pedoman perencanaan yang terkait. Selain itu perancangan kapasitas struktur gedung harus memenuhi syarat "Strong Column Weak Beam", dimana hal ini dimaksudkan agar ketika gedung mengalami kerusakan struktur akibat gempa, kolom

yang direncanakan masih kuat untuk membuat struktur itu berdiri, meskipun balok sudah leleh.

Faktor yang berpengaruh pada perencanaan struktur portal suatu bangunan adalah kekuatan struktur. Faktor tersebut ada kaitanya dengan keamanan dan ketahanan bangunan dalam menerima beban yang bekerja pada struktur portal. Maka perlu dipertimbangkan pula kekuatan struktur dalam menerima beban gempa, mengetahui berdasarkan letaknya kota Malang berada pada wilayah rawan gempa dengan skala yang cukup tinggi dan masuk dalam KDS D. Selain dari faktor kekuatan pada struktur portal perencanaan juga harus memperhatikan sistem struktur yang digunakan dalam melakukan perencanaan. Sesuai pada SNI 2847 – 2019 sistem

struktur yang ditetapkan sebagai bagian sistem pemikul gaya seismik berupa Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Dinding Struktural. Dan dari beberapa sistem struktur yang disebutkan memiliki fungsi dan peruntukan yang berbeda – beda. Salah satu sistem struktur yang digunakan yang memiliki tingkat daktilitas penuh adalah menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Daktilitas yang tinggi ini diperuntukan agar terdapat waktu yang cukup untuk suatu struktur berdeformasi hingga ambang keruntuhan diakibatkan simpangan paska elastik karena beban gempa yang berulang dan bolak – balik. Sistem struktur ini juga sangat cocok diperuntukan pada bangunan gedung yang memiliki kategori resiko tinggi seperti, bangunan yang dalam pemanfaatannya melibatkan aktifitas manusia yang banyak.

Karena gedung yang direncanakan adalah gedung bertingkat tinggi yang juga berlokasi pada daerah rawan gempa, sehingga dalam perencanaan bangunan tersebut perlu diperhitungkan juga beban – beban yang bekerja pada bangunan agar memberikan keamanan lebih dari bangunan itu sendiri. Semakin tinggi gedung yang direncanakan, maka beban gravitasi maupun beban gempa yang bekerja akan semakin besar sehingga diperlukan sistem struktur penahan gaya lateral yang mumpuni. Dalam hal ini Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipilih karena akan menghasilkan gaya – gaya seperti momen lentur, gaya geser, gaya aksial dan torsi yang nantinya akan menjadi patokan dalam mendesain elemen – elemen struktur, yang diharapkan mampu menahan beban yang ada termasuk beban gempa dan meminimalisir terjadinya kerusakan.

Berdasarkan identifikasi masalah dan latar belakang di atas, penulis melakukan studi alternatif struktur tahan gempa pada gedung 12 lantai, yakni gedung Hotel Neo Malang dengan judul perencanaan yang dipilih adalah “**Studi Alternatif Perencanaan Struktur Pada Gedung Hotel Neo Malang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**”.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Prinsip Bangunan Tahan Gempa

Perencanaan bangunan tahan gempa dibangun dengan komponen struktur yang diizinkan mengalami lelah (fatik). Komponen yang mengalami fatik ini diakibatkan karena menerima dan menyerap energi atau pembebanan gempa secara berulang ulang. Guna mencapai konsep perencanaan suatu struktur tahan gempa, maka pada waktu gempa terjadi akan terjadi fatik ini hanya terjadi pada balok. Kolom dan sambungan harus direncanakan sedemikian rupa

sehingga kedua komponen struktur tidak mengalami fatik karena pengulangan beban

### Struktur Tahan Gempa

Mengacu pada SNI 2847 – 2019 pasal R18.2 halaman 360 – 361 persyaratan desain harus sesuai dengan tingkat respon inelastik yang diasumsikan dengan perhitungan gaya gempa desain. Setiap elemen atau sistem struktur yang digunakan menggunakan istilah **biasa, menengah dan khusus** mengandung makna bahwasannya terdapat peningkatan persyaratan pendetailan dan perancangan supaya kapasitas deformasi meningkat sesuai yang diharapkan.

Mengacu pada SNI 1726 – 2019 pasal 3.5.4 halaman 14 Sistem Rangka Pemikul Momen merupakan sistem struktur rangka yang elemen – elemen struktur dari sambungannya dapat menahan beban lateral melalui mekanisme lentur. Sistem ini terbagi menjadi 3 macam sistem struktur yaitu:

- Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
- Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
- Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

### Pembebanan Struktur

Merencanakan suatu struktur bangunan harus mengacu pada peraturan pembebanan terbaru yang berlaku di Indonesia, ditujukan supaya menghasilkan suatu struktur bangunan yang kuat, aman dan ekonomis. Adapun pembebanan struktur dibagi menjadi dua, yaitu:

- Beban vertikal
- Beban horizontal.

### Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk komponen struktur harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desainnya sama atau melebihi dari beban terfaktor yang diatur menurut SNI 1726 - 2019 dan SNI 2847 - 2019.

### Simpangan

Penentuan simpangan antar lantai tingkat desain ( $\Delta$ ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa tingkat dikali perpindahan tingkat ( $\delta_x$ ) seperti yang diatur dalam SNI 1726 - 2019.

