



**PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG RAWAT INAP  
8 LANTAI TERHADAP BEBAN  
GEMPA 7,5 MAGNITUDO**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka Penyelesaian  
Untuk Mencapai Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi Teknik Sipil

Oleh :  
**MUHAMMAD IBNU MUSYAFI**  
**NPM. 6520600001**

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi yang berjudul “PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG RAWAT INAP  
8 LANTAI TERHADAP BEBAN GEMPA 7,5 MAGNITUDO”

NAMA PENULIS : MUHAMMAD IBNU MUSYAFA

NPM : 6520600001

Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk dipertahankan dihadapan sidang  
dewan penguji skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti  
Tegal.

Hari : Selasa

Tanggal : 23 Juli 2024

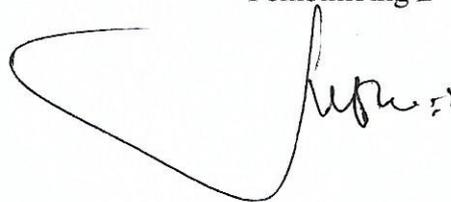
Pembimbing 1



Okky Hendra Hermawan, ST., MT.

NIPY. 24461531983

Pembimbing 2



Irfan Santosa, ST., MT.

NIPY. 0621068001

**HALAMAN PENGESAHAN**

Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 23 Juli 2024

**Ketua Penguji :**

**Rusnoto, ST., M.Eng.**  
NIPY. 14054121974



.....

**Penguji Utama :**

**Nadva Shafira Salsabilla, ST., MT.**  
NIPY. 30161841998



.....

**Penguji 1 :**

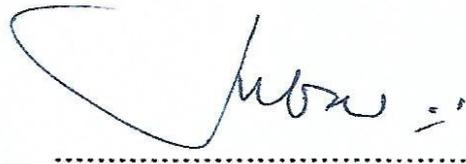
**Okky Hendra Hermawan, ST., MT.**  
NIPY. 24461531983



.....

**Penguji 2 :**

**Irfan Santosa, ST., MT.**  
NIPY. 0621068001



.....

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer**



**Dr. Agus Wibowo, ST., MT.**   
NIPY. 126518101972

## HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan, dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**PERHITUNGAN STRUKTUR GEDUNG RAWAT INAP 8 LANTAI TERHADAP BEBAN GEMPA 7,5 MAGNITUDO**” ini dan seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri, atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika yang berlaku dalam masyarakat keilmuan sebagaimana mestinya.

Demikian pernyataan ini untuk dijadikan sebagai pedoman bagi yang berkepentingan dan saya siap menanggung segala resiko dan sanksi yang diberikan kepada saya apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran atas etika keilmuan dalam karya tulis ini, atau adanya klaim atas karya tulis ini.

Tegal, Juli 2024



**Muhammad Ibnu Musvafa**  
NPM. 6520600001

## **MOTTO DAN PERSEMBAHAN**

### **MOTTO**

1. Orang yang hebat adalah orang yang mempunyai kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang mengira bahwa ia selalu terlihat senang.
2. Tersenyumlah dalam kondisi apapun, tanpa disadari senyum itulah yang akan membuat kita kuat menjalani hidup.
3. Kurangi rasa mengeluh soal beban kehidupan, karena bukan hidup yang bikin kita susah, tapi kita sendiri yang bikin hidup ini susah.
4. Sukses berjalan dari satu kegagalan ke kegagalan yang lain, tanpa kita kehilangan semangat.

### **PERSEMBAHAN**

Skripsi ini saya persembahkan dan saya berterima kasih kepada :

1. Kedua orang tua saya, Bapak Ahmad Saefullah, Ibu Kamilah, dan kedua adik saya.
2. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dalam proses pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Irfan Santosa, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing kedua yang juga memberikan bimbingan dalam proses pembuatan skripsi ini.
4. Semua dosen Fakultas Teknik UPS Tegal yang sudah memberikan tentang ilmu-ilmu keteknikan dan selalu memberikan motivasi pada saya.
5. Dan teman-teman seangkatan teknik sipil UPS Tegal yang telah mendukung dan membantu saya dalam menyelesaikan laporan ini.

## ABSTRAK

Muhammad Ibnu Musyafa, 2024 “ **Perhitungan Struktur Gedung Rawat Inap 8 Lantai Terhadap Beban Gempa 7,5 Magnitudo**”.

Perencanaan struktur konstruksi gedung diperlukan untuk memperoleh dimensi dan konfigurasi struktur yang paling efektif dan efisien. Analisis yang dilakukan dalam perancangan ini meliputi beban gempa statik ekuivalen, dinamik respons spektrum, dinamik time history, menghitung dimensi dan penulangan balok, kolom, pelat dan dinding geser, serta menganalisis *strong column weak beam*.

Metodologi perancangan skripsi ini dimulai dari perumusan masalah, pengumpulan data, preliminary design, permodelan struktur, cek stabilitas struktur, analisis pembebanan, dan kontrol keamanan struktur. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, didapatkan kesimpulan perancangan gedung ini menggunakan sistem ganda yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Dinding Geser yang telah memenuhi standar peraturan perancangan SNI 1727 : 2020, SNI 1726 : 2019, dan SNI 2847 : 2019.

**Kata Kunci** : Struktur Gedung, SRPMK, Dinding Geser, Beton Bertulang

## ABSTRACT

*Muhammad Ibnu Musyafa, 2024 “ Calculation of the Structure of an 8 Floor Inpatient Building Against Earthquake Loads of 7,5 Magnitude”.*

*Structural planning for a building construction is necessary to obtain the most effective and efficient dimensions and structure configuration. The analysis carried out in this design includes equivalent static earthquake load, dynamic spectrum response, dynamic time history, calculating dimensions and reinforcement of beams, columns, plates and shear walls, as well as analyzing strong column weak beam.*

*The design methodology for this thesis starts from problem formulation, data collection, preliminary design, structural modeling, structural stability checks, load analysis, and structural safety control. Based on the result of the analysis carried out, it was concluded that the design of this building uses a dual system, namely the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) and Sliding Walls which have the design regulation standards of SNI 1727 : 2020, SNI 1726 : 2019, and SNI 2847 : 2019.*

**Keywords** : *Building Structure, SRPMK, Shear Wall, Reinforced Concrete*

## **PRAKATA**

Syukur Alhamdulillah, dengan memanjatkan puja dan puji syukur kehadirat Allah SWT, karena hanya dengan raman dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul “Perhitungan Struktur Gedung Rawat Inap 8 Lantai Terhadap Beban Gempa 7,5 Magnitudo”. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam rangka menyelesaikan studi strata Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak adakan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu, pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil dan juga sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan pengarahan selama proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Irfan Santosa ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang bersedia untuk memberikan pengarahan dan meluangkan waktu selama proses pembuatan skripsi ini.
4. Semua dosen di lingkungan Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan.
5. Keluarga besar penulis, yaitu kedua orang tua dan saudra-saudara yang telah memberikan dukungan dalam hal materi dan doa selama penyelesaian skripsi.

6. Dan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Meskipun telah berusaha menyelesaikan skripsi ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan

Tegal, Juli 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah .....	4
D. Tujuan Penelitian .....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	7
A. Landasan Teori.....	7
1. Prinsip Desain Perencanaan .....	7
2. Pedoman Perencanaan.....	10
3. Struktur Beton Bertulang .....	10
4. Pembebanan Struktur Gedung .....	10
5. Peta Tematik Rawan Gempa Wilayah Jawa Tengah .....	15
6. Syarat Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa.....	16
7. Sistem Rangka Pemikul Momen .....	28

8. Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	29
9. Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).....	31
10. Pelat Dua Arah .....	33
11. Tie Beam (Sloof) .....	33
12. Dinding Geser ( <i>Shear Wall</i> ).....	34
13. Joint Rangka Pemikul Momen Khusus (Hubungan Kolom-Balok) ...	35
14. <i>Stong Column Weak Beam</i> (SCWB).....	35
B. Tinjauan Pustaka .....	37
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>48</b>
A. Metode Penelitian.....	48
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	48
C. Instrumen Penelitian.....	49
D. Variabel Penelitian .....	49
E. Metode Pengumpulan Data.....	50
F. Metode Analisis Data .....	51
G. Standar yang Digunakan.....	53
H. Diagram Alur Penelitian .....	54
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>55</b>
A. Hasil Penelitian .....	55
1. Perancangan Arsitektur Bangunan Rawat Inap .....	55
a) Permodelan 3D Arsitektur .....	55
b) Penggambaran Denah Arsitektur .....	58
2. Perhitungan Struktur Bangunan.....	63
a) Data Umum Bangunan .....	63
b) Permodelan Struktur.....	63
c) Analisis Pembebanan Gravitasi .....	84
1) Beban Mati .....	84
2) Beban Hidup.....	89
d) Analisis Pembebanan Gempa .....	94
1) Kategori Kelas Situs Tanah.....	98

2) Koefisien-koefisien Situs dan Parameter-Parameter <i>Respons</i> Spektra Percepatan Gempa Maksimum yang Dipertimbangka Risiko Tertarget ( $MCE_R$ ).....	98
3) Kategori Desain Seismik (KDS).....	99
4) Spektrum <i>Respons</i> Desain .....	100
5) Analisis Ragam Struktur .....	102
6) Periode Getar Struktur .....	104
7) Partisipasi Massa Struktur.....	108
8) Gaya <i>Lateral Ekuivalen</i> .....	111
10) Perhitungan Gaya Geser Dasar Seismik .....	113
11) Perhitungan Gaya Geser Dasar Nominal .....	114
12) Simpangan Antar Tingkat .....	117
13) Kombinasi Pembebanan.....	119
B. Pembahasan .....	120
1. Perhitungan Balok.....	120
a) Data Balok .....	122
b) Menghitung Tulangan Utama (Longitudinal) .....	122
c) Menghitung Tulangan Geser atau Sengkang (Transversal).....	124
d) Menghitung Tulangan Pinggang (Torsi) .....	125
2. Perhitungan Kolom .....	127
a) Data Perencanaan Kolom .....	127
b) Desain Tulangan Utama .....	128
c) Desain Tulangan Geser.....	129
d) Kontrol Persyaratan Kolom pada SRPMK .....	130
e) Analisis Detail Penampang Kolom .....	130
f) Analisis <i>SPColumn</i> .....	132
g) <i>Strong Column Weak Beam (SCWB)</i> .....	134
3. Perhitungan Pelat .....	135
a) Data Pelat Lantai .....	135
b) Hasil Analisis Momen Pelat <i>Software</i> ( $M_u$ ).....	135
c) Luas Tulangan Terpakai Pelat ( $A_s$ ).....	136

d) Tinggi Balok Regangan (a).....	136
e) Momen Nominal (Mn).....	136
f) Kontrol Keamanan .....	137
4. Perhitungan Dinding Geser .....	137
a) Data Material dan Penampang .....	138
b) Geometri .....	138
c) Kebutuhan Tulangan Minimum .....	138
d) Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur .....	139
e) Pengecekan Kapasitas Geser.....	139
f) Pengecekan Kebutuhan Elemen Batas Khusus.....	140
g) Penulangan Elemen Batas Khusus .....	141
h) Hasil Analisis Dinding Geser.....	143
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>144</b>
A. Kesimpulan .....	144
B. Saran.....	148
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>149</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Bangunan Eksisting Gedung Rawat Inap.....	2
Gambar 2.1 Parameter gerak tanah $S_s$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_n$ ) wilayah Indonesia untuk spectrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%).....	13
Gambar 2.2 Parameter gerak tanah, $S_1$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spectrum respons 0,2 detik (redaman kritis 5%).....	14
Gambar 2.3 PGA, Gempa maksimum yang pertimbangkan rata-rata geometric ( $MCE_G$ ) wilayah Indonesia .....	14
Gambar 2.4 $C_{RSI}$ , Koefisien risiko terpetakan, periode spectrum respons 0,2 detik.....	15
Gambar 2.5 $C_{RI}$ , Koefisien risiko terpetakan, periode respons spectral 1 detik ....	15
Gambar 2.6 Peta tematik rawan gempa wilayah jawa tengah.....	16
Gambar 2.7 Penentuan Simpangan Antar Tingkat .....	24
Gambar 2.8 Lebar Efektif Maksimum Balok Pelat Lebar ( <i>Wide Beam</i> ) .....	34
Gambar 2.9 Sengkang Tertutup yang Dipasang Bertumpuk dan Ilustrasi Batasan Maksimum Spasi Horizontal Penumpu Batang Longitudinal .....	36
Gambar 2.10 Kolom Kuat Balok Lemah .....	40
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	57
Gambar 4.1 3D Perspektif 1 .....	59
Gambar 4.2 3D Perspektif 2 .....	60
Gambar 4.3 3D Perspektif 3 .....	60
Gambar 4.4 3D Perspektif 4 .....	60
Gambar 4.5 3D Perspektif 5 .....	61
Gambar 4.6 3D Perspektif 6 .....	61
Gambar 4.7 Denah Lantai 1 .....	62
Gambar 4.8 Denah Lantai 2 .....	62
Gambar 4.9 Denah Lantai 3 .....	63
Gambar 4.10 Denah Lantai 4 .....	63