### Perencanaan Pelat

Menurut Nawir Rasidi pelat merupakan suatu struktur dimana ukuran ketebalannya jauh lebih kecil daripada ukuran panjang dan lebarnya. Pelat dibagi menjadi pelat satu arah dan pelat dua arah. Ketebalan minimum

pelat diatur dalam SNI 2847 – 2019 Pasal 7.3.1 halaman 119 – 120.

### Perencanaan Balok

Pendimensian balok harus diikuti juga untuk batasan – batasan aturan ukuran balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus sesuai dengan SNI 2847 – 2019 Pasal 18.6.2.1 halaman 377, balok harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

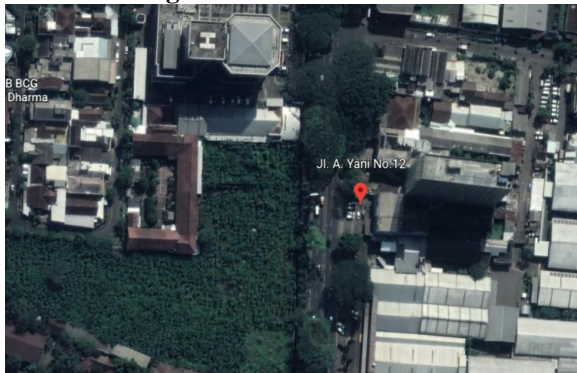
- Bentang bersih  $l_n$  harus minimal  $4d$
- Lebar penampang  $b_w$ , harus sekurang kurangnya nilai terkecil dari  $0.3h$  dan 250 mm
- Proyeksi lebar balok yang melampaui lebar kolom penumpu tidak boleh melebihi nilai terkecil dari  $C_2$  dan  $0.75 C_1$  pada masing – masing sisi kolom.

### Perencanaan Kolom

Mengacu SNI 2847-2019 pasal 18.7.2.1 bahwa dimensi penampang terkecil, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm dan rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurus nya tidak kurang dari 0,4.

## 3. METODOLOGI STUDI

### Lokasi Gedung



Gambar 1 Lokasi Gedung Hotel Neo Malang terletak di Jl. A. Yani No. 11 Kecamatan Blimbing, Kota Malang

### Data Teknis Proyek

- Nama Proyek : Gedung Hotel Neo Malang.
- Lokasi Proyek : Jl. A. Yani No 11 Kecamatan Blimbing, Kota Malang.
- Fungsi Bangunan : Gedung Hotel
- Jumlah Lantai : 12 Lantai.
- Panjang Bangunan : 53,00 m.
- Lebar Bangunan : 14,00 m.
- Tinggi Bangunan : 47,00.
- Struktur Gedung : Beton bertulang.

- Mutu Beton : 30 mPa (Kolom)  
: 35 mPa (Kolom, Balok, Pelat)
- Tulangan Utama : BJTS 420A  
: 525 Mpa (Fu)
- Tulangan Sengkan : BJTS 280  
: 350 Mpa (Fu)

### Teknik Pengumpulan Data

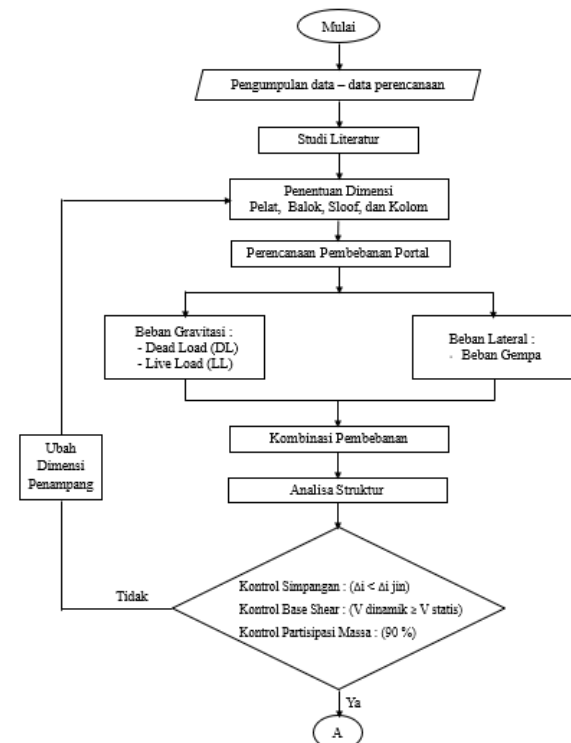
Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data dari konsultan perencana yang bersangkutan kemudian data yang sudah ada diolah kembali.