Gambar 4.11 Denah Lantai 5 .....	64
Gambar 4.12 Denah Lantai 6 .....	64
Gambar 4.13 Denah Lantai 7 .....	65
Gambar 4.14 Denah Lantai 8 .....	65
Gambar 4.15 Denah Lantai Atap Dak.....	66
Gambar 4.16 Denah Atap.....	66
Gambar 4.17 3D Model <i>View</i> 1 .....	69
Gambar 4.18 3D Model <i>View</i> 2.....	70
Gambar 4.19 3D Model <i>View</i> 3.....	70
Gambar 4.20 3D Model <i>View</i> 4.....	71
Gambar 4.21 3D Model <i>View</i> 5.....	71
Gambar 4.22 Potongan Portal AS – 1 .....	72
Gambar 4.23 Potongan Portal AS – 2.....	72
Gambar 4.24 Potongan Portal AS – 3.....	72
Gambar 4.25 Potongan Portal AS – 4.....	73
Gambar 4.26 Potongan Portal AS – 5.....	73
Gambar 4.27 Potongan Portal AS – 6.....	73
Gambar 4.28 Potongan Portal AS – 7.....	74
Gambar 4.29 Potongan Portal AS – A.....	74
Gambar 4.30 Potongan Portal AS – A’.....	75
Gambar 4.31 Potongan Portal AS – B .....	75
Gambar 4.32 Potongan Portal AS – C .....	76
Gambar 4.33 Potongan Portal AS – D.....	76
Gambar 4.34 Potongan Portal AS – E .....	77
Gambar 4.35 Potongan Portal AS – F.....	77
Gambar 4.36 Potongan Portal AS – G.....	78
Gambar 4.37 Potongan Portal AS – G’.....	78
Gambar 4.38 Potongan Portal AS – H.....	79
Gambar 4.39 Denah Kolom Lantai 2.....	79
Gambar 4.40 Denah Kolom Lantai 3.....	80
Gambar 4.41 Denah Kolom Lantai 4.....	80

Gambar 4.42 Denah Kolom Lantai 5 .....	81
Gambar 4.43 Denah Kolom Lantai 6 .....	81
Gambar 4.44 Denah Kolom Lantai 7 .....	82
Gambar 4.45 Denah Kolom Lantai 8 .....	82
Gambar 4.46 Denah Kolom Lantai Dak .....	83
Gambar 4.47 Denah Kolom Atap Dak .....	83
Gambar 4.48 Denah Balok 2 – Lantai 4 .....	84
Gambar 4.49 Denah Balok 5 – Lantai 7 .....	84
Gambar 4.50 Denah Balok 8 .....	85
Gambar 4.51 Denah Balok Lantai Dak .....	85
Gambar 4.52 Denah Balok Atap Dak .....	86
Gambar 4.53 Denah Pelat Lantai 2 – Lantai 8 .....	86
Gambar 4.54 Denah Pelat Lantai Atap .....	87
Gambar 4.55 Denah Pelat Lantai Atap Dak .....	87
Gambar 4.56 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 2 .....	90
Gambar 4.57 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 3 .....	90
Gambar 4.58 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 4 .....	91
Gambar 4.59 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 5 .....	91
Gambar 4.60 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 6 .....	92
Gambar 4.61 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 7 .....	92
Gambar 4.62 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai 8 .....	93
Gambar 4.63 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Lantai Atap .....	93
Gambar 4.64 <i>Input</i> Beban Mati Tambahan Pelat Atap Dak .....	94
Gambar 4.65 <i>Input</i> Beban Dinding .....	94
Gambar 4.66 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 2 .....	95
Gambar 4.67 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 3 .....	95
Gambar 4.68 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 4 .....	96
Gambar 4.69 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 5 .....	96
Gambar 4.70 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 6 .....	97
Gambar 4.71 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 7 .....	97
Gambar 4.72 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai 8 .....	98

Gambar 4.73 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Lantai Atap .....	98
Gambar 4.74 <i>Input</i> Beban Hidup Pelat Atap Dak .....	99
Gambar 4.75 Parameter Percepatan Respons RSA 2021 .....	100
Gambar 4.76 Spektrum Respons Desain.....	100
Gambar 4.77 Data Rekaman Gempa Chichi .....	102
Gambar 4.78 Spektrum Respons Desain.....	107
Gambar 4.79 Respons Spektrum .....	109
Gambar 4.80 Mode 1 Translasi Arah X.....	111
Gambar 4.81 Mode 2 Translasi Arah Y .....	111
Gambar 4.82 Mode 3 Rotasi.....	112
Gambar 4.83 Gambar Balok Bentang 6 meter .....	133
Gambar 4.84 Luasan Tulangan Tumpuan Terbesar .....	134
Gambar 4.85 Luasan Tulangan Terbesar .....	135
Gambar 4.86 Luasan Tulangan Utama Kolom.....	138
Gambar 4.87 Luasan Tulangan Geser.....	139
Gambar 4.88 Luas Tulangan Tumpuan Balok Kiri .....	141
Gambar 4.89 Luas Tulangan Tumpuan Balok Kanan .....	142
Gambar 4.90 Diagram Interaksi Kolom.....	143
Gambar 4.91 Hasil Analisis Momen Maksimum Pelat .....	145
Gambar 4.92 Perletakan Dinding Geser .....	146

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beban Mati Material dan Komponen .....	11
Tabel 2.2 Kategori Dessain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode Pendek .....	18
Tabel 2.3 Kategori Dessain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan pada Periode 1 Detik .....	19
Tabel 2.4 Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung untuk Beban Gempa .....	19
Tabel 2.5 Faktor Keutamaan Gempa .....	21
Tabel 2.6 Klasifikasi Situs .....	22
Tabel 2.7 Simpangan Antar Tingkat Izin .....	25
Tabel 2.8 Ketidakberaturan Horizontal Struktur .....	25
Tabel 2.9 Ketidakberaturan Vertikal Struktur .....	27
Tabel 2.10 Nilai Parameter Periode Pendekatan Ct dan X .....	29
Tabel 2.11 Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah .....	36
Tabel 3.1 Peraturan Standar Perancangan .....	56
Tabel 4.1 Beban Mati.....	88
Tabel 4.2 Parameter Percepatan Respons RSA 2021 .....	100
Tabel 4.3 Data <i>Ground Motion</i> .....	101
Tabel 4.4 Hubungan Nilai Parameter Kemampuan Tanah Dengan Klasifikasi.....	103
Tabel 4.5 Parameter Respon Spektral Percepatan Periode Pendek .....	105
Tabel 4.6 Parameter Respon Spektral Percepatan Periode 1 Detik .....	105
Tabel 4.7 Kategori Desain Seismik Periode Pendek .....	106
Tabel 4.8 Kategori Desain Seismik Periode 1 Detik .....	107
Tabel 4.9 Ragam Getar Struktur.....	112
Tabel 4.10 Periode Fundamental Struktur .....	114
Tabel 4.11 Tipe Struktur .....	115
Tabel 4.12 Cek Periode Getar dan Frekuensi.....	117
Tabel 4.13 Partisipasi Massa Struktur .....	120

Tabel 4.14 Ringkasan Analisis Gempa .....	120
Tabel 4.15 Rekapitulasi Analisis Statik Ekuivalen.....	125
Tabel 4.16 Perhitungan Gaya Geser Dasar Seismik .....	126
Tabel 4.17 Perhitungan Gaya Geser Dasar Nominal Awal.....	127
Tabel 4.18 Perhitungan Gaya Geser Dasar Nominal Akhir .....	129
Tabel 4.19 Simpangan Antar Tingkat Izin .....	130
Tabel 4.20 Simpangan Antar Lantai Arah X.....	131
Tabel 4.21 Simpangan Antar Lantai Arah Y .....	131
Tabel 4.22 Kombinasi Pembebananan Ultimit.....	132
Tabel 4.23 Data Material dan Penampang .....	146
Tabel 4.24 Cek Geometri .....	147
Tabel 4.25 Kebutuhan Tulangan Minimum .....	147
Tabel 4.26 Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial – Lentur.....	148
Tabel 4.27 Pengecekan Kapasitas Geser.....	148
Tabel 4.28 Pengecekan Kebutuhan Elemen Batas Khusus .....	149
Tabel 4.29 Penulangan Elemen Batas Khusus .....	150
Tabel 4.30 Hasil Analisis Dinding Geser.....	152

## LAMBANG DAN SINGKATAN

0

$F_c'$  = Kekuatan tekan Beton (MPa)

$F_y$  = Kekuatan leleh tulangan (MPa)

$F_v$  = Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)

$K$  = Faktor panjang efektif untuk komponen struktur tekan

$M_n$  = Kekuatan Lentur Nominal pada penampang (N-mm)

$M_{nc}$  = Kekuatan lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint, yang dihitung untuk gaya aksial terfaktor (N-mm)

$M_{ng}$  = Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamana tertarik, yang merangka ke dalam joint (N-mm)

$M_u$  = Momen Terfaktor pada penampang (N-mm)

$P_n$  = Kekuatan aksial nominal penampang (N)

$P_u$  = Gaya Aksial Terfaktor (N)

$P$  = Rasio As, terhadap bd, faktor redunansi struktur

$\Phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$\Omega_0$  = Faktor kuat lebih, Faktor peningkatan untuk mempertimbangkan lebih banyak sistem penahan gaya seismik yang ditetapkan sesuai dengan standar konstruksi gedung umum yang diakui secara aturan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Perencanaan bangunan merupakan suatu hal yang perlu untuk diperhatikan dalam proses akan mendirikan sebuah konstruksi bangunan. Di negara berkembang seperti di Indonesia permasalahan utama di bidang sarana prasarana seperti tempat pelayanannya mengalami perkembangan yang cukup pesat, terbukti cukup banyak pembangunan gedung-gedung rumah sakit baru maupun perluasan gedung-gedung untuk melayani masyarakat secara optimal. Pada gedung rawat inap RSUD Suradadi Kabupaten Tegal akan dirancang kembali dari bangunan eksisting 3 lantai menjadi konstruksi bangunan 8 lantai dengan penambahan ruang rawat inap yang lebih lengkap dan dimensi komponen struktur atas tersebut supaya lebih aman terhadap beban gempa 7,5 magnitudo.

Adapun tujuan dalam pembangunan gedung ini adalah untuk tercapainya kemampuan hidup bagi setiap orang supaya dapat mewujudkan pelayanan kesehatan yang bermutu dan merata di seluruh Indonesia yang optimal. Dalam rangka mengembangkan dan meningkatkan pelayanan kesehatan di Rumah Sakit Umum Daerah Suradadi Tegal memerlukan peningkatan fasilitas pelayanan baik dalam kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu fasilitas kesehatan yang ada di rumah sakit adalah fasilitas rawat inap.

Faktor utama dalam perancangan gedung ini yaitu gedung rawat inap 8 Lantai ini didasarkan pada pertimbangan untuk menunjang aktivitas pelayanan kesehatan terutama karena semakin tingginya tuntutan akan pelayanan kesehatan

yang bermutu bagi masyarakat lokal maupun luar dan sebagai langkah untuk mengantisipasi terjadinya lonjakan pasien pada saat kondisi tertentu sehingga kesehatan pasien tetap terjaga dengan baik. Dalam sistem perancangan gedung ini harus benar-benar memperhatikan struktur bangunannya karena rawan terhadap gaya lateral, terutama yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Perencana struktur di Indonesia dituntut agar lebih kreatif dan inovatif dimana Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap gempa bumi. Sehingga untuk gedung bertingkat hendaknya direncanakan dengan maksimal agar dapat menahan beban gempa (Kusuma dan Tavio, 2009) agar menciptakan struktur bangunan yang kuat dan akan memberikan rasa aman dan nyaman bagi siapapun yang beraktivitas di dalam gedung tersebut.

Gedung Fasilitas Rawat Inap 8 Lantai dirancang menggunakan aplikasi struktur beton bertulang. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) digunakan dalam desain bangunan ini. Perancangan ini disesuaikan dengan Standar Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung diatur dalam SNI 1726:2019, sementara Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung diatur dalam SNI 2847:2019.



**Gambar 1.1** Bangunan Eksisting Gedung Rawat Inap

## **B. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Gedung rawat inap 8 lantai RSUD Suradadi Kabupaten Tegal
2. Struktur gedung difungsikan sebagai bangunan fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat
3. Perencanaan struktur meliputi perhitungan beton bertulang dan perhitungan beban gempa
4. Perancangan ini tidak meninjau terhadap *Mechanical*, *Electrical* dan *Plumbing* (MEP)
5. Tidak meliputi dari segi analisis biaya, metode pelaksanaan, dan manajemen konstruksi
6. Pedoman Standar Perancangan yang digunakan antara lain :
  - a. SNI 1727 : 2020 Tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Bangunan Lain
  - b. SNI 2847 : 2019 Tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
  - c. SNI 1726 : 2019 Tentang Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
  - d. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983)
  - e. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI 1971)

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan dapat diambil perumusan masalah dalam penelitian ini, antara lain :

1. Bagaimana merancang struktur gedung bertingkat 8 lantai menggunakan standar SNI 1726 : 2019?
2. Bagaimana merencanakan dimensi dan penulangan kolom, balok, pelat lantai dan dinding geser yang mampu menahan beban gempa?
3. Bagaimana mendesain permodelan struktur menggunakan sistem SRPMK dan Sistem Dinding Geser?
4. Bagaimana menganalisis *Strong Column Weak Beam* (SCWB)

### **D. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari perancangan Gedung Rawat Inap 8 Lantai ini antara lain :

1. Dapat menganalisis struktur gedung bertingkat untuk menahan beban gempa menggunakan standar SNI 1726:2019.
2. Mendesain dimensi serta penulangan balok, kolom, pelat lantai dan dinding geser dengan menggunakan standar SNI 2847:2019.
3. Mendesain permodelan sistem struktur SRPMK.
4. Menganalisis *Strong Column Weak Beam*.

### **E. Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan dalam ilmu teknik sipil khususnya perancangan struktur gedung bertingkat.
2. Mengetahui perhitungan struktur gedung bertingkat sesuai dengan standar SNI yang ada.

3. Mengetahui sistem struktur gedung bertingkat yang digunakan untuk menahan beban gempa yang terjadi.

#### **F. Sistematika Penulisan Skripsi**

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan adalah antara lain :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian.

#### **BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini membahas teori-teori yang akan digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada dan tinjauan pustaka yang memuat tentang uraian teori dari permasalahan yang mendukung dalam pendekatan pemecahan masalah serta sebagai referensi peneliti.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang metode penelitian, waktu dan tempat penelitian, metode pengumpulan data, metode analisis data, dan diagram alur penelitian

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini membahas tentang perhitungan struktur seperti Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Dinding Geser dan dianalisis menggunakan software Etabs serta input pembebanan yang bekerja yaitu beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa.

## BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan hasil perancangan ulang gedung 8 lantai yang disajikan sebagai kesimpulan dan saran.

## DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang referensi – referensi dalam pembuatan Skripsi ini.

## LAMPIRAN

Berisi dalam bentuk daftar tabel, gambar, bagan, dan hasil pengolahan data semua termasuk dalam teks, tetapi tidak termasuk dalam penulisan itu sendiri.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Landasan Teori**

##### **1. Prinsip Dasar Perencanaan**

Material untuk struktur gedung yang dirancang untuk tahan gempa memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dalam menangani beban gempa yang bersifat dinamis. Dengan demikian, sebelum melanjutkan ke tahap perencanaan berikutnya dalam pembangunan struktur bangunan tahan gempa, sangat penting untuk menetapkan bentuk atau sistem struktur, tata letak, dan jenis material struktur yang akan digunakan. Perencanaan struktur yang efektif harus mempertimbangkan beberapa faktor kunci, termasuk bagaimana bentuk atau konfigurasi struktur akan mempengaruhi respons statis dan dinamisnya terhadap beban gempa.

Berbagai material yang digunakan dalam struktur dapat merespons terhadap beban dinamis yang disebabkan oleh gempa. Karakteristik material yang berbeda akan memengaruhi bagaimana struktur menyerap dan mendistribusikan gaya yang timbul dari getaran gempa. Misalnya, material yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan kemampuan deformasi yang baik akan lebih efektif dalam mengatasi beban dinamis dan mengurangi kemungkinan kerusakan struktural selama gempa. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat tidak hanya berfungsi untuk memastikan kekuatan struktural tetapi juga untuk meningkatkan ketahanan struktur terhadap gaya dinamis yang disebabkan oleh gempa.

Selain pemilihan material, bentuk dan konfigurasi struktur juga memainkan peran penting dalam menentukan bagaimana struktur berperilaku di bawah beban gempa. Struktur yang dirancang dengan bentuk atau konfigurasi yang tidak tepat dapat mengalami respons yang tidak diinginkan selama gempa, seperti getaran berlebih atau pergeseran yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, bentuk dan tata letak struktur harus direncanakan dengan cermat untuk memastikan bahwa struktur dapat mendistribusikan gaya gempa secara merata dan mengurangi dampak potensial dari gaya-gaya tersebut. Misalnya, struktur yang memiliki konfigurasi simetris atau terpusat biasanya lebih baik dalam menangani beban gempa dibandingkan dengan struktur yang memiliki konfigurasi asimetris atau tidak teratur.

Dengan kata lain, perencanaan struktur untuk bangunan tahan gempa memerlukan perhatian yang mendetail terhadap interaksi antara bentuk, material, dan sistem struktural. Ini melibatkan analisis mendalam tentang bagaimana berbagai elemen struktur akan merespons terhadap beban dinamis dan bagaimana mereka akan berfungsi bersama untuk menjaga stabilitas dan integritas keseluruhan bangunan selama gempa. Setiap keputusan yang diambil dalam proses perencanaan, mulai dari pemilihan material hingga desain konfigurasi struktur, harus dipertimbangkan secara holistik untuk memastikan bahwa struktur dapat menghadapi tantangan yang ditimbulkan oleh beban gempa dengan efektif.

Secara keseluruhan, tahap perencanaan struktur untuk gedung tahan gempa adalah proses yang kompleks dan memerlukan pertimbangan

mendalam terhadap berbagai faktor. Setiap elemen dari desain struktur, termasuk bentuk, material, dan tata letak, harus dianalisis secara teliti untuk memastikan bahwa struktur dapat memberikan perlindungan optimal terhadap beban dinamis yang disebabkan oleh gempa. Dengan pendekatan yang cermat dan perencanaan yang matang, struktur gedung dapat dirancang untuk tahan terhadap efek merusak dari gempa dan memberikan keamanan yang lebih besar bagi penghuni dan lingkungan sekitarnya.

a). Material Struktur

Kriteria tersebut meliputi: keseimbangan antara kekuatan material dan rasio berat, kemampuan material untuk berubah bentuk tanpa kehilangan integritas, keseragaman kekuatan material di seluruh struktur, dan efisiensi biaya.

b). Jenis Struktur

Untuk memastikan bahwa bangunan dapat menahan gempa bumi, sangat penting untuk mengevaluasi elemen struktural di luar hanya bahan yang digunakan. Pertimbangan juga harus mencakup keseragaman kekakuan, kontinuitas sambungan, dan ketepatan detail struktural untuk menilai efektivitas sistem struktural secara keseluruhan. Berbagai jenis struktur bangunan antara lain Struktur Baja, Struktur Komposit, Struktur Kayu, Struktur Beton Precast, Struktur Beton Pratekan, dan Struktur Bata. Untuk mencapai tujuan ini, detail penulangan yang tepat harus diperhatikan saat membangun struktur beton bertulang tahan gempa.

## **2. Pedoman Perancangan**

Lokasi pekerjaan ini masih di Indonesia, sehingga Standar Nasional Indonesia (SNI) dan Peraturan Beton Indonesia (PBI) untuk perancangan gedung, serta buku panduan lain yang dianggap sesuai, maka harus digunakan untuk pedoman dalam mendesain struktur gedung bertingkat.

## **3. Struktur Beton Bertulang**

Beton adalah campuran pasir, kerikil, batu pecah, atau agregat lainnya yang dicampur dengan pasta yang terbuat dari semen dan air untuk membentuk massa yang meyerupai batuan. Atribut utamanya mencakup kemudahan konstruksi, daya tahan, dan waktu pengaturan tertentu, yang terkadang memerlukan penggabungan berbagai bahan tambahan. Ketika diperkuat dengan baja, beton memperoleh peningkatan ketahanan terhadap tegangan tarik, sehingga menciptakan material komposit yang meningkatkan kinerja struktural. Gaya-gaya yang bekerja pada elemen dilawan oleh dua bahan yang bekerja sama. Beton bertulang, sebagai hasil dari kombinasi kedua bahan ini, memiliki ketahanan yang sangat tinggi terhadap gaya tekan dan Tarik.

Tulangan ulir dipasang sebagai tulangan memanjang atau longitudinal. Sedangkan tulangan polos digunakan untuk sengkang atau beugel yang digunakan untuk menahan gaya geser.

## **4. Pembebanan Struktur Gedung**

Dalam merancang bangunan bertingkat tinggi, elemen strukturalnya harus cukup kuat untuk menopang seluruh beban operasional. Beban-beban ini mewakili gaya-gaya yang memberikan dampak langsung atau tidak

langsung terhadap struktur bangunan. Berdasarkan Peraturan Pembebanan yang harus diperhatikan sebagai berikut :

a) Beban Mati (*Dead Load*)

Berat total dari komponen tetap bangunan, yang dikenal sebagai "beban mati" yang dapat dihitung. Berat jenis bahan bangunan menentukan beban mati pada struktur. Berat ini termasuk berat struktur, serta setiap beban permanen yang melekat padanya. Berat struktur rangka, dinding, lantai, atap, dan pipa ledeng dikenal sebagai "beban mati" (Hilmi, 2014).

**Tabel 2.1** Beban Mati Material dan Komponen

Sumber : PPIUG 1983

No	Jenis Material dan Komponen	Berat
1	Beton Bertulang	2400 kg/m <sup>3</sup>
2	Baja	7850 kg/m <sup>3</sup>
3	Pasir	1800 kg/m <sup>3</sup>
4	Tanah Urug	1700 kg/m <sup>3</sup>
5	Dinding setengah Bata	250 kg/m <sup>2</sup>
6	Plafond, Lampu/Penerangan	25 kg/m <sup>2</sup>
7	Penutup Lantai Ubin /cm tebal	24 kg/m <sup>2</sup>
8	Penutup Atap Metal Roof	4,86 kg/m <sup>2</sup>
9	Air	1000 kg/m <sup>3</sup>

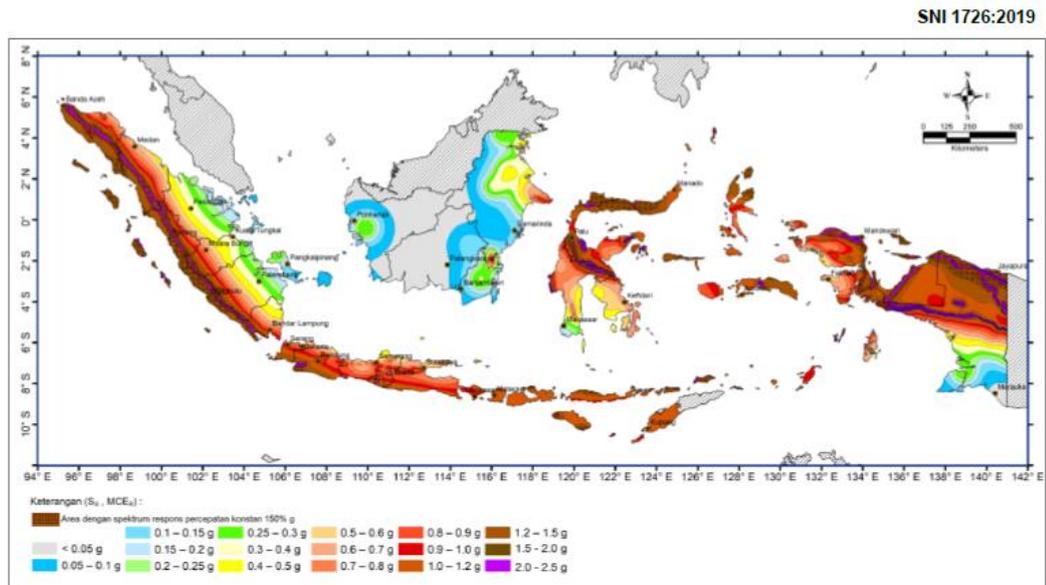
b) Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup termasuk beban gempa yang disebabkan oleh penghuni dan penggunaan gedung atau struktur lain; ini termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, banjir, dan gempa bumi. Pada kasus ini yang merupakan gedung rawat inap termasuk dalam kategori gedung

rumah sakit yang difungsikan sebagai ruang inap pasien maka memiliki beban hidup lantai sebesar  $2 \text{ kN/m}^2$  ( $200 \text{ kg/m}^2$ ) dan beban hidup pada atap gedung sebesar  $1 \text{ kN/m}^2$  ( $100 \text{ kg/m}^2$ )

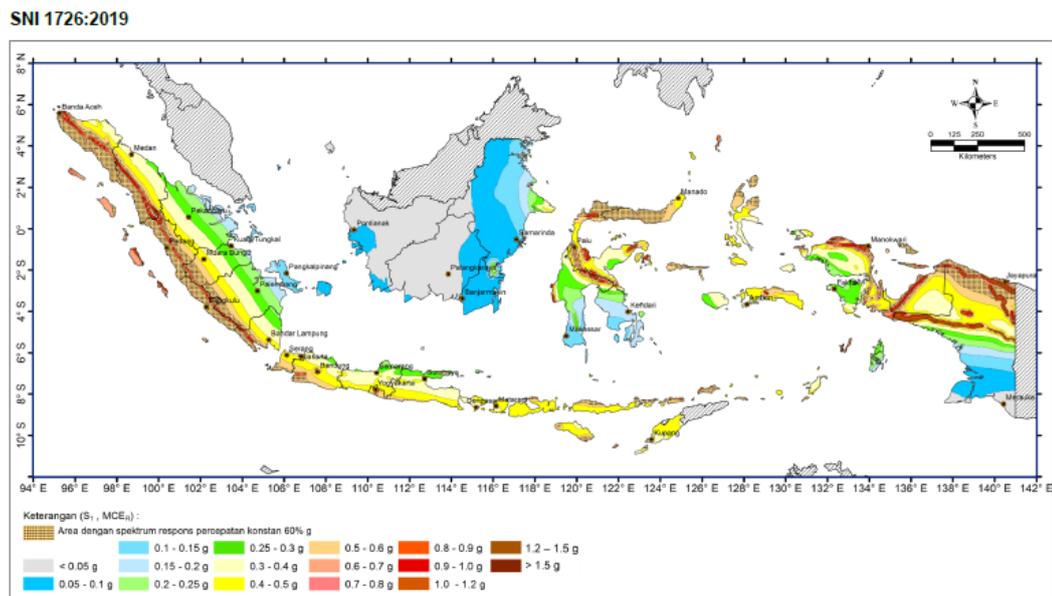
c) Beban Gempa (*Earthquake*)

Lempeng tektonik melibatkan pergerakan dan interaksi lempeng tektonik, yang dapat bertabrakan atau bergesekan satu sama lain, menghasilkan getaran yang disebut beban seismik. Zona sesar ini biasanya terjadi di dalam kerak bumi, pada kedalaman berkisar antara 15 hingga 50 kilometer, dan disebut sebagai gempa dangkal. Untuk menilai dampak aktivitas seismik tersebut, analisis gerak tanah seismik digunakan untuk menghitung perpindahan keseluruhan sistem insulasi, gaya lateral, dan kinerja struktur berinsulasi. Perpindahan total maksimum sistem isolasi dapat dihitung dengan menggunakan gempa maksimum sebagai akibat dari kecenderungan alami massa untuk menahan gerakan, gaya inersia terbentuk pada bangunan yang bergetar akibat gempa. ada sejumlah variable yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya gaya-gaya ini.. Bagaimana massa didistribusikan, seberapa kaku strukturnya, jenis tanahnya, pondasinya, mekanisme redamannya, serta perilaku dan besarnya getaran semuanya berperan dalam kinerja bangunan secara keseluruhan.