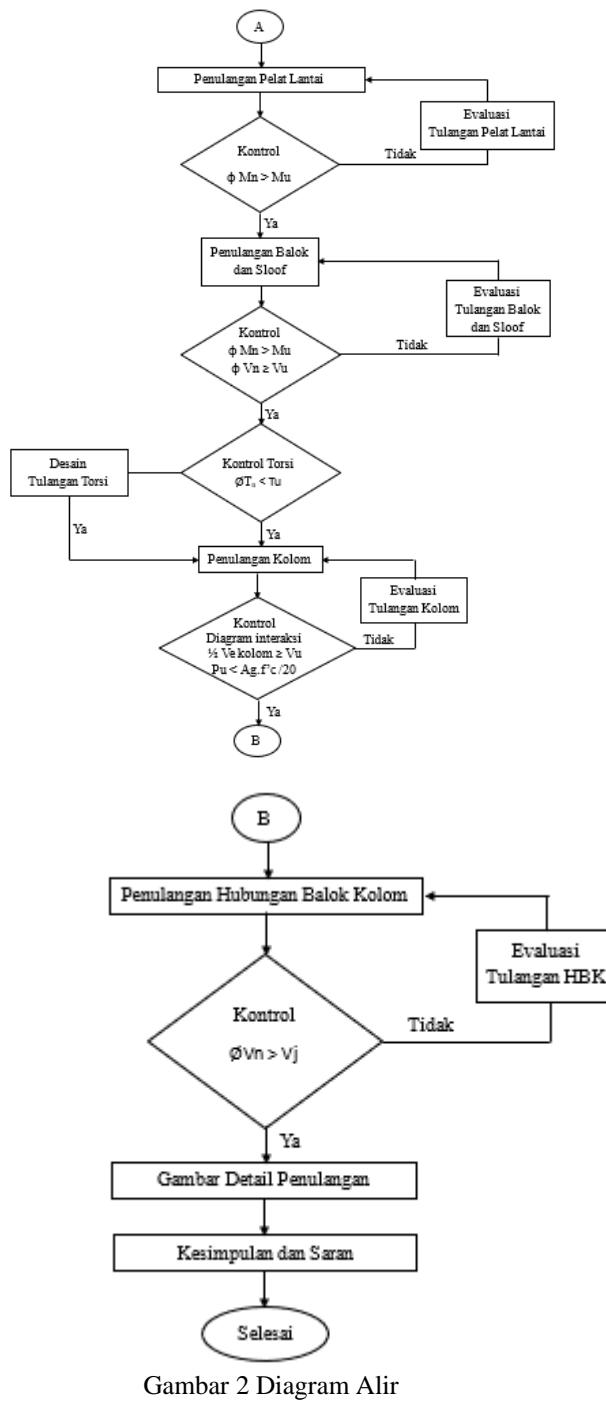
### Studi Literatur

Untuk perencanaan ini literatur - literatur yang digunakan oleh penulis sebagai pedoman meliputi:

- SNI 2847 - 2019 Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.
- SNI 1726 - 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- SNI 1727 - 2020 Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain
- SNI 2052 - 2017 Tentang Baja Untuk Tulangan Beton.

### Diagram Alir Perencanaan





#### 4. PEMBAHASAN

##### Dimensi Balok

Mengacu pada SNI 2847 - 2019 pasal 18.6.2.1 halaman 377 bahwa lebar komponen,  $b_w$ , tidak boleh kurang dari  $0.3h$  dan  $250$  mm dan perbandingan antara lebar ( $b$ ) dan tinggi balok ( $h$ ) tidak boleh kurang dari  $0.3$ .

Tabel 1. Dimensi Balok

Ukuran balok dan sloof yang dipakai					
S1	h	1100	mm	1.10	m
	b	400	mm	0.40	m
S2	h	1100	mm	1.10	m
	b	350	mm	0.35	m
S3	h	1100	mm	1.10	m
	b	350	mm	0.35	m
B1	h	750	mm	0.75	m
	b	400	mm	0.40	m
B2	h	600	mm	0.60	m
	b	300	mm	0.30	m
B3	h	500	mm	0.50	m
	b	300	mm	0.30	m
B4	h	400	mm	0.40	m
	b	300	mm	0.30	m
B5	h	300	mm	0.30	m
	b	250	mm	0.25	m
BA1	h	700	mm	0.70	m
	b	400	mm	0.40	m
BA2	h	650	mm	0.65	m
	b	350	mm	0.35	m
BA3	h	600	mm	0.60	m
	b	400	mm	0.40	m
BA4	h	400	mm	0.40	m
	b	250	mm	0.25	m
BD1	h	750	mm	0.75	m
	b	400	mm	0.40	m
BD2	h	650	mm	0.65	m
	b	350	mm	0.35	m
BD3	h	400	mm	0.40	m
	b	250	mm	0.25	m

##### Dimensi Kolom

Mengacu pada SNI 2847 - 2019 pasal 18.7.2.1 Halaman 385 ukuran penampang terkecil tidak boleh kurang dari  $300$  mm dan rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari  $0.4$ .

Tabel 2. Dimensi Kolom

	Ukuran kolom yang dipakai		
	h (mm)	b (mm)	Mutu (Mpa)
K1	0.70	0.70	35
K2.A	1.10	1.10	40
K2.B	1.10	1.10	35
K3	1.00	0.80	35
K4	1.30	1.30	35
K5	0.90	0.40	35
K6	0.30	0.30	35

##### Dimensi Pelat

Mengacu pada SNI 2847-2019 Pasal 8.3.1.2 halaman 135 terkait ketebalan minimum pada pelat lantai.

Tabel 3 Dimensi Pelat

	Ukuran tebal pelat yang dicoba		Ket
	Tebal pelat (cm)		
Pelat Tipe A	12		Lantai 2 – Lantai 11
Pelat Tipe B	13		Lantai Atap
Pelat Tipe C	10		Rumah Lift
Pelat Tipe D	20		Lantai 1

##### Perhitungan Pembebanan

Dalam perhitungan pembebanan struktur terdiri dari beberapa jenis pembebanan, yaitu:

1. Beban Mati
  - a. Berat sendiri struktur
  - b. Beban mati tambahan pada pelat lantai
  - c. Beban mati tambahan pada pelat atap
  - d. Beban mati tambahan dinding utama dan dinding retaining wall
  - e. Beban mati tambahan pada balok
2. Beban Hidup

Peraturan yang digunakan dalam merencanakan beban hidup menggunakan SNI 1727 – 2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain.

### 3. Beban gempa

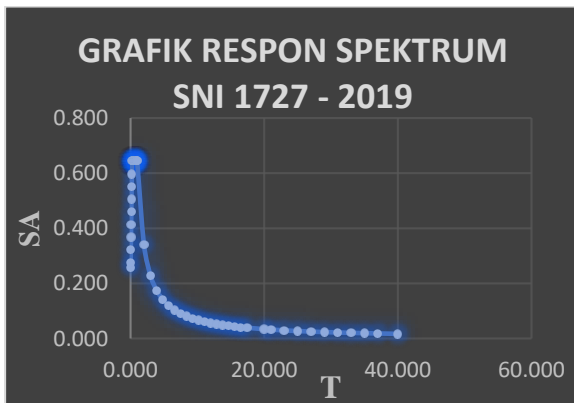
Peraturan yang digunakan dalam merencanakan beban gempa menggunakan SNI 1726 - 2019 serta PUSKIM tahun 2021 untuk menentukan nilai percepatan batuan dasar pada periode pendek ( $S_s$ ), dan parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik ( $S_1$ ).

Tabel 4 Rekapitulasi perhitungan parameter beban gempa

Kategori Resiko	II
Faktor keamanan gempa ( $I_e$ )	1.00
Kelas situs tanah	SD
Parameter percepatan batuan dasar pada periode pendek ( $S_s$ ) g	0.950
Parameter percepatan batuan dasar pada periode 1 detik ( $S_1$ ) g	0.442
Parameter peta transisi periode panjang (TL) detik	20
Faktor amplifikasi periode pendek ( $F_a$ )	1.020
Faktor amplifikasi periode 1 detik ( $F_v$ )	2.316
Percepatan pada periode pendek ( $S_{ms}$ ) g	0.969
Percepatan pada periode 1 detik ( $S_{m1}$ ) g	1.024
Percepatan desain pada periode pendek ( $S_{DS}$ ) g	0.646
Percepatan desain pada periode 1 detik ( $S_{D1}$ ) g	0.683
Kategori Desain Seismik	D

### Respon Spektrum

Perhitungan dan analisis respon spektrum rencana dilakukan dengan menggunakan program tambahan yakni Microsoft Excel, sehingga diperoleh grafik sebagai berikut:



Gambar 3 Grafik Respon Spektrum Gedung Hotel Neo Malang

### Berat Seismik Efektif Struktur ( $W$ )

Tabel 5 Rekapitulasi Berat Seismik Efektif Struktur

Story	Mass X	Mass Y
Unitless	kg	kg
RUMAH LIFT	61566.4	61566.4
LANTAI 12	540047.37	540047.37
ATAP		
LANTAI 11	925709.01	925709.01
LANTAI 10	969744.26	969744.26
LANTAI 9	969744.26	969744.26
LANTAI 8	969744.26	969744.26
LANTAI 7	969744.26	969744.26
LANTAI 6	969731.41	969731.41
LANTAI 5	1162728.1	1162728.1
LANTAI 4	1192857.86	1192857.86
LANTAI 3	1192857.86	1192857.86
LANTAI 2	1161651.5	1161651.5
LANTAI 1 0.5	1238576.29	1238576.29
LANTAI 1 -0.3	159536.97	159536.97
BASEMENT	1437295.22	1437295.22

(Sumber : Output Centre Mass and Ridgidity ETABS 18.1.1)

### Gaya Gempa Lateral Statis Ekuivalen

Tabel 6 Rekapitulasi perhitungan gaya gempa lateral ( $F$ )

No	Lantai	$F_x$	$F_y$
		KN	KN
1	Atap Lift	90,41	90,41
2	Atap	1151,2	1151,2
3	7	1642,9	1642,9
4	6	1079,9	1079,9
5	5	811,47	811,47
6	4	569,96	569,96
7	3	322,00	322,00
8	2	155,06	155,06
9	1	2,26	2,26
Jumlah		5825,1	5825,1

### Kombinasi Pembebanan

Mengacu pada SNI 1726 – 2019 pada pasal 7.4.2.2 halaman 65 bahwa terdapat pengaruh beban gempa secara vertikal dan horizontal. Beban gempa juga harus di modifikasi untuk memperhitungkan kuat lebih sistem, seperti yang ditetapkan SNI 1726 – 2019 pasal 7.4.3.1 halaman 66.