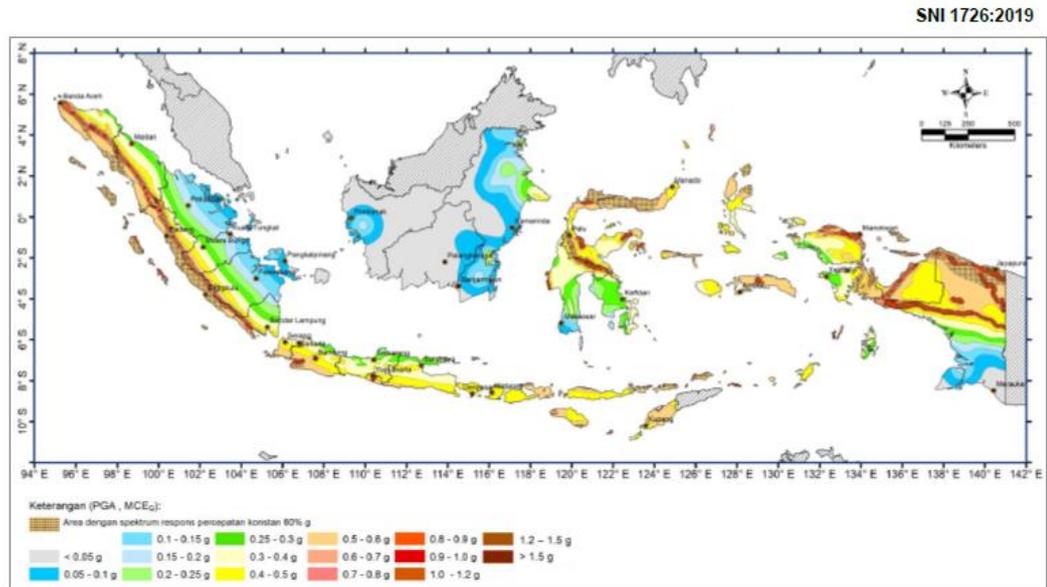
**Gambar 2.1** Parameter gerak tanah Ss

Sumber : SNI 1726 : 2019



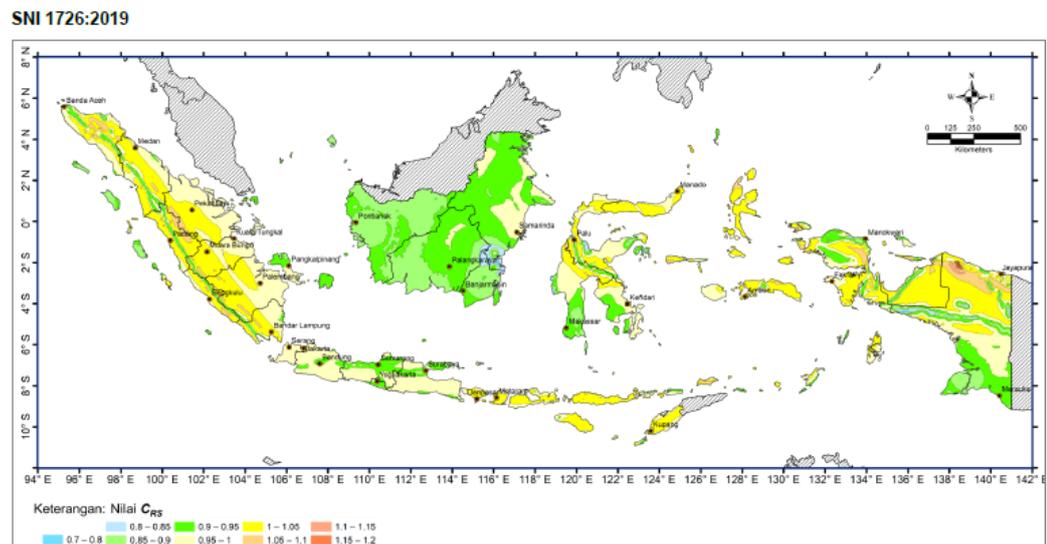
**Gambar 2.2** Parameter gerak tanah, S<sub>1</sub>

Sumber : SNI 1726 : 2019



**Gambar 2.3** PGA, Gempa maksimum yang pertimbangan rata-rata geometric ( $MCE_G$ ) wilayah Indonesia

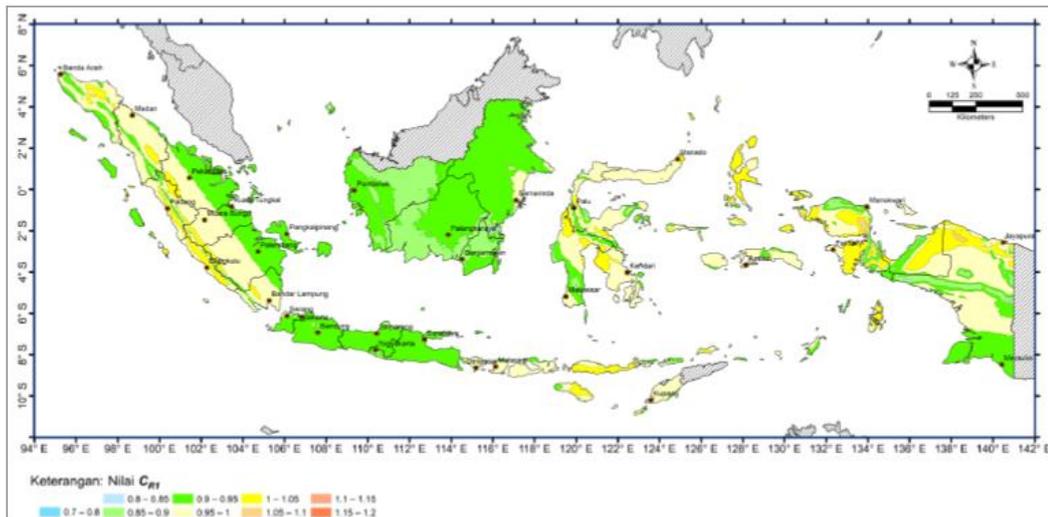
Sumber : SNI 1726 : 2019



**Gambar 2.4**  $C_{RSI}$ , Koefisien risiko terpetakan, periode spectrum respons 0,2 detik

Sumber : SNI 1726 : 2019

SNI 1726:2019



**Gambar 2.5**  $C_{RI}$ , Koefisien risiko terpetakan, periode respons spektral 1 detik

Sumber : SNI 1726 : 2019

### 5. Peta Tematik Rawan Gempa Wiayah Jawa Tengah

Menurut peta tematik rawan gempa wilayah jawa tengah, lokasi pada perancangan gedung ini berada di kabupaten tegal, kecamatan suradadi. Dalam hal ini masuk dalam zona wilayah rawan gempa adalah Agak Rendah.



**Gambar 2.6** Peta tematik rawan gempa wilayah jawa tengah

Sumber : Website DPU Bina Marga & Cipta Karya Jawa Tengah

## 6. Syarat Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa

### a). *Spectrum Respons* Desain

Dalam menghitung nilai spektrum respon desain dapat mengacu pada rumus-rumus berikut sesuai dengan aturan SNI 1726:2019 Pasal 6.4:

1) Nilai  $T < T_0$

$$S_a = S_{DS} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots \dots \dots (2.2)$$

2) Nilai  $T_0 \leq T \leq T_s$

$$S_a = S_{DS} \dots \dots \dots (2.3)$$

3) Nilai  $T_s \leq T \leq TL$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots \dots \dots (2.4)$$

4) Nilai  $TL \leq T$

$$S_a = \frac{S_{D1} \times TL}{T^2} \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

$T$  = Periode getar fundamental struktur (detik)

$S_a$  = Nilai respons spektrum desain

$S_{DS}$  = Parameter respon spektral percepatan desain periode pendek

$S_{D1}$  = Parameter respon spektral percepatan desain periode 1 detik

Nilai  $T_0$  dan  $T_s$  diperoleh dari :

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots \dots \dots (2.7)$$

b). Kategori Desain Seismik

Standar ini menyediakan panduan dan ketentuan untuk mengukur respons percepatan seismik di berbagai kondisi dan struktur. Dengan mempertimbangkan parameter ini, desain bangunan dapat disesuaikan untuk meningkatkan ketahanan terhadap gempa bumi. Penggunaan dua periode waktu tersebut memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan rinci, sehingga bangunan dapat dirancang dengan lebih baik untuk menahan dampak dari berbagai jenis gempa bumi, baik yang berdurasi pendek maupun yang lebih panjang.

**Tabel 2.2** Kategori Desain Seismik

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 8

Nilai $S_{DS}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

**Tabel 2.3** Kategori Desain Seismik berdasarkan parameter respons

Percepatan periode 1 detik

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 9

Nilai $S_{D1}$	Kategori risiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Untuk koefisien situs  $F_a$  dan koefisien situs  $F_v$  dapat dilihat pada masing-masing tabel di atas.

c). Kategori Resiko Bangunan Gedung

Klasifikasi risiko bangunan ditentukan oleh karakteristik dan tujuan penggunaan struktur. Menurut SNI 1726:2019, bangunan yang ditetapkan sebagai fasilitas kesehatan termasuk dalam kategori risiko III. Setelah kategori risiko bangunan ditetapkan, maka menjadi faktor krusial dalam pertimbangan desain gempa, sebagaimana diuraikan pada Tabel 3 dan 4 SNI 1726:2019.

**Tabel 2.4** Kategori Resiko Bangunan Gedung dan Nongedung

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 3

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan</li> <li>- Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen/ rumah susun</li> <li>- Pusat perbelanjaan/ mall</li> <li>- Bangunan industri</li> <li>- Fasilitas manufaktur</li> <li>- Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> <li>- Pusat telekomunikasi</li> </ul> <p>Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III

**Tabel 2.5** Faktor Keutamaan Gempa

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 4

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

## d). Klasifikasi Situs

Klasifikasi ini penting untuk memastikan bahwa standar desain yang diterapkan sesuai dengan kondisi seismik setempat. Data yang diperlukan untuk klasifikasi situs dapat ditemukan dalam Tabel 5 SNI 1726:2020. Tabel ini memberikan informasi rinci mengenai berbagai jenis tanah dan kondisi seismik yang relevan, sehingga membantu insinyur dan perancang dalam menentukan parameter yang tepat untuk desain seismik yang aman dan efektif.

## e). Kombinasi Sistem Perangkai dalam Arah yang Berbeda

Saat merancang bangunan dengan mempertimbangkan beberapa sistem gaya gempa, ada beberapa parameter penting yang harus diterapkan dengan hati-hati untuk memastikan keselamatan dan kekokohan struktur. Di antara parameter tersebut adalah nilai  $R$  (faktor pengurangan gempa),  $D_c$  (defleksi kontrol), dan  $\Omega_0$  (faktor beban lebih). Setiap sistem gaya gempa memiliki karakteristik dan batasan tertentu yang diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726:2019, yang merupakan pedoman teknis untuk desain struktur tahan gempa di Indonesia. Dengan kata lain, nilai  $R$  membantu dalam mengurangi gaya desain yang harus ditahan oleh struktur, sehingga memungkinkan perancangan yang lebih ekonomis namun tetap aman.

Defleksi kontrol, atau  $D_c$ , adalah ukuran defleksi atau perpindahan yang diijinkan pada struktur selama gempa. Ini sangat penting untuk memastikan bahwa struktur tidak mengalami kerusakan yang signifikan atau kehilangan fungsinya selama dan setelah kejadian gempa. Kontrol defleksi membantu memastikan bahwa meskipun struktur mengalami deformasi, itu tetap dalam batas yang dapat diterima dan tidak mengakibatkan kerusakan struktural yang parah.

Faktor beban lebih, yang diwakili oleh  $\Omega_0$ , adalah faktor yang digunakan untuk memperhitungkan peningkatan beban yang mungkin terjadi selama gempa besar. Sistem ini mengandalkan pada kekuatan dan daktilitas sambungan rangka untuk menyerap energi gempa dan mencegah keruntuhan.

SRPMK juga memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya pilihan utama dalam perencanaan struktur tahan gempa. Pertama, sistem ini mampu menyediakan fleksibilitas desain yang tinggi, memungkinkan arsitek dan insinyur untuk mengembangkan solusi struktural yang efisien dan fungsional. Kedua, SRPMK dirancang untuk memastikan redistribusi gaya yang efektif, yang berarti bahwa ketika satu elemen struktural mencapai batas kekuatannya, gaya dapat dialihkan ke elemen lain tanpa menyebabkan keruntuhan segera. Ini memberikan waktu tambahan bagi penghuni untuk mengevakuasi bangunan dengan aman jika diperlukan.

Selain itu, penggunaan SRPMK juga didorong oleh persyaratan peraturan dan standar desain yang ketat yang memastikan bahwa struktur

yang dibangun dengan sistem ini memiliki tingkat keselamatan yang tinggi. Dengan mengikuti pedoman SNI 1726:2019, perancang dapat memastikan bahwa bangunan mereka tidak hanya memenuhi persyaratan minimum tetapi juga memiliki margin keselamatan yang memadai untuk menahan gempa besar.

f). Gaya Dasar Seismik

Dalam SNI 1726:2019 gaya dasar seismik dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$V = C_s \times W \dots\dots\dots (2.12)$$

$$C_s = \frac{(S_{DS})}{\frac{R}{I_e}} \dots\dots\dots (2.13)$$

$$C_s \text{ max} = \frac{S_{DS}}{T^2 \left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots (2.14)$$

$$C_s \text{ min} = 0,004 \times S_{DS} \times I_e > 0,001 \dots\dots\dots (2.15)$$

Persamaan digunakan untuk menentukan nilai  $C_s$  untuk  $S_1 \geq 0,6g$ .

$$C_s = \frac{0,5 S_1}{\frac{R}{I_e}} \dots\dots\dots (2.16)$$

g). Pengaruh P-Delta

Menurut SNI 1726:2019, peraturan yang mengatur desain struktur tahan gempa di Indonesia, terdapat ketentuan khusus terkait dengan koefisien stabilitas ( $\theta$ ). Jika nilai koefisien stabilitas ( $\theta$ ) kurang dari atau sama dengan 0,10, maka tidak perlu memperhitungkan dampak efek P – delta pada berbagai elemen struktural.