### Kontrol Perilaku Struktur

#### 1. Kontrol Gaya Geser Dasar (Base Shear)

Tabel 7 Konfigurasi Base Share

Arah	V dinamik	V statik	Keterangan
X	1459.078	4039.950	CEK ULANG
Y	3106.811	8591.882	CEK ULANG

Dari hasil di atas, maka syarat SNI 1726 - 2019 Pasal 7.9.1.4.1 halaman 78, yaitu  $V_{dinamik} \geq V_{statik}$  (tidak terpenuhi) sehingga skala faktor dinamis harus dikalikan dengan  $V/V_t$ . Dimana  $V$  adalah gaya geser

dasar metode statik ekuivalen dan  $V_t$  adalah gaya geser dasar ragam (dinamis).

$$\begin{aligned} \text{Faktor Skala X (lama)} &= 1226,25 \text{ mm/s}^2 \\ \text{Faktor Skala Y (lama)} &= 1226,25 \text{ mm/s}^2 \\ \text{Faktor Skala X (baru)} &= 1226,25 \times \frac{4039,95}{1459,08} \\ &= 3395,287 \text{ mm/s}^2 \\ \text{Faktor Skala X (baru)} &= 1226,25 \times \frac{8591,88}{3106,81} \\ &= 3391,19 \text{ mm/s}^2 \end{aligned}$$

Tabel 8. Konfigurasi Base Share Baru

Arah	V dinamik	V statik	Keterangan
X	4039.95	4039.95	OK
Y	8591.88	8591.88	OK

Dari hasil di atas, maka syarat SNI 1726 - 2019 Pasal 7.9.1.4.1 (Halaman 78), yaitu  $V_{dinamik} \geq V_{statik}$  (terpenuhi) sehingga perhitungan dapat dilanjutkan dengan menggunakan analisa gempa dinamis.

## 2. Kontrol Partisipasi Massa

Tabel 9. Modal Participating Mass Ratios

Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
	sec			%	%
1	2.12	2.86E-05	0.6854	0%	69%
2	1.803	0.725	0.0002	73%	69%
3	1.48	0.0015	0.0449	73%	73%
4	0.659	0.0004	0.1393	73%	87%
5	0.593	0.1351	0.0004	86%	87%
6	0.56	0.0059	4.08E-05	87%	87%
7	0.327	4.43E-05	0.0506	87%	92%
8	0.299	0.05	0.0001	92%	92%
9	0.281	0.0021	0.0001	92%	92%
10	0.201	0.0002	0.03	92%	95%
11	0.182	0.0132	0.0024	93%	95%
12	0.177	0.0197	0.0006	95%	95%
13	0.134	0.0002	0.0132	95%	97%
14	0.122	0.0049	0.0042	96%	97%
15	0.118	0.0135	0.0007	97%	97%
16	0.096	0.0002	0.0084	97%	98%
17	0.087	0.0011	0.0041	97%	98%
18	0.083	0.011	0.0001	98%	98%
19	0.074	0.0001	0.0026	98%	99%
20	0.066	0.0005	0.0042	98%	99%
21	0.063	0.0067	0.0001	99%	99%
22	0.056	0.0001	0.0017	99%	99%
23	0.051	0.0002	0.0026	99%	100%
24	0.048	0.0034	0	100%	100%
25	0.047	0.0004	0.0007	100%	100%

Dari hasil perhitungan melalui program bantu etabs diatas dapat disimpulkan partisipasi massa telah terpenuhi pada modal 7 minimal sebesar 92% dan 100% pada modal 23 sesuai pada SNI 1726 – 2019 Pasal 7.9.1.1 halaman 77.

## 3. Kontrol Simpangan Struktur

Mengacu pada SNI 1726 – 2019 pasal 7.8.6 halaman 75 harus dilakukan pengecekan desain struktur salah satunya pengecekan batas simpangan antar lantai dan

mengacu pada SNI 1726 – 2019 pasal 7.12.1 dan 7.12.2 halaman 88 diatur batasan simpangan antar lantai.

Tabel 10. Simpangan Arah X

Story	$H_{sx}$	$\delta_e$	$\Delta_x$	$\Delta_i$	$\Delta_{lim}$	Ket
	mm	mm	mm	mm	mm	
RUMAHLIFT	47000	58.565	175.695	0.996	38.46	OK!
LANTAI 12 ATAP	44500	58.233	174.699	8.496	61.54	OK!
LANTAI 11	40500	55.401	166.203	10.008	61.54	OK!
LANTAI 10	36500	52.065	156.195	12.126	61.54	OK!
LANTAI 9	32500	48.023	144.069	14.379	61.54	OK!
LANTAI 8	28500	43.23	129.69	16.398	61.54	OK!
LANTAI 7	24500	37.764	113.292	17.862	61.54	OK!
LANTAI 6	20500	31.81	95.43	18.399	61.54	OK!
LANTAI 5	16500	25.677	77.031	18.078	61.54	OK!
LANTAI 4	12500	19.651	58.953	17.913	61.54	OK!
LANTAI 3	8500	13.68	41.04	16.974	61.54	OK!
LANTAI 2	4500	8.022	24.066	14.394	61.54	OK!
LANTAI 1 0.5	500	3.224	9.672	1.677	61.54	OK!
GROUND	0	2.665	7.995	1.167	69.23	OK!
LANTAI 1 -0.3	-300	2.276	6.828	6.828	73.85	OK!
BASEMENT	-4000	0	0	0	61.54	OK!