Efek P – delta adalah fenomena di mana beban aksial (P) yang bekerja pada struktur yang mengalami simpangan (delta) menyebabkan tambahan momen dan gaya geser.

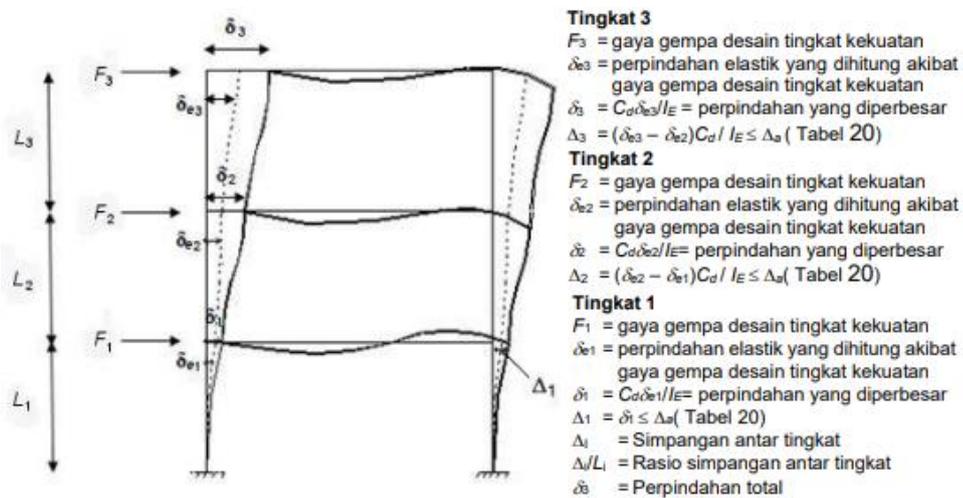
Dalam konteks SNI 1726:2019, jika nilai koefisien stabilitas  $\theta$  tidak melebihi 0,10, maka pengaruh efek P – delta dianggap tidak signifikan.

$$\theta = \frac{P_x \Delta I_e}{V_x h_{sx} C_d} \dots\dots\dots (2.17)$$

h). Simpangan Antar Tingkat

Perhitungan simpangan antar tingkat rancangan ( $\Delta$ ) sebagai selisih daviasi antara pusat massa dan di bawah tingkat.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_e} \dots\dots\dots (2.19)$$



**Gambar 2.7** Penentuan Simpangan Antar Tingkat

Sumber : SNI 1726 : 2019

**Tabel 2.6** Simpangan Antar Tingkat Izin

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 20

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar tingkat.	$0,025 h_{sx}^c$	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata <sup>d</sup>	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$	$0,007 h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020 h_{sx}$	$0,015 h_{sx}$	$0,010 h_{sx}$

## i). Analisis Spektrum Respon Ragam

### 1) Jumlah Ragam

Menurut pedoman yang relevan, untuk mencapai partisipasi massa ragam sebesar 100%, sebuah ragam dengan periode 0,05 detik dapat digunakan sebagai ragam satu badan kaku. Ini berarti bahwa ragam ini dianggap mewakili pergerakan keseluruhan struktur sebagai satu kesatuan tanpa deformasi internal yang signifikan. Ragam satu badan kaku ini efektif dalam menyederhanakan analisis dinamis karena menggambarkan bagaimana seluruh struktur beresilasi bersama-sama.

Namun, ada syarat yang harus dipenuhi agar pendekatan ini valid. Syarat tersebut adalah bahwa semua ragam lainnya dalam struktur harus memiliki periode di bawah 0,05 detik. Dengan kata lain, ragam-ragam lainnya harus beresilasi dengan frekuensi yang lebih tinggi daripada ragam satu badan kaku. Ini memastikan bahwa ragam satu badan kaku benar-benar mencerminkan gerakan utama dari struktur, sementara ragam-ragam dengan periode lebih pendek mencerminkan deformasi internal atau respons lokal dari struktur.

### 2) Parameter Respons Ragam

Dalam perancangan struktur bangunan yang tahan gempa, berbagai parameter desain perlu dihitung dengan teliti untuk memastikan keamanan dan kestabilan bangunan tersebut. Beberapa parameter desain yang krusial meliputi simpangan antar lantai, gaya dukung, serta gaya yang bekerja pada elemen-elemen struktur

individual. Setiap parameter ini harus dianalisis berdasarkan ragam dan spektrum respons yang telah ditetapkan.

Untuk memulai, nilai simpangan antar lantai, yang merupakan perbedaan perpindahan horizontal antara dua lantai bertingkat yang berurutan, harus dihitung secara akurat. Simpangan antar lantai adalah indikator penting dari deformasi struktur selama gempa dan membantu dalam memastikan bahwa deformasi tersebut tetap dalam batas yang dapat diterima, menghindari kerusakan signifikan pada elemen non-struktural seperti dinding partisi dan fasad.

Faktor kelulusan ini adalah rasio antara faktor pengurangan respons seismik ( $R$ ) dan faktor penting struktur ( $I_e$ ), yang mengindikasikan seberapa signifikan suatu struktur dalam hal keselamatan dan fungsinya. Faktor pengurangan respons seismik ( $R$ ) mencerminkan kemampuan struktur untuk menahan deformasi inelastis, sedangkan faktor penting struktur ( $I_e$ ) mengacu pada kepentingan dan risiko struktur tersebut.

Setelah parameter-parameter dasar ini dihitung, nilai perpindahan dan kelulusan simpangan antar lantai perlu disesuaikan lebih lanjut dengan faktor amplifikasi ( $C_d/I_e$ ). Faktor amplifikasi ini mengkompensasi efek tambahan dari deformasi yang tidak linier yang mungkin terjadi selama gempa. Dengan mengalikan nilai perpindahan dan kelulusan simpangan antar lantai dengan faktor amplifikasi, kita dapat memastikan bahwa desain struktur cukup kuat untuk menahan gaya gempa yang mungkin terjadi, termasuk kemungkinan adanya

peningkatan deformasi yang tidak terprediksi dengan pendekatan linier.

Proses ini melibatkan beberapa langkah analisis yang kompleks:

- a. Analisis Modal: Melakukan analisis modal untuk menentukan ragam-ragam bentuk getar dan frekuensi natural dari struktur. Ini membantu dalam memahami respons dinamis struktur terhadap gempa.
- b. Spektrum Respons: Menggunakan spektrum respons yang telah didefinisikan untuk menghitung respons dinamis struktur pada setiap ragam. Spektrum respons memberikan representasi dari percepatan seismik yang mungkin dialami oleh struktur pada berbagai frekuensi getar.
- c. Perhitungan Parameter: Menghitung simpangan antar lantai, gaya dukung, dan gaya pada elemen-elemen struktur berdasarkan respons yang diperoleh dari spektrum respons dan analisis modal. Setiap nilai harus dibagi dengan faktor kelulusan ( $R/I_{el}$ ) untuk mendapatkan nilai yang disesuaikan.
- d. Penyesuaian dengan Faktor Amplifikasi: Setelah nilai dasar dihitung, perpindahan dan kelulusan simpangan antar lantai dikalikan dengan faktor amplifikasi ( $C_d/I_{el}$ ) untuk mendapatkan nilai akhir yang lebih akurat, mencerminkan kemungkinan deformasi inelastis.

Dengan pendekatan ini, perancang dapat memastikan bahwa struktur yang dirancang tidak hanya memenuhi persyaratan minimum

dari standar perencanaan, tetapi juga memiliki kapasitas tambahan untuk menahan gaya gempa yang tidak terduga. Hal ini sangat penting untuk menjaga keselamatan penghuni dan mengurangi risiko kerusakan selama kejadian gempa bumi. Desain yang teliti dan komprehensif ini membantu dalam menciptakan bangunan yang lebih aman dan tahan gempa.

j). Periode Fundamental

Nilai krusial yang perlu dipertimbangkan saat merancang konstruksi bangunan tahan gempa adalah periode dasar ( $T$ ).

$$T_{\max} = C_u T_a \dots\dots\dots (2.20)$$

$$T_a = C_t h_n^x \dots\dots\dots (2.21)$$

Berikut adalah persamaan yang digunakan untuk menentukan periode desain yang akan diterapkan :

Jika  $T_c < T_a$  , maka periode yang digunakan adalah hasil perhitungan manual  $T_a$

Keterangan :

$T$  = Periode getar struktur (detik)

$C_u$  = Koefisien untuk batasan atas periode yang dihitung

$T_a$  = Periode pendelatan (detik)

$T_{\max}$  = Periode maksimum (detik)

$H_n$  = Ketinggian struktur (m)

$T_c$  = Periode fundamental struktur hasil dari ETABS (detik)

$C_t$  dan  $X$  ditentukan dari SNI 1726:2019 pada tabel 18 berikut ini.

**Tabel 2.7** Nilai Parameter Periode Pendekatan  $C_t$  dan  $X$

Sumber : SNI 1726 – 2019 Tabel 18

Tipe struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 % gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya seismik:		
• Rangka baja pemikul momen	0,072 4	0,8
• Rangka beton pemikul momen	0,046 6	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,073 1	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,073 1	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,048 8	0,75

k). Kombinasi Pembebanan Dasar

Sebuah bangunan dibangun untuk dapat memikul beban yang akan diletakkan di atasnya. Perhitungan melibatkan kombinasi pembebanan sesuai dengan SNI 1726:2019.

$$1,4D \dots\dots\dots (2.22)$$

$$1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \dots\dots\dots (2.23)$$

$$1,2D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W) \dots\dots\dots (2.24)$$

$$1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \dots\dots\dots (2.25)$$

$$0,9D + 1,0W \dots\dots\dots (2.26)$$

l). Kombinasi Beban Gempa

Sangat penting untuk mempertimbangkan perhitungan beban gempa saat merancang bangunan, terutama bangunan bertingkat tinggi. Perhitungan melibatkan kombinasi beban gempa sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019.

$$1,2D + E_y + E_h + L \dots\dots\dots (2.27)$$

$$0,9D - E_y + E_h \dots\dots\dots (2.28)$$

$$1,2D + E_y + E_{mh} + L \dots\dots\dots (2.29)$$

$$0,9D - E_y + E_{mh} \dots\dots\dots (2.30)$$

## 7. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) adalah kerangka struktural yang dirancang untuk menangani beban lateral akibat gempa bumi dan beban vertikal akibat gravitasi. Sistem ini mengandalkan kemampuannya untuk menyerap dan mendistribusikan gaya lentur melalui struktur rangka lengkapnya. Beban gravitasi di dalam bangunan mencakup beban mati struktural dan beban hidup. Selain itu, gaya angin dan seismik berkontribusi terhadap beban lateral yang harus dikelola sistem.

Menurut SNI 1726-2019, sistem struktur yang direkayasa untuk menahan beban lateral, aksial, dan momen yang disebabkan oleh aktivitas seismik diklasifikasikan sebagai sistem penahan momen. Sistem ini melibatkan kerangka kerja di mana elemen struktur dan sambungannya direkayasa untuk menahan gaya yang diterapkan. Terdapat tiga bagian sistem, yang meliputi:

- a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem ini ditandai dengan keuletan terbatas dan cocok untuk daerah dengan risiko seismik rendah. Manfaat utamanya mencakup desain yang lugas dan efektivitas biaya. Namun, sistem struktur ini sangat rentan terhadap perubahan lingkungan yang dapat mempengaruhi kondisi tanah.
- b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Dirancang untuk daerah dengan risiko gempa sedang, sistem ini menawarkan

keuletan menengah. Hal ini diharapkan dapat menangani gaya seismik secara memadai, khususnya dalam menjaga kekuatan geser kolom. Rincian desain harus memenuhi spesifikasi yang digariskan oleh Badan Standardisasi Nasional (SNI) untuk struktur tahan gempa. Meskipun memiliki desain yang sederhana dan memerlukan sedikit modifikasi, integritas strukturalnya mungkin terganggu dalam kondisi tertentu.

- c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Sistem ini memberikan keuletan tinggi dan direkomendasikan untuk wilayah dengan risiko seismik tinggi. Ini beroperasi berdasarkan prinsip "kolom kuat, balok lemah", yang dirancang untuk menahan gaya geser dan memberikan fitur arsitektur yang khas. Keunggulan sistem ini mencakup kinerja yang kuat dan kesederhanaan dalam desain, sementara kompleksitasnya secara detail dapat menimbulkan tantangan selama implementasi. Sistem dapat dipilih berdasarkan kategori desain seismic (KDS) misalnya SRPMB (KDS A-B), SRPMM (KDS B-C), atau SRPMK (KDS D-E-F) – (SNI 1726-2019).

## **8. Kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**

Ukuran minimum yang harus dipenuhi untuk menjamin bahwa kolom memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban dan gaya yang bekerja padanya selama gempa. Artinya, jika dimensi penampang terkecil adalah 300 mm, maka dimensi tegak lurus nya harus minimal 120 mm. Persyaratan ini bertujuan untuk memastikan bahwa kolom memiliki

proporsi yang cukup untuk mendistribusikan beban secara merata dan mencegah terjadinya kegagalan akibat deformasi yang tidak diinginkan.

Prinsip ini dikenal dengan istilah "strong column, weak beam" (kolom kuat, balok lemah). Prinsip ini dirancang untuk memastikan bahwa dalam situasi gempa, balok akan mengalami deformasi dan kerusakan terlebih dahulu sebelum kolom. Dengan cara ini, integritas struktur utama tetap terjaga dan risiko keruntuhan keseluruhan dapat diminimalkan.