Tabel 11. Simpangan Arah Y

Story	$H_{sy}$	$\delta_e$	$\Delta_y$	$\Delta_i$	$\Delta_{lim}$	Ket
	mm	mm	mm	mm	mm	
RUMAHLIFT	47000	70	210	-14.295	38.46	OK!
LANTAI 12 ATAP	44500	74.765	224.295	-9.468	61.54	OK!
LANTAI 11	40500	77.921	233.763	13.008	61.54	OK!
LANTAI 10	36500	73.585	220.755	15.399	61.54	OK!
LANTAI 9	32500	68.452	205.356	18.267	61.54	OK!
LANTAI 8	28500	62.363	187.089	21.171	61.54	OK!
LANTAI 7	24500	55.306	165.918	23.844	61.54	OK!
LANTAI 6	20500	47.358	142.074	26.091	61.54	OK!
LANTAI 5	16500	38.661	115.983	27.633	61.54	OK!
LANTAI 4	12500	29.45	88.35	27.651	61.54	OK!
LANTAI 3	8500	20.233	60.699	25.839	61.54	OK!
LANTAI 2	4500	11.62	34.86	21.24	61.54	OK!
LANTAI 1 0.5	500	4.54	13.62	4.023	61.54	OK!

Berdasarkan Tabel 20 Simpangan antar lantai ijin SNI 1726 – 2019 Pasal 7.12.1 halaman 88 untuk kategori risiko IV, batas simpangan antar lantai ijin adalah 0,020  $h_{sx}$ , dimana  $h_{sx}$  merupakan tinggi antar tingkat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa simpangan antar tingkat yang terjadi pada struktur adalah memenuhi/aman.

## Penulangan Struktur

### Penulangan Balok B45 (40/75)

Data Perencanaan

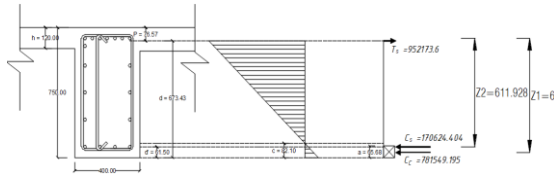
- e. Lebar balok (bw) = 400 mm
- f. Tinggi balok (h) = 750 mm
- g. Selimut beton (sb) = 40 mm
- h. Mutu beton  $f_c'$  = 35 Mpa
- i.  $\beta_1$  = 0,800
- j.  $f_y$  ulir = 420 Mpa
- k.  $f_y$  sengkang polos = 280 Mpa
- l. Modulus elastisitas baja (Es) = 200000 Mpa
- m. Diameter tul. Pokok (D) = 19 mm
- n. Diameter tul. Sengkang ( $\emptyset$ ) = 12 mm
- o. Bentang balok (L balok) = 5218 mm
- p. Bentang bersih balok ( $L_n$  balok) = 4818 mm
- q. Tebal pelat (hf) = 120 mm
- r. Mu+ Tumpuan = 340,536 kNm
- s. Mu- Tumpuan = 398,177 kNm



- t. Mu+ Lapangan = 227,483 kNm
- u. Mu- Lapangan = 226,995 kNm
- v. Vu 1,2 DL + 1L Tump. Kiri = 321,712 N
- w. Vu 1,2 DL + 1L Tump. Kanan = 316,688 N
- x. Gaya Aksial (Pu) = 0 Kn
- y. Momen Torsi = 61,193 kNm

**Kontrol Momen Negatif Tumpuan**

- As tulangan atas = 8 D19
- As tulangan bawah = 4 D19



Gambar 4 Diagram regangan tegangan penulangan tumpuan momen negatif

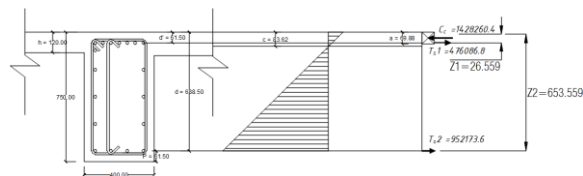
**Cek apakah  $\phi M_n > Mu$**

**$\phi M_n > Mu$**

- 544.556.552,73 Nmm > 398.177.000 Nmm
- 544,556 kNm > 398,177 kNm

**Kontrol Momen Positif Tumpuan**

- As tulangan atas = 8 D19
- As tulangan bawah = 4 D19



Gambar 5. Diagram regangan tegangan penulangan tumpuan momen positif

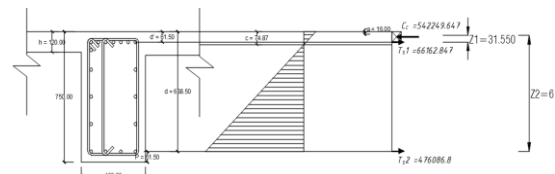
**Cek apakah  $\phi M_n > Mu$**

**$\phi M_n > Mu$**

- 571.451.583,04 Nmm > 366.811.000,000 Nmm
- 571,451 kNm > 366,811 kNm

**Kontrol Momen Positif Lapangan**

- As tulangan atas = 8 D19
- As tulangan bawah = 4 D19



Gambar 6. Diagram regangan tegangan penulangan lapangan momen positif

**Cek apakah  $\phi M_n > Mu$**

**$\phi M_n > Mu$**

- 577.472.896,26 Nmm > 227.423.000 Nmm
- 477,868 kNm > 227,423 kNm

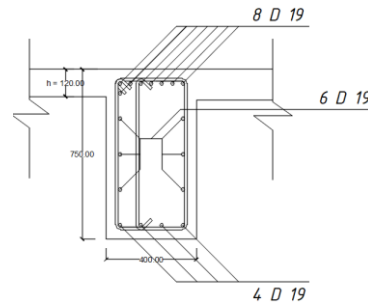
**Penulangan Transversal Balok**

- Daerah sendi plastis : 3 kaki  $\phi 12 - 100$  mm
- Daerah luar sendi plastis : 2 kaki  $\phi 12 - 100$  mm

**Penulangan Torsi Balok**

Pada SNI 2847 – 2019 pasal 9.5.4.1 halaman 186 menyatakan bahwa pengaruh torsi untuk komponen struktur non prategang boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor, Tu, kurang dari:

$$\phi T_n = \phi 0,083 \lambda \sqrt{f_c} \left( \frac{A_{cp}^2}{p_{cp}} \right)$$

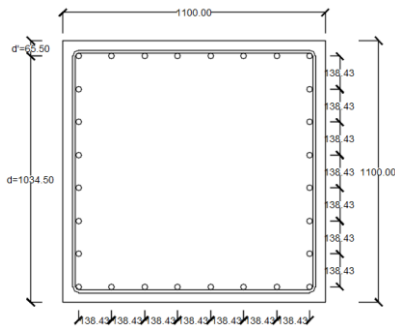


Gambar 7. Penulangan Torsi Balok B45

**Penulangan Kolom K2.A (110/110)**

**Data Perencanaan**

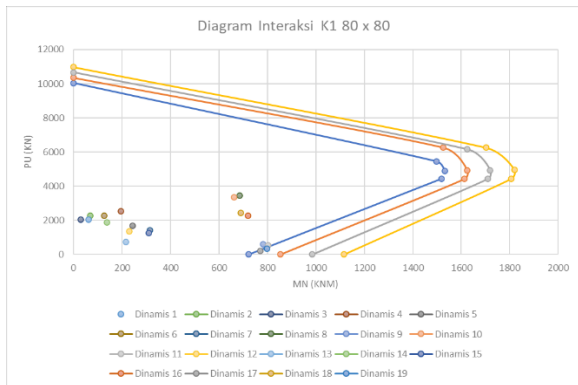
- a. Lebar kolom (bw) = 1100 mm
- b. Tinggi kolom (h) = 1100 mm
- c. Selimut beton (sb) = 40 mm
- d. Mutu beton fc' = 35 Mpa
- e.  $\beta 1$  = 0,800
- f. fy ulir = 420 Mpa
- g. fy sengkang polos = 280 Mpa
- h. Modulus elastisitas baja (Es) = 200000 Mpa
- i. Diameter tul. Pokok (D) = 25 mm
- j. Diameter tul. Sengkang (D) = 13 mm
- k. Tinggi lantai (h lantai) = 4000 mm
- l. Tinggi balok (h balok) = 750 mm
- m. Tinggi bersih kolom (hn kolom) = 3250 mm
- n. Vu maks = 185,8 kN
- o. Pu maks = 6328,479 kN
- p. Nu (Pn balance) = 10576,190 kN



Gambar 8. Penampang Kolom K2.A

Tabel 12. Diagram Interaksi Formasi Tulangan 28 D25

Kondisi	28 D 25	
	$\phi P_n$ (Kn)	$\phi M_n$ (Kn)
Sentris	21506.45088	0.000
Patah Desak	11002.503	4685.978
Balance	10576.190	4424.023
Balance 1.25 fy	9634.891	4539.639
Patah Tarik	8360.039	4721.058
Lentur Mumi	0.000	1855.129



Gambar 9. Diagram Interaksi Kolom Dengan Pembesaran Momen Kolom

### Penulangan Transversal Kolom

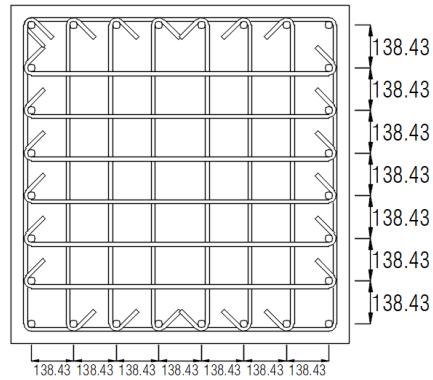
SNI 2847 – 2019 Pasal 18.7.6.2.1 halaman 392  
Cek apakah  $P_u < A_g \times f'_c / 20$

$P_u$	<	$\frac{A_g \times f'_c}{20}$
$P_u$	<	$\frac{b \times h \times f'_c}{20}$
6328,48	<	$\frac{1100 \times 1100 \times 35}{20}$