Untuk memenuhi prinsip "strong column, weak beam," persamaan 2.27 dalam SNI 2847:2019 harus diterapkan. Persamaan ini menyediakan metode kuantitatif untuk memastikan bahwa kekuatan lentur kolom cukup besar dibandingkan dengan balok. Dengan mengikuti persamaan ini, perancang struktur dapat menghitung dan memverifikasi bahwa kolom memiliki kekuatan yang memadai untuk menahan momen lentur yang mungkin terjadi selama gempa, sementara balok yang terhubung dirancang untuk mengalami deformasi lebih dahulu.

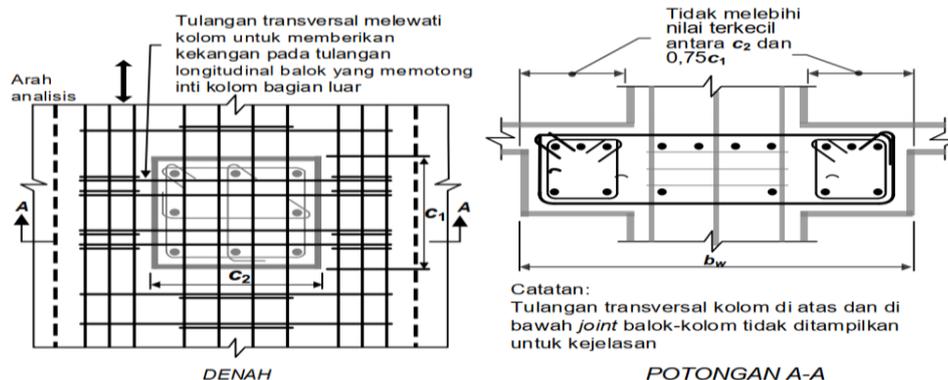
Mengimplementasikan persyaratan ini dalam desain kolom membantu mengurangi kemungkinan kerusakan parah pada kolom. Ini memberikan margin keamanan tambahan bagi struktur, memastikan bahwa bangunan lebih mampu menahan beban seismik tanpa mengalami kerusakan struktural yang signifikan. Dengan demikian, keselamatan penghuni dan kelayakan bangunan setelah gempa dapat lebih terjamin.

Selain memastikan dimensi penampang kolom dan rasio dimensi yang sesuai, penting juga untuk memperhatikan kualitas material yang digunakan. Beton dan baja tulangan harus memenuhi standar kualitas yang

ditetapkan untuk memastikan bahwa mereka dapat memberikan kekuatan yang diharapkan. Pemilihan material yang tepat, bersama dengan desain yang sesuai, akan memastikan bahwa struktur memiliki kinerja yang optimal dalam situasi gempa.

Secara keseluruhan, spesifikasi yang ditetapkan dalam SNI 2847:2019 untuk dimensi penampang kolom dan kekuatan lentur dalam SRPMK adalah langkah penting dalam desain bangunan tahan gempa. Dengan mengikuti spesifikasi ini, perancang dapat memastikan bahwa bangunan memiliki kekuatan dan ketahanan yang diperlukan untuk menahan gempa, sehingga melindungi penghuni dan mengurangi risiko kerusakan struktural. Implementasi prinsip "strong column, weak beam" merupakan strategi krusial dalam mencapai tujuan ini, memberikan dasar yang kuat untuk desain struktur yang aman dan efektif.

## 9. Balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)



**Gambar 2.8** Lebar Efektif Maksimum Balok Pelat Lebar (*Wide Beam*)

dan Persyaratan Tulangan Transversal

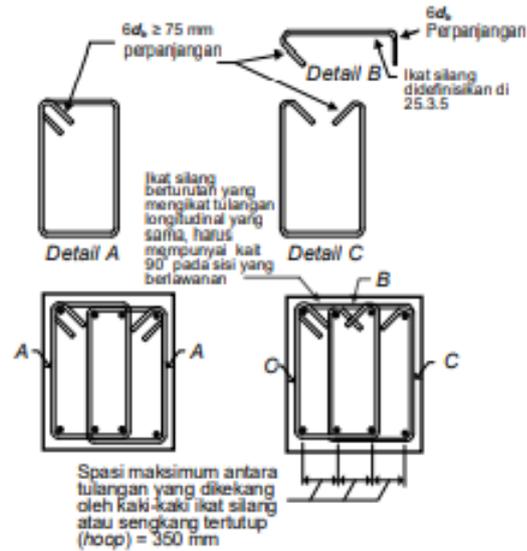
Sumber : SNI 2847 : 2019

Menurut SNI 2847:2019, balok harus mencakup minimal dua batang tulangan memanjang yang ditempatkan pada penampang atas dan bawah. Untuk proporsi balok tipikal, kerapatan tulangan dibatasi pada rasio maksimum 0,025. Sambungan lintasan diperbolehkan jika tulangan spiral digunakan di sepanjang sambungan, meskipun tidak di dalamnya, dengan kedalaman balok paling sedikit dua kali panjang sambungan atau dua kali kedalaman balok pada penampang kritis. Sambungan las harus mematuhi spesifikasi yang diuraikan dalam Pasal 18.2.8 dan 18.2.7 SNI 2847:2019 untuk mekanisme sambungannya.

SNI 2847:2019 juga menetapkan bahwa tulangan melintang sangat penting untuk menjaga stabilitas lateral, khususnya pada lokasi yang mengalami kelengkungan. Kondisi berikut harus dipenuhi untuk selang pengikat yang digunakan dalam penguatan melintang di lokasi balok.

Untuk balok pengikat, sanggudi yang dilengkapi dengan kait seismik di ujungnya, bersama dengan dua batang penguat dan pengikat silang, dapat diterima. Sengkang pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50 mm dari ujung kolom penyangga. Jarak selngkang pengikat tidak boleh lebih besar dari:

- a.  $d/4$  dengan  $d$  adalah diameter tulangan.
- b. Sesuai dengan Pasal 9.7.2.3 SNI 2847:2019, tulangan longitudinal samping yaitu enam kali diameter terkecil tulangan lentur utama.
- c. 150 mm.



**Gambar 2.9** Sengkang Tertutup yang Dipasang Bertumpuk

Sumber : SNI 2847 : 2019

## 10. Pelat Dua Arah

Dalam SNI 2847:2019 telah tercantum beberapa aturan dalam merancang pelat, terutama pada arah  $y$ , seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

**Tabel 2.11** Ketebalan Minimum Pelat Dua Arah

Sumber : SNI 2847 : 2019

$F_y, \text{MPa}^{(2)}$	Tanpa drop panel <sup>(3)</sup>			Dengan drop panel <sup>(3)</sup>		
	Panel eksterior	Panel interior	Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok	Dengan balok tepi <sup>(4)</sup>		Tanpa balok tepi	Dengan balok tepi	
280	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/36$	$L_n/36$	$L_n/40$	$L_n/40$
420	$L_n/30$	$L_n/33$	$L_n/33$	$L_n/33$	$L_n/36$	$L_n/36$
520	$L_n/28$	$L_n/31$	$L_n/31$	$L_n/31$	$L_n/34$	$L_n/34$

## 11. Tie Beam (sloof)

Sesuai dengan SNI 2847:2019, ada beberapa persyaratan dalam merencanakan sloof, antara lain:

- a. Harus memiliki tulangan longitudinal yang harus dilalui oleh kolom atau dimasukkan ke dalam pondasi telapak.
- b. Dimensi penampang sloof tidak boleh lebih besar dari 450 mm, tetapi tidak boleh kurang dari ruang kosong antara kolom yang terbentang dibagi 20.
- c. Jarak selngkang pengikat harus tidak lebih dari 300 mm atau sepertiga dari ukuran penampang ortogonal.

Seluruh pengikat pondasi diharuskan memiliki kekuatan tarik dan kekuatan desain yang setidaknya sama dengan gaya geser dasar 10%.

## **12. Dinding Geser (*Shear Wall*)**

Dinding geser ini merupakan bagian integral dari kerangka bangunan, memberikan ketahanan yang besar terhadap gaya lateral dan meningkatkan kekakuan struktural secara keseluruhan karena kekakuannya yang tinggi. Kekakuan ini memastikan bahwa dinding dapat secara efektif mendistribusikan deformasi yang disebabkan oleh tanah tanpa perpindahan yang signifikan.

Desain dan penempatan dinding geser sangat penting untuk efektivitasnya. Jika disusun secara simetris, dinding geser menyelaraskan gaya lateral yang dihasilkan dengan pusat gravitasi kekakuan bangunan, sehingga mengoptimalkan stabilitas struktural. Pengaturan simetris juga memastikan bahwa beban vertikal dan lateral dikelola secara efisien tanpa mengorbankan desain arsitektur. Sebaliknya, konfigurasi asimetris dapat menyebabkan gaya lateral menyimpang dari pusat gravitasi bangunan, sehingga berpotensi mempengaruhi kinerja struktur. Seperti yang

diilustrasikan dalam Schueller (2001), portal yang diposisikan tidak merata relatif terhadap dinding geser dapat menciptakan ketidakseimbangan.

Dalam desain tahan gempa, dinding geser dirancang untuk menangani gaya geser yang besar, sehingga mencegah runtuhnya seluruh struktur jika dinding itu sendiri rusak. Idealnya, dinding geser hanya boleh gagal karena momen plastik, yang mengarah pada pembentukan engsel plastik di dasarnya. Mereka sangat penting untuk menjaga stabilitas terhadap gaya lateral dan juga dapat digunakan dalam aplikasi struktural seperti tangga, lift, dan toilet.

### 13. *Joint Rangka Pemikul Momen Khusus (Hubungan Kolom-Balok)*

Tulangan transversal diizinkan pada joint ini untuk mencegah keruntuhan pada tulangan longitudinal kolom. Untuk tulangan transversal pada joint balok-kolom, berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 15.4.2, nilai yang digunakan adalah :

$$0,062 \sqrt{F_c'} \frac{b_s}{f_{yt}} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$0,35 \frac{b_s}{f_{yt}} \dots\dots\dots (2.37)$$

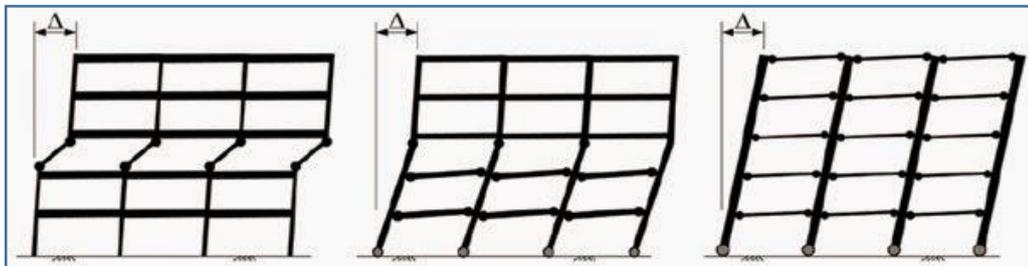
Di mana b merupakan dimensi bagian kolom yang tegak lurus terhadap arah yang dipantau.

### 14. *Strong Column Weak Beam (SCWB)*

Selama gempa bumi, distribusi kerusakan pada ketinggian bangunan dipengaruhi oleh distribusi perpindahan antar lantai, atau pergeseran antar lantai. Ketika suatu struktur memiliki kolom yang lebih lemah, kerusakan sering kali terkonsentrasi pada satu lantai. Menurut Praja (2020), beberapa metode dapat digunakan untuk menerapkan sistem SCWB (Shear Core

Wall Building) pada desain bangunan. Metode-metode tersebut antara lain:

- a. Rasio Kolom-ke-Beam: Selama fase desain, kolom harus berukuran untuk memiliki luas penampang yang lebih besar dibandingkan dengan balok. Pendekatan ini merupakan prinsip dasar dalam desain awal, memastikan bahwa kolom-kolom tersebut proporsional secara memadai untuk menopang struktur.
- b. Kapasitas Kolom vs. Kapasitas Balok: Desain harus memastikan bahwa kolom memiliki kapasitas menahan beban yang lebih tinggi dibandingkan dengan balok. Hal ini menjamin stabilitas bangunan meskipun balok mengembangkan engsel plastik, sehingga memberikan waktu yang cukup bagi penghuninya untuk mengungsi jika terjadi gempa bumi yang signifikan..



**Gambar 2.10** Kolom Kuat Balok Lemah

Sumber : NEHRP

## **B. Tinjauan Pustaka**

### **1. Penelitian dilakukan oleh Soelarso, Baehaki, dan Fajar Diantos Subhan (2015)**

Penelitian yang berjudul “Analisis Struktur Beton Bertulang SRPMK Terhadap Beban Gempa Statik dan Dinamik dengan Peraturan SNI 1726:2012” membahas tentang perencanaan dan analisis struktur beton bertulang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada bangunan dengan 9 lantai. Penelitian ini difokuskan pada lokasi gempa di tanah keras, dan struktur tersebut dimodelkan menggunakan perangkat lunak ETABS versi 9.6. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah beton bertulang dengan kekuatan tekan karakteristik ( $f'c$ ) sebesar 30 MPa.

Sesuai dengan ketentuan dalam SNI 1726:2012, beban yang ditinjau dalam perancangan struktur ini meliputi beban horizontal dan beban gravitasi. Beban horizontal terdiri dari beban gempa dinamik yang dianalisis menggunakan spektrum respons dan beban statik ekuivalen. Beban gravitasi terdiri dari beban mati dan beban hidup. Beban gempa dinamik respons spektrum memberikan gambaran tentang respons struktur terhadap getaran seismik, sedangkan beban statik ekuivalen digunakan untuk mensimulasikan efek gempa sebagai gaya horizontal yang bekerja pada struktur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur dengan dimensi kolom utama 550 mm x 550 mm dan balok utama 300 mm x 600 mm dapat menahan beban gravitasi dan beban horizontal sesuai dengan faktor kenyamanan dan keamanan yang ditetapkan. Pada mode getar pertama dan

kedua, translasi tanpa torsi terjadi, yang menunjukkan bahwa struktur memiliki respon yang baik terhadap beban gempa tanpa menyebabkan deformasi torsi yang signifikan.

Analisis gaya geser dasar menunjukkan bahwa gaya geser akibat beban statik ekuivalen adalah sebesar 1743,41 kN, sedangkan gaya geser akibat beban gempa dinamik respons spektrum adalah sebesar 1481,9 kN. Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode analisis yang berbeda dapat menghasilkan estimasi gaya yang berbeda, namun keduanya masih dalam batas aman yang ditentukan oleh peraturan. Simpangan maksimum yang terjadi akibat beban gempa dinamik respons spektrum adalah sebesar 26,4 mm, sedangkan simpangan maksimum akibat beban statik ekuivalen adalah sebesar 25,85 mm. Kedua nilai simpangan ini berada jauh di bawah batas maksimum yang diizinkan, yaitu 67,61 mm, yang menunjukkan bahwa struktur memiliki deformasi yang dapat diterima dan tidak akan mengalami kerusakan signifikan.

Selain itu, analisis menunjukkan bahwa struktur yang dirancang memenuhi persyaratan SNI 1726:2012 dalam hal keamanan dan kenyamanan. Dimensi kolom dan balok yang digunakan memberikan kestabilan yang memadai terhadap beban-beban yang bekerja, baik itu beban gempa dinamik maupun beban statik ekuivalen.

Penelitian ini juga menegaskan pentingnya pemilihan dimensi elemen struktur yang tepat serta penggunaan material berkualitas untuk memastikan bahwa struktur bangunan dapat bertahan dan berfungsi dengan baik selama kejadian gempa. Dalam konteks perancangan bangunan tahan

gempa, pemodelan yang akurat dan analisis yang komprehensif seperti yang dilakukan dalam penelitian ini sangat penting untuk mencapai tingkat keamanan yang tinggi.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam bidang teknik sipil, khususnya dalam perencanaan dan analisis struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi insinyur sipil dan perencana struktur dalam merancang bangunan yang lebih aman dan tahan gempa sesuai dengan standar yang berlaku, sehingga dapat meminimalkan risiko kerusakan dan menjaga keselamatan penghuni bangunan.

## **2. Penelitian dilakukan oleh Agus Bambang Siswanto dan M. Afif Salim (2018)**

Penelitian berjudul “Prinsip Dasar Perencanaan Struktur Bangunan Tahan Gempa” bertujuan untuk menganalisis berbagai parameter struktur bangunan terhadap beban gempa. Dalam penelitian ini, dijelaskan beberapa prinsip dasar yang dapat digunakan sebagai acuan untuk merencanakan tata letak struktur di daerah rawan gempa.

Salah satu prinsip dasar yang diutarakan dalam penelitian ini adalah bahwa bentuk bangunan harus sederhana, kompak, dan simetris. Sederhana berarti bahwa bangunan memiliki geometri yang tidak rumit, yang membantu dalam distribusi beban gempa secara merata ke seluruh elemen struktur. Kompak berarti bangunan harus memiliki ukuran yang tidak terlalu memanjang atau melebar, sehingga pusat massa dan pusat kekakuan dapat berdekatan, mengurangi risiko terjadinya torsi selama gempa.

Simetris menunjukkan bahwa bangunan harus memiliki distribusi massa dan kekakuan yang seragam di kedua sumbu utama, yang juga berkontribusi terhadap stabilitas struktur selama gempa.

Selain itu, bangunan tidak boleh terlalu tinggi supaya memiliki kekakuan yang cukup. Bangunan yang terlalu tinggi cenderung lebih rentan terhadap goyangan akibat gempa, karena memiliki momen inersia yang besar. Oleh karena itu, ketinggian bangunan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tetap memiliki kekakuan yang memadai untuk menahan gaya gempa.

Distribusi massa, kekakuan, dan kekuatan sepanjang tinggi bangunan harus seragam dan menerus. Hal ini berarti bahwa elemen-elemen struktural seperti kolom, balok, dan dinding geser harus dirancang untuk memiliki kekuatan dan kekakuan yang seragam dari dasar hingga puncak bangunan. Distribusi yang seragam membantu dalam menghindari konsentrasi tegangan yang dapat menyebabkan kerusakan lokal yang berpotensi berujung pada kegagalan struktur.

Kolom, sebagai elemen vertikal utama dalam bangunan, harus dirancang dengan perhatian khusus. Kolom harus memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk menahan beban aksial dan lateral selama gempa. Elemen vertikal ini sangat penting karena mereka menopang beban dari seluruh struktur dan mentransfernya ke pondasi. Jika kolom gagal, maka keseluruhan bangunan bisa runtuh. Oleh karena itu, desain kolom harus memperhatikan faktor-faktor seperti kapasitas beban, panjang efektif, dan interaksi dengan elemen struktural lainnya.

Selain itu, penelitian ini menekankan pentingnya menjaga keseragaman distribusi massa, kekakuan, dan kekuatan tidak hanya pada setiap lantai, tetapi juga sepanjang ketinggian bangunan. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa setiap bagian dari bangunan mampu bekerja secara sinergis dalam menahan beban gempa, mengurangi risiko terjadinya kegagalan pada salah satu bagian yang dapat memicu kegagalan keseluruhan struktur.

Prinsip-prinsip dasar ini, jika diterapkan dengan benar, dapat membantu dalam menciptakan bangunan yang lebih aman dan tahan gempa. Bangunan dengan tata letak yang direncanakan sesuai dengan prinsip-prinsip ini akan memiliki respons yang lebih baik terhadap gempa, mengurangi risiko kerusakan dan meningkatkan keselamatan penghuni.

Penelitian ini juga mencakup analisis terhadap berbagai parameter yang mempengaruhi respons bangunan terhadap gempa, termasuk penggunaan material yang tepat, teknik konstruksi yang sesuai, dan implementasi teknologi canggih dalam desain struktur. Dengan menggabungkan prinsip-prinsip dasar ini dengan analisis parameter yang komprehensif, perencana dan insinyur dapat merancang bangunan yang tidak hanya kuat dan stabil, tetapi juga berfungsi dengan baik dalam situasi gempa.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan panduan yang berharga bagi para profesional di bidang teknik sipil dan konstruksi dalam merencanakan dan merancang bangunan yang tahan gempa. Prinsip-prinsip yang diuraikan dapat menjadi dasar bagi pengembangan standar dan

praktik terbaik dalam perencanaan struktur bangunan di daerah rawan gempa, meningkatkan keselamatan dan mengurangi risiko kerusakan akibat gempa bumi.

**3. Penelitian dilakukan oleh Patrisko Hirel Karisoh, Servie O Dapas, dan Ronny Pandaleke (2018)**

Penelitian berjudul “Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)”. Studi ini mengeksplorasi teknik menahan gaya gempa melalui desain sistem rangka penahan momen. Metode ini mencakup tiga jenis berbeda: sistem rangka penahan momen biasa (SRPMB), sistem rangka penahan momen menengah (SRPMM), dan sistem rangka penahan momen khusus (SRPMK). Tujuan utama dalam merancang sistem ini adalah untuk menciptakan struktur yang mampu menahan beban seismik yang parah. Secara khusus, sistem SRPMK, yang dimaksudkan untuk menangani respons inelastis selama gempa bumi, harus menampilkan detail yang fleksibel untuk memastikannya memenuhi standar keselamatan dan dianggap aman untuk digunakan.

**4. Penelitian dilakukan oleh Novi Prismastanto (2019)**

Penelitian ini berjudul “Metode Analisis Ragam Spektrum Respons Pada Struktur Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Hotel Tosan, Solo Baru)”. Studi ini meneliti respon gempa melalui berbagai teknik spektrum respon, membandingkan struktur dengan dan tanpa dinding geser. Analisis struktural dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAP 2000 V14, dengan fokus pada perpindahan antar level dan gaya geser dasar. Hasil ini

digunakan untuk menilai kemudahan servis dan batas kinerja akhir struktur. Analisis menunjukkan bahwa bangunan yang dilengkapi dengan dinding geser menunjukkan kekakuan yang lebih besar dibandingkan bangunan yang tidak dilengkapi dinding geser, sehingga mempengaruhi kemudahan servis dan kinerja akhirnya. Secara khusus, kinerja kemudahan servis pada arah X berkurang sebesar 16,51%, dan pada arah Y sebesar 14,37%. Sebaliknya, kinerja akhir mengalami penurunan sebesar 1,74% pada arah X dan peningkatan sebesar 1,19% pada arah Y.

#### **5. Penelitian ini dilakukan oleh Nor Hidayati dan Heni Yustianingsih (2019)**

Penelitian yang berjudul “ Studi Analisa Pengaruh Dimensi Kolom pada Infrastruktur *Stong Column Weak Beam* Gedung Lantai 3 – Lantai 7 Akibat Gempa”. Penelitian ini membahas tentang *Strong Column Weak Beam* merupakan analisa perencanaan yang dipakai di Indonesia karena ketika struktur mengalami keruntuhan maka balok akan runtuh terlebih dahulu dibanding dengan kolom. Sehingga akan lebih aman dibanding dengan analisa yang lain. Struktur kolom memiliki peranan yang mendasar saat perencanaan sebuah gedung. Dimensi (ukuran), material penyusunnya dan pembebanan merupakan kunci dari perencanaan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah dimensi kolom pada perencanaan struktur *Stong Column Weak Beam* sangat berpengaruh, semakin besar dimensi kolom maka semakin kuat menahan gaya gempa yang terjadi pada lantai 3 – lantai 7.

#### **6. Penelitian dilakukan oleh Mochammad Rizal Fadillah (2020)**

Penelitian ini berjudul “Metode Analisis Perhitungan Struktur Bangunan Tahan Gempa (Studi Kasus : Gedung E, F Universitas Muhammadiyah Sukabumi) yang dilakukan pada tahun 2020. Judul penelitian ini membahas tentang menganalisis struktur gedung E,F UMMI menggunakan metode pengumpulan data dengan cara pengamatan visual agar bisa melihat bagian yang terdapat keretakan pada struktur yang diamati, baik berupa keretakan struktur maupun keretakan non struktur. Keretakan tersebut terdapat beberapa kriteria, baik berupa keretakan vertikal, horizontal, retak pecah dan retak akibat korosi.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah harus memperhatikan pengambilan data berupa data visual gedung, data desain gedung, mutu bahan, dan data tanah. Sehingga data-data tersebut dibuat suatu permodelan pada aplikasi ETABS.

#### **7. Penelitian dilakukan oleh Niven Vianca Wiyata, Abimata Daniswara, Sumirin, dan Muhammad Rusli Ahyar (2020)**

Penelitian yang berjudul “ Perencanaan Struktur Atas Tahan Gempa Hotel Laras Asri Salatiga Berdasarkan SNI 1726:2019 “. Penelitian ini membahas tentang kinerja kelakuan struktur bangunan gedung bertingkat terhadap beban gempa rencana sesuai yang disyaratkan SNI 1726-2019. Dalam perencanaan dan analisis permodelan struktur bangunan gedung 7 tingkat ini digunakan bantuan dengan program ETABS 2018. Kesimpulan dari penelitian ini adalah perencanaan struktur atas pada bangunan tersebut

yaitu, pelat lantai direncanakan dengan ketebalan 125mm, dimensi balok 300x550 mm, dimensi kolom 550x550 mm.

**8. Penelitian dilakukan oleh Jeply Murdianan Guci, Rully Angraeni Safitri, dan Asep Nurjaen (2021)**

Penelitian ini berjudul tentang “ Perencanaan Bangunan Gedung Tahan Gempa 11 Lantai Dengan Sistem Ganda “. Penelitian membahas tentang perencanaan struktur bangunan, khususnya bangunan tinggi memerlukan suatu analisis struktur yang mengarah pada perencnaan bangunan yang tahan gempa terhadap guncangan gempa. Membutuhkan perhitungan yang tepat dan teliti sesuai dengan peraturan. sistem ganda menggunakan program ETABS. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu :

- a. Tahapan proses perencanaan gedung 11 lantai dengan sistem ganda seperti membuat desain arsitektur, merencanakan dimensi awal, memodelkan struktur bangunan dengan program ETABS
- b. Dimensi dan penulangan pada struktur (Kolom, Balok, Pelat Lantai)
- c. Dalam perencanaan gedung tahan gempa yaitu parameter percepatan gempa, sistem struktur yang didesain, persyaratan pendetailan pada kombinasi sistem rangka, kategori desain seismik, penentuan periode gempa, dan penentuan sismpangan antar tingkat.

**9. Penelitian dilakukan oleh Okky Hendra Hermawan, Adam Kurniawan, Teguh Haris Santoso, Weimintoro (2021)**

Penelitian berjudul “Redesain Perencanaan Gedung Trasa Mart Slawi Menggunakan Struktur Beton Bertulang”. Penelitian ini membahas tentang perencanaan ulang beton bertulang pada struktur Trasa Mart

Kecamatan Slawi Tegal ini bertujuan untuk mengetahui bentuk desain ulang dan seberapa besar kekuatan struktur beton bertulang tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan perancangan ulang menggunakan beton bertulang sesuai dengan SNI 2847 – 2013. Dimana model bangunan Sistem Rangka Momen Khusus. Struktur yang akan direncanakan adalah gedung trasa mart 2 lantai, dimana gedung akan direncanakan dengan balok dan kolom menggunakan komponen struktur dan sambungannya menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Pada perhitungan balok tulangan longitudinal B1 (35x60) diperoleh hasil yang sama pada struktur yaitu dia. 8 – 250 pada tumpuan ( $1/4L$ ) dan dia. 8 – 450 pada bentang tengah ( $1/2L$ ), pada kolom tulangan memanjang K1 (50x50) didapatkan hasil yang sama untuk semua struktur yaitu 16D16, mendesain ulang struktur gedung trasa mart slawi, maka menjadi cara pelaksanaan pekerjaan sebagai salah satu syarat teknis. Pekerjaan yang akan dilaksanakan diatur menurut aturan pelaksanaan.