6328,48 < 2117500 N  
3609,23 kN < 2117.5 kN

SNI 2847 - 2019 pasal 18.7.5.2 halaman 387 menyatakan, tulangan transversal harus disediakan dengan salah satu dari spiral tunggal atau saling

tumpuk yang memenuhi 25.7.2.2, sengkang bulat atau sengkang persegi dengan atau tanpa pengikat silang. Pengikat silang dengan ukuran batang tulangan yang sama atau yang lebih kecil seperti begelnya diizinkan. Setiap ujung pengikat silang harus memegang batang tulangan longitudinal terluar. Pengikat silang yang berurutan harus diseling ujung-ujungnya sepanjang tulangan longitudinal. Spasi pengikat silang atau kaki-kaki sengkang persegi,  $h_x$ , dalam penampang komponen struktur tidak boleh melebihi 350 mm pusat ke pusat (Gambar R18.7.5.2.(f))



Gambar 10. Tulangan Transversal Kolom Hasil Perencanaan

Sendi Plastis = 8 D13 – 100 mm  
Luar Sendi Plastis = 8 D13 – 100 mm  
Sambungan Lewatan = 8 D13 – 100 mm

### Persyaratan Desain Kapasitas (SCWB)

$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$   
3.710.258.302,281 Nmm  $\geq$  1.469.371.547,2 Nmm  
3710.258 kNm  $\geq$  1469.372 kNm (Aman)

Dari analisa di atas, sudah terpenuhi persyaratan desain kapasitas “Strong Column Weak Beam” terpenuhi.

### Desain Hubungan Balok – Kolom (HBK)

Pengengkang Vertikal = 28 D25  
Pengengkang Horizontal = 2 Kaki D13 (7 Lapis).

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

- Komponen balok yang ditinjau adalah balok B45 Lantai 4 dengan dimensi yaitu 400 mm  $\times$  750 mm, diperoleh:
  - Tulangan Longitudinal
    - Tumpuan kiri dan kanan
      - Tarik = 8 D19
      - Tekan = 4 D19
    - Lapangan



Tekan = 4 D19

Tarik = 8 D19

b. Tulangan Transversal

- Daerah Sendi Plastis = 3 Ø12– 100 mm
- Daerah luar Sendi Plastis = 2 Ø12– 100 mm

2. Komponen kolom yang ditinjau adalah kolom K2.A Lantai 2 dengan dimensi yaitu 1100 mm × 1100 mm, diperoleh:

a. Tulangan Longitudinal = 24 D22

b. Tulangan Transversal

- Sendi Plastis = 8 D13– 100 mm
- Luar Sendi Plastis = 8 D13– 100 mm
- Sambungan lewatan = 8 D13– 100 mm

Hasil dari perencanaan, kolom memenuhi konsep desain kapasitas “Strong Column Weak Beam” dengan nilai sebesar :

$$\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}$$

$$3.710.258.302,281 \text{ Nmm} \geq 1.469.371.547,2 \text{ Nmm}$$

$$3710.258 \text{ kNm} \geq 1469.372 \text{ kNm (Aman)}$$

3. Pada hubungan balok kolom (joint), diperoleh:

a. Pengekang Vertikal = 28 D25

b. Pengekang Horizontal = 2 Kaki D13 (7 Lapis).

### Saran

1. Lebih memperdalam penggunaan SNI terbaru.
2. Pada gedung lebih dari 6 lantai disarankan menggunakan Dual System guna memperkecil penampang kolom.
3. Lebih melengkapi perhitungan seperti kontrol ketidakberaturan struktur dan lain sebagainya.
4. Menambah wawasan di lapangan agar lebih mudah memahami dan menggambarkan penulangan maupun detailing pada struktur yang ditinjau.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2019). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2019). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2020). *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim. (2017). *Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Aplonius, A. (2019). *Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Gedung Stikes Kapanjen Kabupaten Malang (Doctoral dissertation, ITN Malang)*.
- Fernandes, B. (2021). *Perencanaan Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Kantor Pt. Jasa Tirta Malang (Doctoral dissertation, Institut teknologi nasional malang)*.
- Hoedajanto, D. (1994). *Desain Gedung Tinggi Beton Bertulang Tahan Gempa*. Unisia, (23), 76-82.
- Irawan, J. (2020). *Alternatif Perencanaan Struktur Atas Gedung Apartemen Begawan Tlogomas Malang Zona A Dengan Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Dan Dinding Geser (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang)*.
- Karael, R. (2019). *Studi Perencanaan Struktur Gedung Retail Transmart MX Mall Malang Dengan Desain Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) (Doctoral dissertation, ITN MALANG)*.
- Nawy, E. G., (2010), *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*. Cetakan keempat, Bandung: PT. Refika Aditama.
- P-t-g-z.com. (2020, Agustus). *Klasifikasi Situs (site class)*. Diakses pada 17 Mei 2023, dari <https://p-t-g-z.com/2020/10/06/klasifikasi-situs-site-class/>
- Rasidi, N. (2015). *Struktur Beton*. Malang : Politeknik Negeri Malang.
- Setiawan, A. (2016). *Perancangan Struktur Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847:2013)*. Jakarta: Erlangga
- Wardita, A. (2020). *Studi Perencanaan Struktur Gedung Perkuliahan Ppg Universitas Negeri Malang (Um) Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (Srpmk)*. Student Journal Gelagar, 2(2), 278-283.