#### **10. Penelitian dilakukan oleh Willy Sucipto, Jonie Tanijaya, dan Hendry T Kalangi (2023)**

Penelitian yang berjudul “ Analisis Kinerja Seismik Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus : Tower A Gedung Ciputra School of Business Makassar)”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki tingkatan kinerja pada struktur beton bertulang dari proyek Tower A Gedung Ciputra School of Business Makassar . Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan analisis pushover, metode spektrum kapasitas menurut ATC-40 dan metode koefisien perpindahan menurut FEMA 440. Analisis

pushover dilakukan dengan bantuan program ETABS v18.1.1. Nilai perpindahan pada titik kinerja struktur berdasarkan metode spektrum kapasitas adalah sebesar 0,2022m untuk arah x dan 0,1965m untuk arah y. Nilai perpindahan pada titik kinerja struktur berdasarkan metode koefisien perpindahan sebesar 0,3317m untuk arah x dan 0,3297m untuk arah y. Tingkat kinerja struktur didasarkan pada nilai perpindahan pada saat struktur mencapai titik kinerja atau performance point.

Kesimpulan dari penelitian adalah :

- a. Titik kinerja struktur diperoleh berdasarkan hasil plot antara kurva spektrum kapasitas dengan kurva demand spectrum untuk arah x berada pada titik perpotongan dimana nilai  $S_d = 0,1485m$  dan  $S_a = 0,1487g$  dan untuk arah y didapatkan titik perpotongan di mana  $S_d = 0,1479m$  dan  $S_a = 0,1493g$ .
- b. Nilai perpindahan pada titik kinerja struktur berdasarkan metode spektrum kapasitas sebesar 0,2022m untuk arah x dan 0,1965m untuk arah y. Nilai perpindahan pada titik kinerja struktur berdasarkan metode koefisien perpindahan sebesar 0,3317m untuk arah x dan 0,3297m.
- c. Tingkat kinerja struktur didasarkan pada nilai perpindahan pada saat struktur mencapai titik kinerja atau performance point. Hasil perhitungan tingkat kinerja struktur menurut ATC-40, struktur termasuk pada tingkat damage control sedangkan menurut FEMA 440, struktur termasuk pada tingkat life safety

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **A. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dengan menganalisis gedung eksisting dari data yang sudah didapatkan. Selanjutnya, perhitungan desain struktur seperti balok, kolom, pelat lantai dan dinding geser dengan mengacu pada standar peraturan yang berlaku.

Banyak cara yang digunakan dalam perhitungan dan perancangan suatu struktur bangunan. Salah satu yang bisa membantu dalam menghitung dan merencanakan sebuah struktur bangunan khususnya struktur bangunan tingkat tinggi adalah menggunakan program analisis struktur ETABS v.18. Objek yang dibahas merupakan struktur beton bertulang pada bangunan gedung rawat inap 8 lantai. Dari beberapa struktur portal yang ada, dipilih portal yang bisa mewakili portal – portal yang lain.

#### **B. Waktu dan Tempat Penelitian**

##### **1. Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan pada periode bulan Februari 2024 – Juli 2024

##### **2. Tempat Penelitian**

Lokasi penelitian pada proyek perancangan ini adalah Gedung Rawat Inap RSUD Suradadi Tegal.

### **C. Instrumen Penelitian**

Instrumen penelitian menurut Suharsimi Arikunto (2006 : 1630) adalah alat atau fasilitas yang digunakan oleh peneliti dalam mengumpulkan data agar pekerjaannya lebih mudah, dan hasilnya lebih baik dalam arti cermat, lengkap dan sistematis sehingga mudah diolah data. Instrumen data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang sudah didapatkan dari perencanaan gedung eksisting yang meliputi :

1. Gambar kerja arsitektur dan struktur pada perencanaan bangunan eksisting yang didapatkan dari konsultan perencana
2. Gambar desain dengan program aplikasi Autocad untuk digunakan dalam pembuatan denah, tampak, penampang struktur dan detail penampang struktur bangunan.
3. Penelitian menggunakan program ETABS versi 2018 dan *SP Column*

### **D. Variabel Penelitian**

Variabel penelitian menurut Sugiyono (2015,38) adalah suatu atribut atau sifat atau nilai dari obyek atau kegiatan yang memiliki variasi tertentu yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Variabel-variabel penelitian harus dibuatkan untuk menghindari tidak benarnya dalam mengumpulkan data yang ada. Pada judul penelitian ini, variabel yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Penggunaan Struktur Beton Bertulang

Beton bertulang adalah suatu bahan konstruksi yang dihasilkan dari kombinasi antara beton dengan baja tulangan. Beton merupakan hasil

campuran antara semen, air, dan bahan agregat (pasir,kerikil) yang membentuk massa mirip batuan. Kualitas beton sangat bergantung pada kualitas bahan penyusunnya. Tulangan baja berfungsi sebagai kuat Tarik yang tidak dimiliki oleh beton.

Beton bertulang menjadi berat karena kenaikan kekuatan persatuan beratnya. Akibatnya, struktur dengan bentang panjang akan mengalami beban mati akibat berat sendiri yang besar dan momen lenturnya akan terpengaruh. Untuk struktur tinggi dan panjang, hal ini harus dipertimbangkan karena kekuatan per satuan volumenya rendah, sehingga beton bertulang akan berukuran besar.

## 2. Perencanaan Dimensi Struktur

Perencanaan merupakan suatu faktor yang sangat menentukan untuk menjamin kekuatan dan keamanan suatu struktur bangunan, bangunan dengan beban yang besar juga membutuhkan struktur penopang yang juga besar, sehingga mampu menahan beban yang ada. Struktur dengan dimensi cukup besar akan memberikan dampak pengerjaan semakin lama dan mahal. Hal ini menyebabkan bangunan tidak efisien, sedangkan jika struktur utama terlalu kecil belum tentu kuat untuk menahan beban yang terjadi.

## **E. Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan sebagai proses analisis dan perancangan perhitungan struktur. Data tentang gedung ini diperlukan dalam perancangan ulang pada Skripsi ini. Berikut ini data yang dikumpulkan antara lain :

### 1. Gambar Struktur dan Arsitektur yang sudah ada pada perusahaan konsultan

yang berkaitan dengan perencanaan Gedung Rawat Inap RSUD Suradadi Tegal

2. Permodelan gambar arsitektur berupa Denah Rencana dan Desain Tampak Bangunan
3. Permodelan gambar struktur bangunan meliputi Kolom, Balok, Pelat Lantai dan Dinding Geser beserta detail penulangannya
4. Data Seismik di Wilayah Tegal

#### **F. Metode Analisis Data**

Analisis perancangan pada struktur Gedung Rawat Inap 8 Lantai yang akan dilakukan memiliki beberapa tahapan, antara lain :

##### 1. Permodelan Gedung

###### a). Permodelan Arsitektur

Permodelan Arsitektur pada Perancangan Gedung Rawat Inap 8 Lantai meliputi Denah Rencana Lantai 1 – Lantai 8 dan penggambaran 3D. *Software* yang digunakan yaitu Autocad 2018 dan Sketchup 2022.

###### b). Permodelan Struktur

Permodelan Struktur pada Perancangan Gedung Rawat Inap 8 Lantai menggunakan *Software* ETABS v.18. Fungsi *software* ini adalah untuk menentukan gaya lintang, gaya momen dan gaya normal akibat adanya pembebanan.

##### 2. Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pembebanan pada struktur Gedung Rawat Inap 8 Lantai berdasarkan SNI 1727 : 2020 tentang Beban Minimum Perancangan

Gedung dan Struktur Lain berdasarkan SNI 1726 : 2019 serta menghitung Gaya Geser Dasar Nominal Statik Ekuivalen akibat beban gempa.

### 3. Perancangan dan Permodelan Elemen Struktur

Perancangan struktur atas antara lain :

#### a). Perancangan Kolom

- 1) Menentukan Data Perencanaan Kolom
- 2) Mendesain Tulangan Utama
- 3) Mendesain Tulangan Geser
- 4) Kontrol Persyaratan Kolom pada SRPMK
- 5) Analisis Detail Penampang Kolom
- 6) Analisis *SPColumn*
- 7) Menghitung *Strong Column Weak Beam (SCWB)*

#### b). Perancangan Balok

- 1) Menentukan Data Balok
- 2) Menghitung Tulangan Utama (Longitudinal)
- 3) Menghitung Tulangan Geser atau Sengkang (Transversal)
- 4) Menghitung Tulangan Pinggang (Torsi)

#### c). Perancangan Pelat Lantai

- 1) Menentukan Data Pelat Lantai
- 2) Menganalisis Momen Pelat Ultimit ( $M_u$ )
- 3) Menghitung Luas Tulangan Terpakai Pelat ( $A_s$ )
- 4) Menghitung Tinggi Balok Regangan ( $a$ )
- 5) Menghitung Momen Nominal ( $M_n$ )

6) Kontrol Keamanan

d). Perancangan Dinding Geser

1) Menentukan Data Material dan Penampang

2) Menghitung Kebutuhan Tulangan Minimum

3) Pengecekan Gaya Aksial – Lentur, Kapasitas Geser, Batas Khusus

4) Menentukan Hasil Analisis Dinding Geser

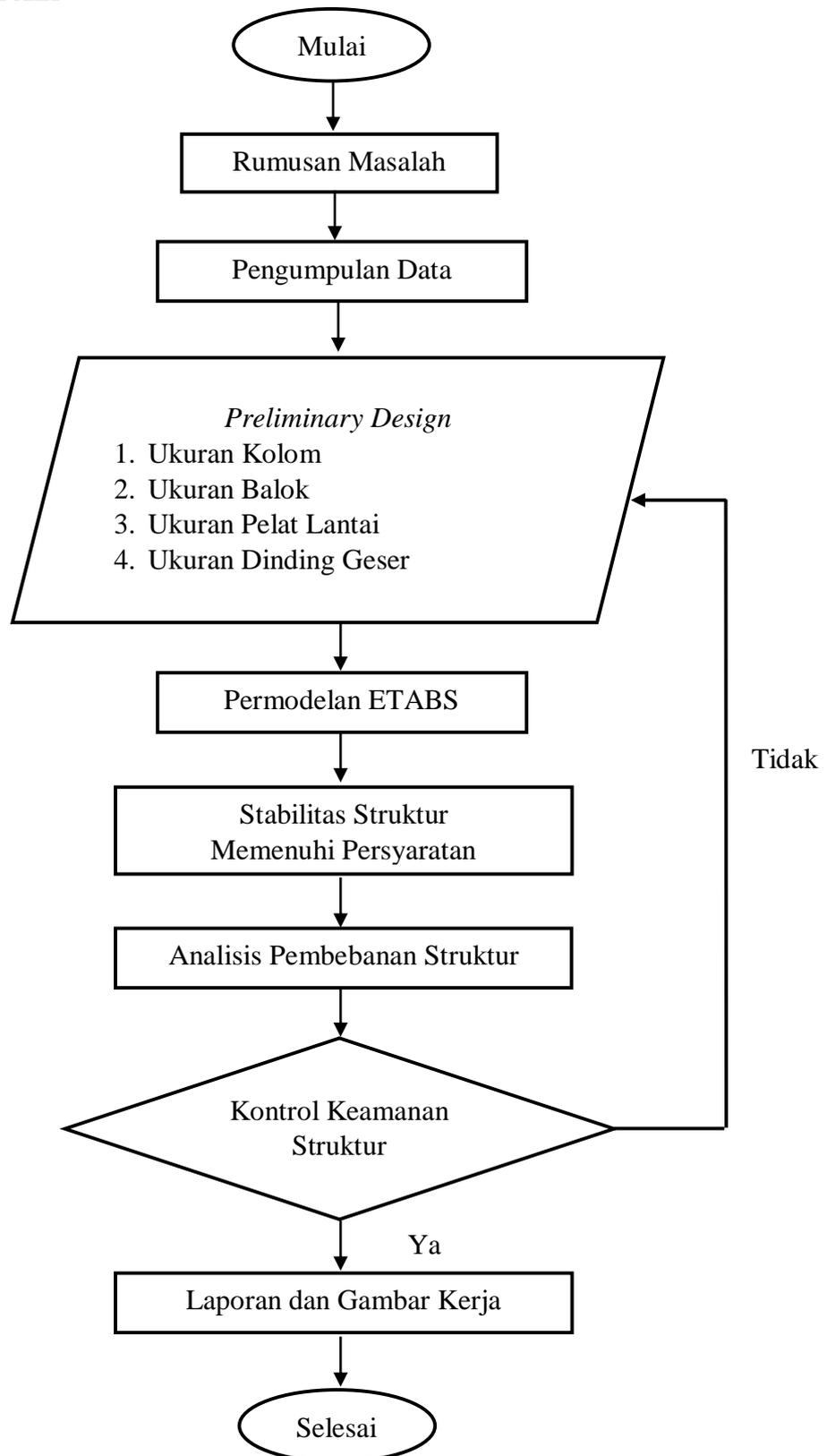
### G. Standar yang Digunakan

Perancangan Gedung Rawat Inap 8 Lantai menggunakan beberapa peraturan dalam menentukan pembebanan dan perhitungan seperti yang terdapat pada Tabel. 3.1.

**Tabel 3.1** Peraturan Standar Perancangan

No	Jenis Peraturan	Keterangan
1	SNI 1727 : 2020	Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Bangunan Lain
2	SNI 2847 : 2019	Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung
3	SNI 1726 : 2019	Tata Cara Perancangan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
4	Standar Peraturan Lain yang berlaku di Indonesia	

## H. Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir