



**REDESAIN PADA BANGUNAN RS. MITRA KELUARGA
SLAWI MENJADI 5 LANTAI BERDASARKAN**

SNI 2847 : 2019 DAN SNI 1726 : 2019

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Dalam Rangka

Memenuhi Penyusunan Skripsi Jenjang S1

Program Studi Teknik Sipil

Oleh :

AHMAD NAOVAL

NPM. 6517500002

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

2024

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Redesain Pada Bangunan RS. Mitra Keluarga Slawi
Menjadi 5 Lantai Berdasarkan SNI 2847: 2019 dan
SNI 1726 : 2019

Nama penulis : Ahmad Naoval
NPM : 6517500002

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

Tegal :

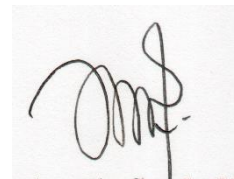
Hari : Jum'at
Tanggal : 19 Juli 2024

Pembimbing I



Okky Hendra Hermawan, ST , MT.
NIPY. 24461531983

Pembimbing II



Nadya Shafira S. ST., MT.
NIPY. 30161841998

HALAMAN PENGESAHAN

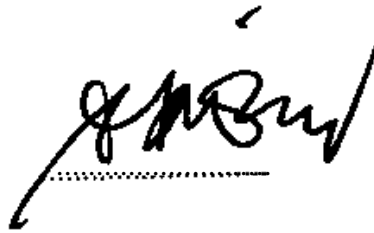
Telah dipertahankan dihadapan sidang Dewan Penguji Skripsi Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.

Pada hari : Jum'at

Tanggal : 19 Juli 2024

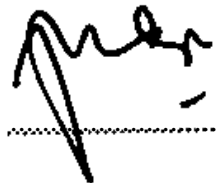
Ketua Sidang

AHMAD FARID, ST., MT.
NIDN. 0611107602



Penguji Utama

WEIMINTORO, ST., MT.
NIDN. 0601108202



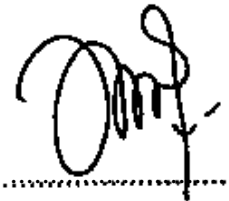
Penguji 1

OKKY HENDRA H, ST., MT.
NIDN. 0615038301



Penguji 2

NADYA SHAFIRA S, ST., MT.
NIDN. 0618049801



Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

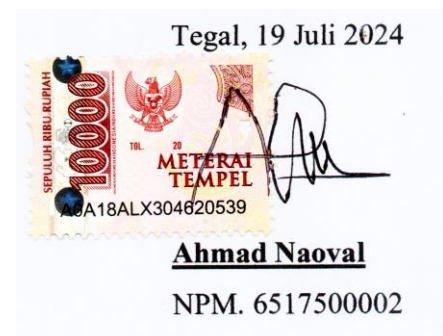


Dr. Agus Wibowo, ST., MT. 
NIPY. 126518101972

HALAMAN PERNYATAAN

Dalam penulisan skripsi ini saya tidak melakukan penjiplakan dengan ini, saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Redesain pada Bangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Menjadi 5 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019**” 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 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.



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Harta yang tidak akan pernah habis adalah ilmu.
2. Jika kegagalan adalah hujan dan keberhasilan adalah matahari maka dibutuhkan keduanya untuk melihat adanya pelangi.
3. “Barang siapa yang keluar mencari ilmu maka ia akan berada di jalan Allah hingga ia kembali” (HR. Tirmidzi)
4. Sesungguhnya setelah kesulitan pasti ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakan dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. (Q.S Al-Insyirah 7-8).
5. “Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras, tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan, tidak ada kemudahan tanpa do’a”. - Ridwan Kamil

PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan kepada :

1. Ucapan syukur dan terima kasih kepada Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya saya diberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi saya.
2. Terima kasih kepada Ibu dan Bapak yang selalu menasihati, mendo’akan dan mendukung dalam setiap langkah kaki saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Terima kasih kepada kakak Ulfa Safitri dan adik Muhammad Mukti Hakim yang selalu mendo’akan dan memberikan dukungan kepada saya.
4. Terima kasih kepada best partner Dimas Dharma Syahron yang telah bersedia meluangkan waktunya, membantu dan mendo’akan saya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Terima kasih kepada bapak/ ibu dosen Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal. Pembimbing saya bapak Okky Hendra Hermawan, ST., MT. dan ibu Nadya Shafira. S, ST., MT. yang telah memberikan arahan, masukan dan

saran kepada saya dalam proses mengerjakan skripsi sehingga saya dapat menyelesaikannya.

6. Terima kasih kepada PT. CIPTA DIMENSI NUSANTARA yang telah mengizinkan dan memberikan kesempatan kepada saya untuk melakukan penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
7. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan Fakultas Teknik Sipil Universitas Pancasakti Tegal yang telah berjuang dan bekerjasama dalam menyelesaikan studi ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT penulis panjatkan karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan judul “Redesain Pada Bangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Dan SNI 1726 : 2019”. Penyusunan proposal skripsi ini dimaksudkan untuk syarat dalam rangka studi strata Program Studi Teknik Sipil pada Universitas Pancasakti Tegal.

Dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan bimbingan berbagai pihak. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Agus Wibowo, ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal.
2. Bapak Okky Hendra Hermawan, ST, MT. selaku dosen pembimbing I.
3. Ibu Nadya Shafira S, ST, MT. selaku dosen pembimbing II.
4. Segenap Dosen dan Staf Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal
5. Ibu dan bapak tercinta yang tidak pernah lupa mendo'akan saya.
6. PT. DIMENSI CIPTA NUSANTARA dan seluruh staf didalamnya.
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan informasi yang berguna bagi pembaca serta bermanfaat untuk pengembangan wawasan dan meningkatkan ilmu pengetahuan. Namun demikian terdapat banyak kekurangan yang perlu diperbaiki, sehingga kritik dan saran yang membangun dari pembaca akan membantu penulis.

Tegal, 19 Juli 2024

Ahmad Naoval

ABSTRAK

Ahmad Naoval, 2024 “**Redesain Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Menjadi 5 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019**”. Laporan Skripsi Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Pancasakti Tegal 2024.

Rumah sakit adalah fasilitas kesehatan yang sangat vital dalam masyarakat untuk menyediakan perawatan medis bagi pasien yang membutuhkan. Namun, dengan perkembangan zaman dan kebutuhan yang terus berkembang, banyak rumah sakit menghadapi tantangan untuk memperluas atau memperbaiki fasilitas. Penambahan lantai dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan ini, tetapi keamanan dan kekuatan struktur gedung juga harus dipertimbangkan secara serius.

Penulis mencoba memberikan ide dengan Redesain pada Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Menjadi 5 lantai berdasarkan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 rencananya penambahan lantai ini akan digunakan untuk keperluan rawat inap sehingga dengan adanya ketersediaan ruangan tersebut RS. Mitra Keluarga Slawi bisa menjadi rujukan bagi Masyarakat khususnya daerah Kabupaten Tegal.

Berdasarkan hasil perhitungan elemen struktur didapat dimensi kolom ada dua jenis yaitu $C1=700 \times 700$ dan $C2 600 \times 600$ untuk jenis balok ada 4 yaitu $B1 300 \times 600$, $B2 250 \times 600$, $B1A 250 \times 500$ dan $B1B 200 \times 400$. Pelat lantai ada 2 tipe yaitu $S1$ dengan Ketebalan 170 mm dan $S2$ dengan ketebalan 120 mm dan didapat hasil kontrol partisipasi massa pada mode 5 yakni 91% arah x dan y, kontrol perbandingan gaya geser statis 5946,04 kN sama dengan gaya geser dinamis 5946,04 kN , kontrol simpangan antar tingkat (Δx) terbesar 0,0509 mm dan (Δy) terbesar 0,0720 mm sedangkan (Δj_{in}) 40 mm dimana simpangan antar tingkat tidak ada yang melebihi dari simpangan yang diijinkan dan cek struktur seluruh frame tidak ada yang mengalami *overstress* yang artinya struktur aman.

Kata kunci : Redesain, Gedung dan Tahan Gempa

ABSTRACT

Ahmad Naoval, 2024 "Redesign of Mitra Keluarga Slawi Hospital into 5 floors based on SNI 2847-2019 and SNI 1726-2019". Civil Engineering Thesis Report, Faculty of Engineering and Computer Science, Pancasakti University, Tegal 2024.

Hospitals are vital health facilities in society to provide medical care for patients in need. However, with changing times and evolving needs, many hospitals face the challenge of expanding or updating facilities. Adding floors can be an effective solution to meet this need, but the safety and strength of the building structure must also be seriously considered.

The author tries to provide an idea by redesigning the Mitra Keluarga Slawi Hospital into 5 floors based on SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019. The plan is that this additional floor will be used for inpatient purposes so that with the availability of rooms in the hospital. Mitra Keluarga Slawi can be a reference for the community, especially in the Tegal Regency area.

Based on the results of structural element calculations, it is found that there are two types of column dimensions, namely C1=700x700 and C2 600x600. There are 4 types of beams, namely B1 300x600, B2 250x600, B1A 250x500 and B1B 200x400. There are 2 types of floor plates, namely S1 with a thickness of 170 mm and S2 with a thickness of 120 mm and the mass participation control results were obtained in mode 5, namely 91% in the x and y directions, the control ratio of the static shear force of 5946.04 kN is the same as the dynamic shear force of 5946.04 kN, the largest inter-story deviation control (Δx) is 0.0509 mm and the largest (Δy) is 0.0720 mm while (Δj_{in}) is 40 mm where no inter-story deviation exceeds the allowable deviation and check the structure of the entire frame no one experiences overstress, which means the structure is safe.

Keywords: Redesign, Building and Earthquake Resistance

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	3
C. Rumusan Masalah	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA	6
A. LANDASAN TEORI	6
1. Struktur Bangunan	6
a. Kolom	6
1) Definisi Kolom	6
2) Bahan dan Spesifikasi Material	7
3) Dimensi Kolom	9

4) Perancangan Kolom	12
b. Balok	16
1) Material Balok	16
2) Dimensi Balok	17
3) Perancangan Balok	17
4) Detailing Balok	18
5) Ketahanan Gempa	19
c. Dinding Struktural	20
d. Lantai	20
e. Atap	20
f. Struktur Penahan Lateral	20
g. Pondasi	21
2. Pengertian Redesain	21
a. Perbaikan Struktural	22
b. Penyesuaian Fungsional	22
c. Peningkatan Kapasitas	22
d. Pembaruan Teknologi	22
3. SNI 2847: 2019	22
a. Persyaratan Sistem Struktur	23
1) Spesifikasi Beton	23
2) Spesifikasi Baja Tulangan	24
b. Preliminary Desain Sesuai Peraturan SNI 2847-2019	27
1) Pelat Lantai	27
2) Balok	30
3) Kolom	32
4. PPPURG 1987	33
a. Beban Mati	33
b. Beban Hidup	35
5. Pembebanan Bangunan Menurut SNI 1727 : 2020	37
a. Beban Mati	37
1) Beban Mati Berat Sendiri (<i>DL</i>)	37

2) Beban Mati Tambahan (<i>SDL</i>)	37
3) Beban Hidup (<i>LL</i>)	38
6. Kombinasi Beban Terfaktor dan Beban Layan	48
a. Kombinasi beban untuk Metode Ulitmite	48
b. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Regangan Sendiri/ <i>Self-Straining Force</i>	49
c. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Beban Seismik	50
d. Kombinasi Pembebanan untuk Metode Tegangan Izin	50
e. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Rgangan Sendiri/ <i>Self-Straining Force</i>	51
f. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Beban Seismik	52
7. SNI 1726:2019	53
a. Metode <i>Statis Ekvivalen</i> (beban lateral <i>Ekivalen</i>)	53
b. Metode Spektrum Respon (<i>Response Spektrum</i>)	54
1) Menerepkan Kategori Risiko	54
2) Menentukan Faktor Keutamaan Gempa	57
3) Menentukan Parameter Percepatan Gempa	57
4) Menentukan Klasifikasi Situs	58
5) Menentukan Koefisien Situs	60
6) Menentukan Parameter Percepatan Spektral	61
7) Menentukan Spektrum Respon Desain	62
8) Kategori Desain Seismik	64
9) Hitungan Berat Struktur	66
10) Pemilihan Prosedur Analisis	67
11) Kontrol Jumlah Ragam/Partisipasi Massa	69
12) Penentuan Periode	69
13) Perbandingan Gaya Geser Dasar Statis dan Dinamis	71
14) Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	71
c. Metode Analisis Dinamis	73
8. <i>Structural Analysis Program</i> (SAP2000)	73
B. TINJAUAN PUSTAKA	74

BAB III METODE PENELITIAN	78
A. Metode Penelitian	78
B. Waktu dan Tempat	78
C. Instrumen Penelitian	80
D. Variabel Penelitian	80
1. Dimensi Elemen Struktur	81
2. Analisis Struktural	81
E. Pengumpulan Data	81
1. Data Primer	81
2. Data Sekunder	81
F. Metode Analisis Data	82
1. Analisis Dekriptif	82
2. Analisis Struktural	82
3. Analisis Perencanaan Tahan Gempa	82
G. Diagram Alir Penelitian	83
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	85
A. Hasil Penelitian	85
1. Data Struktur Gedung	85
a. Dimensi Penampang Struktur	85
1) Penampang Balok	85
2) Penampang Kolom	85
3) Penampang Pelat Lantai	86
b. Data Elevasi Bangunan	86
2. Mutu Bahan Struktur	86
a. Mutu Beton	87
b. Mutu Baja Tulangan	87
3. Preliminary Desain Pelat Lantai	87
a. Menentukan Syarat Batas β	87
b. Menentukan Tebal Pelat Lantai	88
4. Preliminary Desain Balok	89

5. Preliminary Desain Kolom	91
6. Pembebanan	97
a. Beban Mati Berat Sendiri (DL)	98
b. Beban Mati Tambahan (SIDL)	98
c. Beban Hidup (LL)	99
7. Perhitungan Pembebanan	99
a. Pelat lantai lantai 1	99
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	99
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	99
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	100
b. Pelat lantai lantai 2	100
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	100
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	100
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	100
c. Pelat lantai lantai 3	100
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	100
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	100
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	100
d. Pelat lantai lantai 4	101
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	101
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	101
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	101
e. Pelat lantai lantai 5	101
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	101
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	101
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	101
f. Pelat lantai lantai Atap	101
1) Beban hidup (<i>live load</i>) pada pelat lantai	101
2) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada pelat	102
3) Beban mati tambahan (<i>super dead load</i>) pada balok	102
8. Beban Gempa	102

9. Kombinasi Pembebanan Struktur	105
10. Tahapan Permodelan	107
a. Penentuan geometri struktur bangunan gedung	107
b. <i>Input</i> material	110
c. <i>Input</i> dimensi material penampang balok dan kolom	111
d. <i>Input</i> dimensi material penampang pelat lantai	114
e. Menentukan jenis balok	115
f. Menentukan jenis kolom	118
g. Menentukan jenis pelat lantai	120
h. Menentukan <i>restrain</i>	123
i. Penginputan beban	123
j. Memasukan beban gempa statik	135
k. Memasukan beban gempa dinamik	136
l. Penginputan beban kombinasi	138
m. <i>Run analyze</i>	139
B. Pembahasan	140
1. Hasil Analisis SAP2000	140
a. Kontrol Jumlah Ragam/Partisipasi Massa	141
b. Periode Fundamental	142
c. Perbandingan Gaya Geser Dasar Statis dan Dinamis	144
d. Kontrol Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	146
e. Hasil Kontrol Deformasi	148
1) Kontrol Deformasi COMB2	148
2) Kontrol Deformasi COMB3	148
3) Kontrol Deformasi COMB7	149
f. Hasil Diagram Gaya Geser	149
1) Diagram Gaya Geser pada COMB2	149
2) Diagram Gaya Geser pada COMB3	150
3) Diagram Gaya Geser pada COMB7	151
g. Diagram Momen	152
1) Diagram Momen pada COMB2	152

2) Diagram Momen pada COMB3	153
3) Diagram Momen pada COMB7	154
h. Diagram <i>Axial Force</i>	155
1) Diagram <i>Axial Force</i> pada COMB2	155
2) Diagram <i>Axial Force</i> pada COMB3	156
3) Diagram <i>Axial Force</i> pada COMB7	156
i. Sampel Nilai Gaya Geser, Momen dan <i>Axial</i>	157
1) Gaya geser dan momen pada kolom COMB2	157
2) Gaya geser dan momen pada balok COMB2	158
3) Gaya geser dan momen pada kolom COMB3	159
4) Gaya geser dan momen pada balok COMB3	160
5) Gaya geser dan momen pada kolom COMB7	160
6) Gaya geser dan momen pada balok COMB7	161
7) <i>Axial force</i> dan torsi pada kolom COMB2	162
8) <i>Axial force</i> dan torsi pada kolom COMB3	162
9) <i>Axial force</i> dan torsi pada kolom COMB7	163
10) Kontrol momen yang terjadi pada pelat lantai	164
j. Hasil cek struktur	165
BAB V Kesimpulan dan Saran	168
A. Kesimpulan	168
B. Saran	169
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN	171

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang balok T	31
Gambar 2.2 Penampang balok L	32
Gambar 2.3 Peta percepatan batuan dasar pada periode pendek (S_s)	58
Gambar 2.4 Peta percepatan batuan dasar pada periode 1 (Satu)	58
Gambar 2.5 Spektrum respon desain	64
Gambar 3.1 Lokasi rumah sakit mitra keluarga slawi	79
Gambar 3.2 Program SAP2000 Versi 20	80
Gambar 3.3 Diagram alir penyelesaian penelitian	83
Gambar 4.1 Percepatan gempa periode pendek $MCE_R (S_s)$	102
Gambar 4.2 Percepatan gempa periode 1 detik $MCE_R (S_I)$	103
Gambar 4.3 Grafik respons spektrum pada RS. Mitra Keluarga Slawi	105
Gambar 4.4 <i>Tab</i> menu	108
Gambar 4.5 <i>Grid only quick grid lines</i>	108
Gambar 4.6 <i>Edit grid modify/show show system</i>	110
Gambar 4.7 <i>Define material property data</i>	111
Gambar 4.8 <i>Define material property data</i>	111
Gambar 4.9 <i>Define Add frame section property</i>	112
Gambar 4.10 <i>Rectangle section</i> Balok B1	113
Gambar 4.11 <i>Rectangle section</i> Balok B2	113
Gambar 4.14 <i>Rectangle section</i> C1	114
Gambar 4.15 <i>Frame section</i>	114
Gambar 4.16 <i>Define shell data section</i> pelat 17 cm	115
Gambar 4.17 <i>Define shell data section</i> pelat 12 cm	115
Gambar 4.18 Denah pada sumbu <i>XY plane @ Z=0</i>	116
Gambar 4.19 Jenis balok pada lantai 1	116
Gambar 4.20 Denah balok pada lantai 1	117
Gambar 4.21 Jenis balok pada lantai 2	117
Gambar 4.22 Denah balok pada lantai 2	118
Gambar 4.23 Jenis kolom sumbu <i>XZ plane @ Y=0</i>	119
Gambar 4.24 Kolom pada sumbu <i>XZ plane @ Y=0</i>	119

Gambar 4.25 Jenis kolom sumbu <i>XZ plane @ Y=5</i>	120
Gambar 4.26 Kolom pada sumbu <i>XZ plane @ Y=5</i>	120
Gambar 4.27 Jenis pelat lantai pada lantai 1	121
Gambar 4.28 Denah pelat lantai pada lantai 1	121
Gambar 4.29 Jenis pelat lantai pada lantai 2 sampai atap	122
Gambar 4.30 Denah pelat lantai pada lantai 2 sampai atap	122
Gambar 4.31 <i>Assign joint restrains</i>	123
Gambar 4.32 <i>Area uniform shell (Live)</i> lantai 1	124
Gambar 4.33 Beban Hidup lantai 1	124
Gambar 4.34 Beban Hidup lantai 2	125
Gambar 4.35 Beban Hidup lantai 3	125
Gambar 4.36 Beban Hidup lantai 4	126
Gambar 4.37 Beban Hidup lantai 5	126
Gambar 4.38 Beban Hidup lantai atap	127
Gambar 4.39 <i>Area uniform shell (SDL)</i> lantai 1	128
Gambar 4.40 <i>Area uniform shell (SDL)</i> lantai 2	128
Gambar 4.41 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai 1	129
Gambar 4.42 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai 2	129
Gambar 4.43 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai 3	130
Gambar 4.44 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai 4	130
Gambar 4.45 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai 5	131
Gambar 4.46 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) lantai atap	131
Gambar 4.47 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok 3D	132
Gambar 4.48 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok <i>XZ @ Y=0</i>	133
Gambar 4.49 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok <i>XZ @ Y=5</i>	133
Gambar 4.50 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok <i>XZ @ Y=23</i> ...	134
Gambar 4.51 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok <i>YZ @ Y=0</i>	134
Gambar 4.52 Hasil Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) pada balok <i>YZ @ Y=79,2</i>	135
Gambar 4.53 Beban gempa statik	135
Gambar 4.54 <i>IBC 2009 seismic load patterns</i>	136
Gambar 4.55 <i>Response Spectrum IBC 2009 function definition</i>	137

Gambar 4.56 <i>Load case data-Response spectrume</i>	137
Gambar 4.57 <i>Load combination data comb1</i>	138
Gambar 4.58 <i>Load combination data comb2</i>	139
Gambar 4.59 <i>Define load combinations</i>	139
Gambar 4.60 <i>Set load cases to run</i>	140
Gambar 4.61 Kontrol deformasi COMB2	148
Gambar 4.62 Kontrol deformasi COMB3	148
Gambar 4.63 Kontrol deformasi COMB7	149
Gambar 4.64 Diagram gaya geser COMB2 tampak XZ	149
Gambar 4.65 Diagram gaya geser COMB2 tampak YZ	150
Gambar 4.66 Diagram gaya geser COMB3 tampak XZ	150
Gambar 4.67 Diagram gaya geser COMB3 tampak YZ	151
Gambar 4.68 Diagram gaya geser COMB7 tampak XZ	151
Gambar 4.69 Diagram gaya geser COMB7 tampak YZ	152
Gambar 4.70 Diagram momen COMB2 tampak XZ	152
Gambar 4.71 Diagram momen COMB2 tampak YZ	153
Gambar 4.72 Diagram momen COMB3 tampak XZ	153
Gambar 4.73 Diagram momen COMB3 tampak YZ	154
Gambar 4.74 Diagram momen COMB7 tampak XZ	154
Gambar 4.75 Diagram momen COMB7 tampak YZ	155
Gambar 4.76 Diagram <i>axial force</i> COMB2 tampak XZ	155
Gambar 4.77 Diagram <i>axial force</i> COMB3 tampak XZ	156
Gambar 4.78 Diagram <i>axial force</i> COMB7 tampak XZ	157
Gambar 4.79 Gaya geser dan momen kolom <i>joint 477-585</i> COMB2	158
Gambar 4.80 Gaya geser dan momen balok <i>joint 477-585</i> COMB2	159
Gambar 4.81 Gaya geser dan momen kolom <i>joint 477-585</i> COMB3	159
Gambar 4.82 Gaya geser dan momen balok <i>joint 477-585</i> COMB3	160
Gambar 4.83 Gaya geser dan momen kolom <i>joint 477-585</i> COMB7	161
Gambar 4.84 Gaya geser dan momen balok <i>joint 477-585</i> COMB7	161
Gambar 4.85 <i>Axial force</i> dan torsi kolom <i>joint 477-585</i> COMB2	162
Gambar 4.86 <i>Axial force</i> dan torsi kolom <i>joint 477-585</i> COMB3	163

Gambar 4.87 <i>Axial force</i> dan torsi kolom <i>joint 477-585 COMB7</i>	163
Gambar 4.88 Diagram momen m_{11} pelat lantai	164
Gambar 4.89 Diagram momen m_{22} pelat lantai	165
Gambar 4.90 Hasil cek struktur tampak 3D	165
Gambar 4.91 Hasil cek struktur tampak XY	166
Gambar 4.92 Hasil cek struktur tampak XZ	166
Gambar 4.93 Hasil cek struktur tampak YZ	167
Gambar 4.94 Hasil cek struktur aman	167

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Batasan nilai f_c'	24
Tabel 2.2 Spesifikasi baja tulangan (ASTM A 706 M, 1993)	26
Tabel 2.3 Tebal minimum pelat satu arah	29
Tabel 2.4 Tebal minimum pelat dua arah	30
Tabel 2.5 Tinggi minimum balok	30
Tabel 2.6 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung	33
Tabel 2.7 Komponen gedung	34
Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung	35
Tabel 2.9 Beban mati tambahan (SDL) untuk lantai	37
Tabel 2.10 Beban mati tambahan (SDL) untuk atap	38
Tabel 2.11 Beban hidup berdasarkan fungsi bangunan	38
Tabel 2.12 Kategori risiko bangunan gedung dan nongedung	55
Tabel 2.13 Faktor keutamaan gempa	57
Tabel 2.14 Klasifikasi situs	59
Tabel 2.15 Koefisien situs (F_a)	61
Tabel 2.16 Koefisien situs (F_v)	61
Tabel 2.17 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan Pada periode pendek	66
Tabel 2.18 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan Pada periode 1 detik	66
Tabel 2.19 Prosedur analisis yang diijinkan	68
Tabel 2.20 Koefisien untuk batas pada periode yang dihitung	69
Tabel 2.21 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	70
Tabel 2.22 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$	72
Tabel 3.1 Jadwal penelitian	79
Tabel 4.1 Penampang balok	85
Tabel 4.2 Penampang kolom	86
Tabel 4.3 Penampang pelat	86
Tabel 4.4 Data elevasi bangunan	86

Tabel 4.5 Perhitungan pelat	88
Tabel 4.6 Perhitungan balok T	90
Tabel 4.7 Perhitungan balok L	90
Tabel 4.8 Perhitungan pembebanan lantai atap	91
Tabel 4.9 Perhitungan pembebanan lantai 5	92
Tabel 4.10 Perhitungan pembebanan lantai 4	93
Tabel 4.11 Perhitungan pembebanan lantai 3	94
Tabel 4.12 Perhitungan pembebanan lantai 2	95
Tabel 4.13 Perhitungan pembebanan lantai 1	96
Tabel 4.14 Perhitungan kolom	97
Tabel 4.15 <i>Tributary area</i>	97
Tabel 4.16 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) untuk lantai 1-5	98
Tabel 4.17 Beban mati tambahan (<i>SDL</i>) untuk lantai atap	98
Tabel 4.18 Beban hidup akibat fungsi ruang	99
Tabel 4.19 Parameter respons spektra	104
Tabel 4.20 Grid data X	109
Tabel 4.21 Grid data Y	109
Tabel 4.22 Grid data Z	110
Tabel 4.23 Modal Partisipasi massa	141
Tabel 4.24 <i>Base Reactions</i>	144
Tabel 4.25 Faktor Skala Gempa Arah X dan Y	145
Tabel 4.26 <i>Joint Displacement</i>	146
Tabel 4.27 Simpangan antar lantai gempa X as C1	147
Tabel 4.28 Simpangan antar lantai gempa Y as C1	147

ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

- a = Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen, mm
- Ach = Luas penampang komponen struktur yang diukur sampai tepi luar tulangan transversal, mm²
- Ag = Luas bruto penampang beton, mm². Untuk penampang berlubang Ag adalah luas beton saja dan tidak termasuk luas lubang
- Ast = Luas total tulangan longitudinal nonprategang (batang tulangan atau Profil baja), mm²
- BjTP = Baja tulangan polos
- BjTD = Baja tulangan ulir
- Cm = Centi meter
- C_S = Koefisien respons seismik
- C_{vx} = Faktor distribusi vertikal
- D = Pengaruh beban mati layan
- DL = Beban mati
- E = Pengaruh gaya gempa horizontal dan vertikal
- Fa = Koefisien situs untuk periode pendek yaitu pada periode 0,2 detik
- f_c' = Kuat tekan beton (MPa)
- Fv = Koefisien situs untuk periode panjang (pada periode 1 detik)
- f_y = Mutu baja
- f_{yt} = Kekuatan leleh tulangan transversal yang disyaratkan f_y , MPa
- h_i dan h_x = Tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x (m)
- h_n = Batasan tinggi struktur
- h_x = Spasi horizontal ikat silang atau kaki sengkang pengekang (*hoop*) pusat ke pusat maksimum pada semua muka kolom, mm
- k = Eksponen yang terkait dengan periode struktur
- K = Kuat tekan beton (kg/cm²)
- I_e = Faktor keutamaan gempa
- LL = Beban hidup
- MCE_R = gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget

N	= Jumlah tingkat
N	= Newton
N_{ch}	= Tahanan penetrasi standar rata-rata tanah nonkohesif dalam lapisan 30 m paling Atas
QEX	= Beban gempa dinamis arah X (SPECx)
QEY	= Beban gempa dinamis arah Y (SPECy)
ρ	= Faktor redudansi
R	= koefisien modifikasi respons
S_a	= Respons spektra percepatan
S_{DS}	= Parameter percepatan respons spektral pada periode pendek, redaman persen
S_{D1}	= Parameter percepatan respons spektral pada periode 1 detik, redaman 5 Persen
S_{MS}	= Parameter percepatan respons spektral MCE pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_{M1}	= Percepatan percepatan respons spektral MCE pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs
S_s	= Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada Periode pendek, redaman 5 persen
S_1	= Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada Periode 1 detik, redaman 5 persen
T	= Periode getar fundamental struktur
T_a	= Perioda fundamental pendekatan
TL	= Peta transisi periode panjang
V	= Gaya geser dasar seismik
V_s	= Kecepatan rambat gelombang geser pada regangan geser yang kecil (m/detik) (< 10 ⁻³ persen)
W	= berat seismik efektif

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesehatan sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan adalah keadaan sejahtera jasmani, mental, spiritual, dan sosial yang memungkinkan setiap orang memperoleh kehidupan yang memuaskan secara sosial dan ekonomi. Karena segala sesuatu dalam hidup bergantung pada kesehatan, setiap orang mempunyai kebutuhan mendasar akan kesehatan. Selain itu, keberhasilan pembangunan nasional juga dibantu oleh kesehatan. Pembangunan di bidang kesejahteraan merupakan salah satu upaya perbaikan masyarakat yang diharapkan dapat membangun kesadaran, kesiapan, dan kemampuan hidup berkesinambungan bagi setiap orang, guna mewujudkan derajat kesejahteraan yang ideal bagi masyarakat. Rumah sakit, salah satu sarana dan prasarana kesehatan yang sangat penting bagi kesehatan masyarakat, diperlukan untuk membantu pertumbuhan sektor kesehatan. Tenaga kesehatan juga diperlukan. Rumah Sakit adalah lembaga pelayanan kesehatan yang menyelenggarakan pelayanan kesehatan perseorangan secara lengkap, seperti pelayanan kesehatan yang meliputi promosi, pencegahan, pengobatan, dan rehabilitasi sebagaimana dimaksud dalam Undang-Undang Nomor 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit.

Rumah sakit adalah fasilitas kesehatan yang sangat vital dalam masyarakat untuk menyediakan perawatan medis bagi pasien yang membutuhkan. Namun, dengan perkembangan zaman dan kebutuhan yang terus berkembang, banyak rumah sakit menghadapi tantangan untuk memperluas atau memperbarui fasilitas.

Penambahan lantai dapat menjadi solusi yang efektif untuk memenuhi kebutuhan ini, tetapi keamanan dan kekuatan struktur gedung juga harus dipertimbangkan secara serius.

Penambahan lantai pada rumah sakit dapat meningkatkan kapasitas pelayanan, memungkinkan lebih banyak pasien untuk mendapatkan perawatan yang mereka butuhkan. Hal ini sangat penting mengingat pertumbuhan populasi dan meningkatnya permintaan akan layanan kesehatan.

Redesain rumah sakit dengan penambahan lantai juga memberikan kesempatan untuk mengoptimalkan penggunaan ruang. Dengan perencanaan yang tepat, ruang baru dapat didesain untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kenyamanan pasien.

Penambahan lantai berarti menambah beban pada struktur gedung. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap kekuatan struktur gedung yang ada untuk memastikan bahwa penambahan lantai tidak akan mengancam keamanan pasien dan staf rumah sakit.

Penulis mencoba memberikan ide dengan Redesain pada Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Menjadi 5 lantai berdasarkan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 rencananya penambahan lantai ini akan digunakan untuk keperluan rawat inap sehingga dengan adanya ketersediaan ruangan tersebut RS. Mitra Keluarga Slawi bisa menjadi rujukan bagi Masyarakat khususnya daerah Kabupaten Tegal. Dalam redesain penulis berpedoman pada standar nasional Indonesia SNI 1726:2019 untuk Bangunan Gedung Tahan Gempa dan SNI 2847:2019 untuk Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Penelitian ini akan membantu

memastikan bahwa struktur gedung rumah sakit tetap stabil dan aman setelah penambahan lantai dilakukan. Ini penting untuk mencegah risiko kecelakaan atau kerusakan struktural yang dapat membahayakan nyawa orang.

B. Batasan Masalah

Guna memastikan penelitian tetap sesuai tujuannya penulis, sebab itu penulis menentukan batasan masalah untuk penelitian yang akan dilaksanakan, berikut batasan masalah yang akan dibahas:

1. Data untuk redesain perencanaan struktur ini menggunakan data perencanaan sebelumnya.
2. Perancangan ini hanya membahas struktur atas meliputi pelat lantai, balok dan kolom.
3. Analisis struktur terhadap gempa menggunakan *software* SAP2000 V.20 sesuai pedoman SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019.
4. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan RAB, perhitungan struktur atap, serta pembuatan spesifikasi teknis dan tata cara pelaksanaan pelaksanaan dalam RKS.

C. Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dibahas dalam penulisan penelitian ini. adapun masalah yang akan dibahas meliputi:

1. Bagaimana merancang dimensi elemen struktur dengan *preliminary* desain berdasarkan SNI 2847-2019?

2. Bagaimana menganalisis struktur terhadap gempa sesuai peraturan SNI 1726-2019?

D. Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui perencanaan dimensi elemen struktur dengan *preliminary* desain berdasarkan peraturan SNI 2847-2019.
2. Mengetahui hasil perhitungan struktur pada Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi setelah di redesain.

E. Manfaat

Adapun manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian ini diantaranya :

1. Dapat merencanakan dimensi elemen struktur sesuai peraturan SNI 2847-2019.
2. Dapat mengetahui perilaku struktur bangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi.

F. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini terdiri dari beberapa bagian yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Mencakup latar belakang masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang dasar teori yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas serta menunjang dalam pemecahan masalah dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang metode penelitian yang akan digunakan serta langkah-langkah dalam menyelesaikan masalah.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil perhitungan dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi tentang referensi-referensi yang digunakan untuk penyusunan skripsi baik dalam bentuk jurnal, buku-buku dan kajian lainnya yang berhubungan dengan penelitian.

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

A. LANDASAN TEORI

1. Struktur Bangunan

Struktur bangunan gedung merujuk pada kerangka atau kerangka kerja yang membentuk kerangka dasar dari sebuah bangunan. Ini termasuk elemen-elemen seperti kolom, balok, dinding, lantai, dan atap yang dirancang untuk mendukung beban bangunan serta menyalurkan beban tersebut ke dasar tanah dengan aman dan efisien.

Secara akademik, struktur bangunan gedung adalah salah satu aspek utama dalam desain dan konstruksi bangunan. Ini melibatkan prinsip-prinsip teknik sipil dan mekanika struktur untuk memastikan keamanan, kekuatan, dan kestabilan bangunan. Struktur bangunan gedung harus mampu menahan beban-beban yang diberikan, seperti beban hidup (orang dan barang), beban mati (berat sendiri bangunan dan bahan bangunan), dan beban angin atau gempa bumi.

Berikut adalah beberapa elemen penting dalam struktur bangunan gedung:

a. Kolom

Sesuai SNI 2847-2019 tentang Beton Bertulang untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung mengarahkan bagian sebagai salah satu komponen utama dalam struktur.

1) Definisi Kolom

Kolom adalah elemen vertikal utama dalam struktur bangunan. Kolom berfungsi untuk menahan beban gravitasi dari lantai, langit-langit, dan atap

bangunan serta mentransfernya ke pondasi. Kolom sering terbuat dari bahan seperti beton bertulang, baja, atau kayu yang dipilih berdasarkan kekuatan yang diperlukan dan kebutuhan desain bangunan.

2) Bahan Dan Spesifikasi Material

a) Beton

Beton yang digunakan pada konstruksi kolom harus memenuhi persyaratan SNI 2847:2019 “Persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung”. Beberapa sudut pandang penting yang dikelola dalam standar ini meliputi:

b) Kuat Tekan Beton (f'_c):

Kuat tekan beton adalah ukuran kemampuan beton untuk menahan tekanan tanpa mengalami keruntuhan. SNI 2847:2019 mengatur kuat tekan minimum yang harus dipenuhi untuk berbagai kelas beton. Misalnya, untuk bangunan bertingkat, kuat tekan beton yang digunakan biasanya berkisar antara 20 MPa hingga 40 MPa atau lebih tinggi tergantung dari beban yang harus ditanggung.

c) Campuran Beton

Komposisi campuran beton (semen, agregat, air, dan aditif) harus dirancang untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan dan ketahanan terhadap faktor lingkungan seperti siklus pembekuan-pencairan, serangan kimia, dan lain-lain. SNI 2847:2019 memberikan panduan mengenai proporsi campuran yang tepat.

d) Baja Tulangan

Baja tulangan yang digunakan untuk memperkuat beton dalam kolom juga harus memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI. SNI 2052:2017 tentang "Baja Tulangan untuk Beton" mengatur spesifikasi dan persyaratan teknis untuk baja tulangan. Berikut adalah beberapa poin penting yang diatur dalam standar ini:

e) Jenis tulangan

SNI 2847:2019 mengklasifikasikan baja tulangan berdasarkan kuat tariknya, seperti baja tulangan polos *plain bars* dan baja tulangan ulir *deformed bars*. Baja tulangan ulir lebih umum digunakan karena memiliki daya cengkram yang lebih baik dengan beton.

f) Kekuatan Tarik (f_y):

Kekuatan tarik baja tulangan adalah kemampuan baja untuk menahan tarikan tanpa mengalami putus. SNI mengatur kekuatan tarik minimum yang harus dipenuhi oleh baja tulangan. Misalnya, untuk baja tulangan ulir, kekuatan tarik biasanya berkisar antara 240 MPa hingga 500 MPa atau lebih.

g) *Elongasi* dan *Daktilitas*:

Baja tulangan harus memiliki elongasi yang cukup untuk memastikan daktilitas, yaitu kemampuan material untuk mengalami deformasi plastis sebelum patah. Hal ini penting untuk memastikan bahwa struktur dapat menyerap energi tanpa mengalami keruntuhan tiba-tiba.

h) Kategori Korosi :

Baja tulangan harus memiliki ketahanan terhadap korosi, terutama jika digunakan dalam lingkungan yang agresif seperti area pantai atau industri. SNI memberikan panduan untuk perlindungan korosi, termasuk penggunaan pelapis khusus atau beton dengan ketebalan selimut yang cukup.

3) Dimensi Kolom

a) Dimensi Minimum Kolom

SNI 2847:2019 tentang "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung" menetapkan dimensi minimum kolom untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur. Beberapa ketentuan utama meliputi:

Lebar minimum kolom beton bertulang biasanya ditentukan berdasarkan tinggi bangunan dan jenis beban yang harus ditahan. Sebagai contoh, untuk kolom dalam bangunan bertingkat rendah hingga menengah, lebar minimum biasanya sekitar 200 mm hingga 300 mm.

Ketebalan kolom harus cukup untuk menampung tulangan dan selimut beton yang diperlukan. Ketebalan minimum kolom juga berkisar antara 200 mm hingga 300 mm, tergantung pada desain dan beban yang ditanggung.

b) Rasio Aspek (Perbandingan Tinggi terhadap Lebar)

Rasio aspek adalah perbandingan antara tinggi kolom (L) dan lebar kolom (B). Kolom dapat dikategorikan sebagai kolom pendek atau kolom panjang berdasarkan rasio aspek ini:

Kolom pendek memiliki rasio tinggi terhadap lebar yang rendah ($L/B < 12$). Kolom pendek umumnya lebih kuat dalam menahan beban aksial karena risiko tekuk *buckling* lebih rendah.

Kolom panjang memiliki rasio tinggi terhadap lebar yang tinggi ($L/B \geq 12$). Kolom panjang lebih rentan terhadap tekuk, sehingga perhitungan tekuk menjadi penting dalam perencanaan.

c) Perhitungan Dimensi Kolom

Dimensi kolom ditentukan berdasarkan analisis struktur yang memperhitungkan beban aksial dan momen lentur yang bekerja pada kolom. Langkah-langkah perhitungan meliputi:

Beban aksial adalah beban vertikal yang bekerja pada kolom, termasuk beban mati *self-weight* dan beban hidup *occupancy load*. Beban aksial dihitung berdasarkan total beban yang diterima oleh kolom dari elemen struktur di atasnya.

Momen lentur adalah gaya yang menyebabkan kolom melengkung. Momen lentur terjadi karena beban lateral seperti angin atau gempa. Momen lentur dihitung berdasarkan analisis beban lateral yang bekerja pada bangunan.

Perhitungan interaksi antara beban aksial dan momen lentur dilakukan untuk menentukan dimensi kolom yang aman. Diagram interaksi *interaction* diagram digunakan untuk mengevaluasi kombinasi beban aksial dan momen lentur yang bekerja pada kolom.

d) Pengaruh Beban Lateral

Dalam daerah rawan gempa, seperti Indonesia, kolom harus dirancang untuk menahan beban lateral yang signifikan. SNI 1726:2019 tentang "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung" memberikan panduan khusus untuk desain kolom di daerah gempa:

Kolom khusus *special columns* harus dirancang dengan lebih ketat untuk memastikan daktilitas dan kemampuan menahan deformasi selama gempa. Ketentuan ini mencakup penggunaan tulangan transversal yang lebih rapat dan detail sambungan yang lebih kuat.

Penguatan kolom dengan penggunaan tulangan transversal tambahan atau elemen pengikat *tie* dapat meningkatkan kemampuan kolom dalam menahan beban lateral dan mencegah keruntuhan akibat tekuk lokal.

e) Pertimbangan Tambahan

Selain perhitungan dimensi dan beban, ada beberapa pertimbangan tambahan dalam desain dimensi kolom:

Selimut beton adalah lapisan beton yang melindungi tulangan dari korosi dan api. Ketebalan selimut beton diatur oleh SNI untuk memastikan perlindungan yang memadai bagi tulangan. Ketebalan selimut beton biasanya berkisar antara 25 mm hingga 50 mm, tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis struktur.

Dimensi kolom harus sesuai dengan gambar kerja dan spesifikasi teknis yang telah disetujui. Gambar kerja harus mencakup detail dimensi, penempatan tulangan, dan sambungan kolom.

4) Perancangan Kolom

Perancangan kolom adalah proses yang melibatkan analisis dan desain untuk memastikan bahwa kolom dapat menahan beban yang diterima serta memenuhi persyaratan keamanan dan kinerja struktur. Perancangan kolom harus mempertimbangkan beberapa faktor utama, termasuk jenis material, beban yang diterima, dan kondisi lingkungan. Langkah-langkah perancangan meliputi:

a) Analisis Beban

Salah satu langkah pertama dalam perancangan kolom adalah menentukan beban yang bekerja pada kolom. Beban ini dapat dikategorikan sebagai beban aksial (beban vertikal) dan beban lateral (beban horizontal). SNI memberikan panduan untuk perhitungan beban ini:

Beban Aksial (P) adalah beban vertikal yang ditransfer ke kolom dari elemen struktur di atasnya. Hal ini mencakup beban hidup, seperti beban akibat penggunaan atau penggunaan bangunan, dan beban mati, seperti berat sendiri struktur dan komponen permanen.

Beban Lateral (V) adalah beban horizontal yang disebabkan oleh angin atau gempa. Dalam desain struktur di Indonesia, perhitungan beban gempa sangat penting dan diatur oleh SNI 1726:2019 tentang "Tata Cara

Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung".

b) Penentuan Tulangan

Tulangan adalah elemen penting dalam beton bertulang yang memberikan kekuatan tarik yang tidak dimiliki beton. Penentuan tulangan dalam kolom melibatkan beberapa langkah berikut:

Tulangan Longitudinal adalah batang baja yang ditempatkan sejajar dengan panjang kolom. Tulangan ini membantu menahan beban aksial dan momen lentur. Jumlah, ukuran, dan penempatan tulangan longitudinal harus dihitung berdasarkan analisis beban dan momen yang bekerja pada kolom.

Tulangan transversal *stirrups* atau *ties* adalah batang baja yang melingkari tulangan longitudinal. Fungsinya adalah untuk mencegah kegagalan geser dan memastikan stabilitas tulangan longitudinal. SNI mengatur jarak maksimum antara tulangan transversal dan ketebalannya untuk memastikan kekuatan dan kestabilan kolom.

Kapasitas Penampang Kolom

Kapasitas penampang kolom harus dihitung untuk memastikan bahwa kolom dapat menahan beban yang diterima. Kapasitas penampang melibatkan perhitungan kekuatan aksial, momen lentur, dan kekuatan geser:

Kekuatan Aksial Kapasitas aksial kolom dihitung dengan mempertimbangkan kuat tekan beton dan kuat tarik tulangan baja.

Persamaan interaksi *interaction equation* digunakan untuk menentukan kombinasi beban aksial dan momen yang aman.

Momen Lentur Kekuatan lentur dihitung berdasarkan distribusi momen yang bekerja pada kolom. Diagram interaksi aksial-momen digunakan untuk memastikan bahwa kolom dapat menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur.

Kekuatan Geser Kapasitas geser kolom ditentukan dengan mempertimbangkan kekuatan geser beton dan kontribusi tulangan transversal. Penggunaan stirrups atau ties membantu meningkatkan kapasitas geser kolom.

c) Pertimbangan Konstruksi dan Detail Sambungan

Detail konstruksi dan sambungan kolom dengan elemen struktur lainnya sangat penting untuk memastikan transfer beban yang efektif dan kestabilan struktur:

Sambungan Kolom-Balok Sambungan antara kolom dan balok harus dirancang untuk mentransfer momen dan geser secara efisien. Detail sambungan harus sesuai dengan SNI 2847:2019, termasuk penempatan tulangan tambahan jika diperlukan.

Sambungan Kolom-Kolom Sambungan antara kolom bawah dan kolom atas jika kolom terdiri dari beberapa segmen harus dirancang untuk memastikan kontinuitas dan transfer beban yang efektif. Sambungan ini sering diperkuat dengan *couplers* atau *splice bars*.

d) Perhitungan dan Analisis Struktural

Seluruh proses perancangan kolom harus didukung oleh perhitungan dan analisis struktural yang tepat. Ini melibatkan penggunaan metode analisis dan perangkat lunak desain yang sesuai:

e) Metode Analisis

Metode analisis struktural, seperti analisis matriks, analisis elemen hingga *finite element analysis*, dan metode gaya, digunakan untuk menentukan respons struktur terhadap beban yang diterima.

f) Perangkat Lunak Desain:

Penggunaan perangkat lunak desain, seperti ETABS, SAP2000, atau STAAD Pro, membantu dalam perhitungan yang kompleks dan simulasi respons struktur. Perangkat lunak ini sering digunakan untuk memodelkan dan menganalisis struktur secara keseluruhan.

g) Pengawasan dan Verifikasi

Setelah perancangan selesai, perlu dilakukan pengawasan dan verifikasi untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi dan standar yang berlaku:

h) *Review* Desain:

Desain kolom harus direview oleh engineer yang kompeten untuk memastikan kesesuaian dengan standar dan spesifikasi teknis.

i) Simulasi dan Uji:

Simulasi komputer dan pengujian laboratorium dapat dilakukan untuk memverifikasi kapasitas dan kinerja kolom yang dirancang.

b. Balok

Balok adalah elemen horizontal yang menghubungkan kolom dan mendukung lantai, langit-langit, atau atap bangunan. Balok berfungsi sebagai penghubung struktural antara kolom dan mendistribusikan beban dari lantai atau atap secara merata ke kolom di bawahnya. Balok sering terbuat dari beton bertulang, baja, atau kayu, tergantung pada persyaratan desain dan kekuatan yang diperlukan.

1) Material Balok

a) Beton

Kuat Tekan Beton f'_c adalah kapasitas beton untuk menahan beban tekan tanpa mengalami kegagalan. SNI 2847:2019 menetapkan kuat tekan minimum yang harus dipenuhi, biasanya berkisar antara 20 MPa hingga 40 MPa tergantung pada jenis struktur dan beban yang diterima.

Campuran Beton Proporsi campuran beton harus dirancang untuk mencapai kuat tekan yang diinginkan dan ketahanan terhadap lingkungan. Ini mencakup penggunaan semen, agregat, air, dan bahan tambahan *aditif* sesuai dengan standar yang berlaku.

Pelaksanaan Pengecoran Proses pencampuran, transportasi, pengecoran, pemadatan, dan *curing* (perawatan) beton harus dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI untuk memastikan kualitas beton yang dihasilkan.

b) Baja Tulangan

Jenis dan Kekuatan Baja Tulangan yang digunakan dalam balok biasanya adalah baja tulangan ulir *deformed bars* dengan kekuatan tarik yang tinggi.

SNI 2847:2019 menetapkan spesifikasi baja tulangan, termasuk kekuatan tarik minimum yang umumnya berkisar antara 240 MPa hingga 500 MPa.

Penempatan dan Penjangkaran Penempatan tulangan longitudinal dan transversal harus dirancang untuk menahan momen lentur, geser, dan torsi.

Penjangkaran tulangan juga harus diperhatikan untuk memastikan kekuatan sambungan dan kontinuitas struktur.

2) Dimensi Balok

Dimensi Minimum Balok

Seringkali, perhitungan beban yang diterima digunakan untuk menentukan dimensi minimum lebar dan tinggi balok. Sebagai contoh, lebar minimum balok sering kali berkisar antara 200 mm hingga 300 mm, dan tinggi balok disesuaikan dengan panjang bentang dan beban yang diterima.

Rasio Aspek Rasio Lebar terhadap Tinggi

Rasio antara lebar dan tinggi balok harus dirancang untuk memastikan efisiensi struktural. Rasio yang umum digunakan adalah sekitar 1:2 hingga 1:3, tergantung pada persyaratan desain dan beban yang diterima.

3) Perancangan Balok

a) Analisis Beban

Beban Lentur (Momen) adalah gaya yang menyebabkan balok melengkung.

Beban ini dihitung berdasarkan beban hunian, beban mati tertimbang sendiri, dan beban hidup sementara *temporary load* yang diterima oleh balok.

Beban geser adalah gaya yang menyebabkan pergeseran antar bagian balok. Kapasitas geser balok harus dihitung untuk memastikan balok tidak mengalami kegagalan geser.

b) Penentuan Tulangan

Tulangan longitudinal ditempatkan di bagian atas dan bawah balok untuk menahan momen lentur. Ukuran dan jumlah tulangan dihitung berdasarkan analisis beban lentur.

Tulangan Transversal Stirrups ditempatkan secara vertikal atau diagonal untuk menahan geser dan memastikan kestabilan tulangan longitudinal. Jarak antar stirrups diatur oleh SNI untuk memastikan penahanan geser yang memadai.

Kapasitas Penampang Balok dihitung berdasarkan penampang beton dan tulangan. Diagram interaksi momen-geser digunakan untuk memastikan bahwa balok dapat menahan kombinasi beban yang diterima.

Kapasitas geser balok dihitung dengan mempertimbangkan kekuatan geser beton dan kontribusi stirrups.

4) Detailing Balok

a) Penempatan Tulangan

Penempatan tulangan utama harus ditempatkan dengan benar untuk menahan momen lentur dan geser. Penempatan harus mengikuti panduan yang ditetapkan dalam SNI untuk memastikan distribusi beban yang merata dan menghindari konsentrasi tegangan.

Penempatan Stirrups harus ditempatkan dengan jarak yang sesuai untuk memastikan kapasitas geser yang memadai. Jarak antar stirrups biasanya lebih rapat di dekat tumpuan dan lebih renggang di tengah bentang balok.

Selimit Beton *Concrete Cover* Selimit beton melindungi tulangan dari korosi dan api. SNI mengatur ketebalan minimum selimit beton, yang biasanya berkisar antara 25 mm hingga 50 mm tergantung pada kondisi lingkungan dan lokasi balok dalam struktur.

b) Sambungan dan Penjangkaran

Detail Sambungan Balok-Kolom antara balok dan kolom harus dirancang untuk mentransfer momen dan geser dengan efisien. Detail sambungan harus mencakup penempatan tulangan tambahan dan stirrups yang lebih rapat di area sambungan.

Penjangkaran Tulangan harus dilakukan dengan panjang jangkarnya yang cukup untuk memastikan kontinuitas dan transfer beban yang efektif.

Panjang jangkarnya ditentukan berdasarkan diameter tulangan dan kuat tekan beton.

5) Ketahanan Gempa

a) Detailing untuk Ketahanan Gempa

Balok Khusus (*Special Beams*) Di daerah rawan gempa, balok harus dirancang dengan daktilitas yang tinggi dan kemampuan menahan deformasi selama gempa. SNI 1726:2019 memberikan panduan untuk desain balok di daerah gempa, termasuk penggunaan tulangan transversal yang lebih rapat dan detail sambungan yang lebih kuat.

b) Penguatan Tambahan

Penguatan di Area Kritis Penguatan tambahan seperti penempatan stirrups yang lebih rapat dan penggunaan tulangan tambahan di area kritis membantu meningkatkan ketahanan balok terhadap gaya lateral selama gempa.

- c. Dinding Struktural: Komponen ke atas yang bertanggung jawab untuk melawan beban gravitasi serta beban horizontal seperti angin atau getaran. Mereka bisa terbuat dari bahan seperti beton, bata, atau batu, dan sering kali merupakan bagian integral dari kerangka struktural bangunan.
- d. Lantai adalah elemen horizontal yang membentuk tingkat atau platform di dalam bangunan. Mereka harus dirancang untuk menahan beban hidup (orang dan barang), beban mati (berat sendiri bangunan dan bahan bangunan), serta memberikan dukungan yang cukup bagi pengguna bangunan. Lantai biasanya terbuat dari beton bertulang, baja, atau kayu tergantung pada aplikasi dan persyaratan desain.
- e. Atap adalah bagian teratas bangunan yang memberikan perlindungan terhadap cuaca dan elemen lainnya. Mereka harus dirancang untuk menahan beban seperti beban salju di daerah dengan iklim yang sesuai serta beban angin. Atap bisa terbuat dari berbagai bahan seperti genteng, seng, atau beton bertulang, dan strukturnya harus diperkuat dengan rangka atap yang sesuai.
- f. Struktur Penahan Lateral adalah kerangka yang dimaksudkan untuk menahan kekuatan sampingan seperti atau guncangan seismik. Ini bisa berupa dinding penahan (seperti dinding beton bertulang), sistem rangka geser (seperti sistem

rangka baja beraturan), atau kombinasi dari keduanya. Tujuan dari struktur penahan lateral adalah untuk memberikan stabilitas dan keamanan terhadap gaya lateral yang diberikan pada suatu struktur.

- g. Pondasi adalah Bagian bangunan paling bawah yang meneruskan beban bangunan ke tanah. Pondasi harus dirancang untuk menyeimbangkan beban dan mencegah pergeseran atau kegagalan struktural. Pondasi dapat berupa fondasi dangkal (seperti pondasi strip atau pondasi cakar ayam) atau fondasi dalam (seperti pondasi tiang pancang atau pondasi berongga). Pemilihan jenis fondasi tergantung pada kondisi tanah, beban bangunan, dan persyaratan desain lainnya.

Selain elemen-elemen tersebut, faktor lain seperti bahan konstruksi, metode konstruksi, dan kondisi lingkungan juga mempengaruhi struktur bangunan gedung. Perencanaan struktur bangunan gedung melibatkan analisis matematis dan pemodelan komputer untuk memastikan bahwa bangunan dapat menahan beban-beban yang diberikan dan memenuhi standar keselamatan dan ketahanan yang berlaku.

2. Pengertian Redesain

Redesign adalah proses merancang ulang suatu produk, sistem, atau konsep yang sudah ada untuk memperbaiki, memperbarui, atau mengubahnya agar lebih baik, lebih efisien, lebih fungsional, atau lebih sesuai dengan kebutuhan pengguna atau tujuan tertentu. Redesign bisa mencakup berbagai aspek seperti estetika, fungsi, antarmuka pengguna, material, dan teknologi. Dalam konteks dunia sipil, redesign mengacu pada proses merancang ulang atau memperbarui infrastruktur

fisik seperti bangunan, jalan, jembatan, saluran air, atau struktur lainnya. Redesign dalam dunia sipil sering kali dilakukan untuk beberapa alasan, termasuk:

- a. Perbaikan Struktural: Ketika struktur fisik mengalami kerusakan atau keausan, perlu dilakukan redesign untuk memperbaikinya dan memastikan keamanan serta keberlanjutannya.
- b. Penyesuaian Fungsional: Kadang-kadang, struktur tersebut mungkin perlu diubah fungsinya untuk memenuhi kebutuhan baru. Misalnya, gedung kantor yang awalnya dirancang untuk digunakan sebagai pusat bisnis dapat direndesain untuk digunakan sebagai apartemen.
- c. Peningkatan Kapasitas: Ketika kapasitas struktur sudah tidak mencukupi lagi untuk memenuhi kebutuhan, perlu dilakukan redesign untuk meningkatkan kapasitas atau efisiensi struktur tersebut.
- d. Pembaruan Teknologi: Dengan berkembangnya teknologi, seringkali diperlukan pembaruan pada struktur fisik agar dapat mengakomodasi teknologi baru atau meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya.

Proses redesign dalam dunia sipil melibatkan berbagai tahapan yang mirip dengan proses redesign dalam konteks lain, termasuk analisis kondisi yang ada, perencanaan, desain, konstruksi, dan evaluasi. Faktor-faktor seperti keamanan, keberlanjutan, efisiensi, dan ketersediaan sumber daya biasanya menjadi pertimbangan utama dalam proses redesign infrastruktur fisik.

3. SNI 2847:2019

Peraturan SNI 2847:2019 adalah standar yang menetapkan persyaratan untuk desain dan konstruksi beton struktural pada bangunan gedung dan struktur lainnya

di Indonesia. Standar ini memastikan bahwa struktur beton bertulang dirancang dan dibangun dengan mempertimbangkan keselamatan, kekuatan, dan keawetan. Elemen beton bertulang, beton pratekan, dan beton pracetak yang digunakan pada bangunan tercakup dalam standar ini. Untuk keperluan perancangan dan pembangunan struktur beton bertulang, SNI 2847:2019 memberikan petunjuk yang komprehensif. Standar ini mencakup berbagai aspek dari material yang digunakan, prosedur konstruksi, hingga metode perawatan dan inspeksi, yang semuanya bertujuan untuk mencapai performa optimal dari struktur beton.

a. Persyaratan Sistem Struktur

1) Spesifikasi Beton

Beton dibuat dengan menambahkan air dan semen ke dalam campuran agregat halus dan kasar, seperti pasir, batu pecah, atau bahan sejenis lainnya. Karena beton merupakan bahan yang getas, maka kuat tekannya lebih tinggi dibandingkan kuat tariknya. Baja tulangan digunakan untuk memperkuat beton lemah terhadap gaya tarik ketika digunakan untuk membangun komponen struktur. Berdasarkan SNI 2847 : 2019 pada Tabel 2.1 – Batasan nilai f_c' untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan dinding struktural dengan menggunakan jenis beton berat ringan nilai minimum kuat tekan f_c' beton yang digunakan pada struktur tahan gempa sebaiknya tidak kurang dari 21 Mpa. Sedangkan nilai maksimum kuat tekan beton f_c' tidak melebihi 35 MPa. Batasan ini didasarkan berdasarkan fakta dan data langsung lapangan yang memperlihatkan perilaku elemen

struktur beton dengan menggunakan beton ringan terutama dalam perpindahan akibat pembebanan siklik.

Tabel 2.1 Batasan nilai f_c'

Kegunaan	Jenis Beton	Nilai f_c' minimum (MPa)	Nilai f_c' maksimum (MPa)
Umum	Berat normal dan berat ringan	17	Tidak ada batasan
Sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding struktural khusus	Berat normal	21	Tidak ada batasan
	Berat ringan	21	35

(Sumber : SNI 2847-2019)

Modulus Elastisitas

Untuk beton normal, perhitungan modulus elastisitas menggunakan rumus berikut : $E_c = 4700 \sqrt{f_c}$ (MPa)

2) Spesifikasi Baja Tulangan

Baja tulangan adalah batang baja yang berbentuk jala baja yang digunakan sebagai penekan pada beton bertulang dan struktur beton bertulang untuk memperkuat dan membantu beton dibawah tekanan. Baja tulangan dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis yaitu : Baja tulangan polos (BjTP) dan Baja tulangan ulir/ sirip (BjTD). Baja tulangan polos (BjTP) merupakan baja tulangan beton dengan penampang bundar dan permukaan rata tanpa sirip yang mempunyai tegangan leleh 240 MPa. Sedangkan Baja tulangan ulir/ sirip merupakan baja tulangan beton dengan permukaan bersirip untuk meningkatkan daya lekat batang terhadap beton yang

mempunyai tegangan leleh 400 Mpa. Berdasarkan SNI 2847 : 2019 untuk baja struktural yang digunakan pada kolom komposit dengan inti baja struktural, nilai f_y tidak boleh melebihi 350 MPa. Kekuatan leleh desain untuk inti baja harus dibatasi agar penutup beton tidak dapat lepas. Diasumsikan bahwa penutup beton yang tertekan secara aksial agar penutup beton tidak lepas pada regangan kurang dari 0,0018. Kekuatan leleh $0,0018 \times 200000$ atau 360 MPa. Ketika elemen mencapai kemampuan lentur maksimumnya, penggunaan baja tulangan berkualitas tinggi dapat mengakibatkan geser dan tegangan lekat yang tinggi antara baja dan beton, yang dapat menyebabkan keruntuhan getas. Hal ini terutama mungkin terjadi pada komponen struktur yang terkena gempa bumi bolak-balik (siklik). Menurut ASTM A706 M - 1993, ASTM A615 M - 1993, ASTM A996 M, ASTM A966 M, dan ASTM A1035 M, baja tulangan yang digunakan harus memenuhi persyaratan khusus untuk baja tulangan.

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 untuk beton bertulang, untuk desain elemen struktur yang diharapkan memikul beban gempa, baja tulangan yang digunakan harus memenuhi ketentuan-ketentuan khusus baja tulangan dengan mutu maksimum 400 MPa (BJTD 40), sesuai ASTM A 706M-1993. Baja tulangan dengan spesifikasi ASTM A 615M-1993 mutu 300 dan 350 dapat digunakan apabila :

Dengan perbedaan kekuatan sebesar 125 MPa, pengujian laboratorium menunjukkan bahwa kekuatan luluh aktual tidak melebihi kekuatan

luluh spesifikasi. Rasio kekuatan luluh aktual terhadap kekuatan tarik tidak boleh kurang dari 1,25 MPa. Nilai kekuatan luluh aktual maksimum baja tulangan ulir BJTD 40 dibatasi hingga 540 MPa sesuai dengan persyaratan ASTM A 706M. Dalam hal desain struktur bangunan yang tahan gempa, kekuatan luluh aktual yang terlalu tinggi menimbulkan risiko yang signifikan. Mendukung penentuan produksi baja pada umumnya mencakup titik puncak terjauh sebagai insentif untuk kekuatan luluh yang diijinkan.

Tabel 2.2 Spesifikasi baja tulangan

Kuat tarik minimum, MPa	550
Kuat leleh minimum, MPa	400
Kuat leleh maksimum, MPa	540
Perpanjangan minimal dalam 200 mm, %	
Ukuran diameter tulangan:	
• 10,15 dan 20	14
• 25,30 dan 35	12
• 45 dan 55	10

(Sumber : ASTM A 615 M, 1993)

Kuat tarik tidak boleh kurang dari 1,25 kali kuat leleh aktual. Nilai kuat lebih maksimum batang individu = 1,35

Berdasarkan SNI 2847: 2019 tentang perlindungan beton untuk tulangan Beton corl setempat (nonl-prategang), selimutl yang disyaratkan untuk tulangan tidak boleh kurang dari berikut:

Beton yang dicor permanen di atas dan selalu berhubungan dengan tanah ketebalan selimut beton 75 mm.

Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca :

Batang tulangan D-19 hingga D-57 ketebalan selimut beton 50 mm.

Batang tulangan D-16, Batang D16, tulang \emptyset 13 atau D13 dan yang lebih kecil ketebalan selimut beton 40 mm.

Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah : Pelat, pelat berusuk dan dinding.

Batang tulangan D-43 dan D-57 ketebalan selimut beton 40 mm.

Batang tulangan D-36 dan yang lebih kecil ketebalan selimut beton 20mm.

Balok, kolom, pedestal dan batang Tarik.

Tulangan utama, sengkang, sengkang ikat, spiral dan sengkang pengekan ketebalan selimut beton 40 mm.

b. Preliminary Desain Sesuai Peraturan SNI 2847-2019

1) Pelat lantai

Pelat lantai merupakan elemen struktur tipis pada suatu bidang yang ditekan pada setiap tumpuan pelat untuk memikul beban melintang. Berikut adalah beberapa contoh pelat lantai yang umum digunakan dalam konstruksi:

a) Sistem lantai *flat slab*

Flat slab adalah pelat besar yang dibangun dan ditopang langsung oleh bagian-bagian yang hampir tidak memiliki poros. Biasa digunakan untuk daya beban yang tidak terlalu besar dan untuk rentang yang kecil, pada daerah dasar di sekitar bagian bantuan umumnya diberikan penebalan (papan drop) untuk memperkuat pelat terhadap gaya geser, pukulan dan

pembengkokan. Pelat datar merupakan pelat datar yang tidak mempunyai kepala kolom (drop panel).

b) Sistem lantai Grid (waffle system)

Sistem lantai grid mempunyai balok-balok yang saling bersilang dengan jarak yang relatif rapat, dengan pelat atas yang tipis.

c) Sistem pelat dan balok

Sistem pelat lantai ini terdiri dari lantai yang ditumpu oleh balok-balok monolit, yang umumnya ditempatkan pada jarak 3,00 m hingga 6,00 m. Sistem ini banyak dipakai, dikarenakan lebih kokoh dan sering dipakai untuk menunjang sistem pelat lantai yang tidak beraturan.

Menurut geometri dan arah arah tulangan, cara analisis pelat dibagi menjadi dua yaitu :

a) Pelat satu arah *one way slab* (sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok satu arah)

Sistem pelat satu arah diartikan sebagai elemen pelat yang memiliki kecenderungan mentransfer beban hanya ke satu arah. Perencanaan pelat satu arah, mengacu pada SNI 2847 : 2019.

$$\beta > L_y / L_x > 2,0,$$

Rasio bentang panjang (L_y) terhadap bentang pendek (L_x) ≥ 2 , sehingga beban yang bekerja pada struktur cenderung menyebar kedua sisi tumpuan terdekat. Pelat beton lebih dominan menahan pada bentang 1 arah saja contoh pelat kantilever, pelat yang di tumpu oleh 2 tumpuan.

Tabel 2.3 Tebal minimum pelat satu arah

Kondisi Tumpuan	H minimum
Tumpuan sederhana	$\frac{1}{20}$
Satu ujung menerus	$\frac{1}{24}$
Kedua ujung menerus	$\frac{1}{28}$
kantilever	$\frac{1}{10}$

(Sumber : SNI 2847: 2019)

Rumusan pada tabel diatas dapat diaplikasikan untuk beton dengan mutu normal dan tulangan mutu $f_y = 400$ MPa. Untuk kasus lain, minimum h harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$.

- b) Pelat dua arah / *two way slab* (sistem perencanaan pelat dengan tulangan pokok dua arah)

Sistem Pelat dua arah akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Perencanaan pelat dua arah, mengacu pada SNI 2847-2019.

$$1,0 < \beta < 2,0$$

Rasio bentang panjang (L_y) terhadap bentang pendek (L_x) < 2 , sehingga beban yang bekerja pada struktur cenderung menyebar keempat sisi tumpuan.

Tebal minimum pelat tanpa balok

Pelat tanpa penebalan = 120 mm

Pelat dengan penebalan = 100 mm

Mengacu pada SNI 2847 : 2019

Tabel 2.4 Tebal minimum pelat dua arah

α_{fm}	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} = 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} = 2,0$	Terbesar dari :	$l_n \left[0,8 + \frac{f_y}{1400} \right]$	(b)
		$\frac{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)}{125}$	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari :	$l_n \left[0,8 + \frac{f_y}{1400} \right]$	(d)
		$\frac{36 + 9\beta}{90}$	(e)

(Sumber : SNI 2847 : 2019)

2) Balok

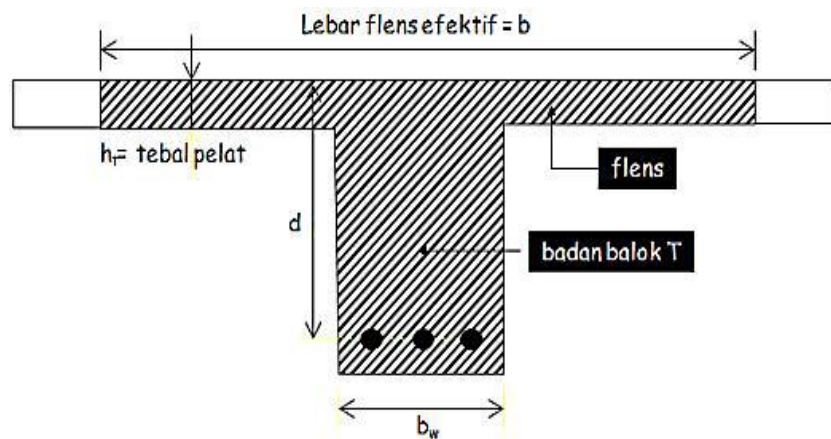
Perencanaan untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan yang besar, ketebalan keseluruhan balok h tidak boleh kurang dari batas minimum pada Tabel 2.5, kecuali jika hasil hitungan pada batas lendutan terpenuhi. Rumusan pada Tabel 2.5 dapat diaplikasikan untuk beton dengan mutu normal dan tulangan mutu $f_y = 400$ MPa. Untuk kasus lain, minimum h harus dikalikan dengan $(0,4 + f_y / 700)$

Tabel 2.5 Tinggi minimum balok

Kondisi Perletakan	H
Perletakkan sederhana	$\frac{L}{16}$
Menerus satu sisi	$\frac{L}{18,5}$
Menerus dua sisi	$\frac{L}{21}$
Kantilever	$\frac{L}{8}$

(Sumber : SNI 2847 : 2019)

Perencanaan penampang balok yang digunakan berupa balok T. Balok T adalah balok yang pengecorannya dilaksanakan bersamaan dengan pengecoran pelat lantai (monolit). Sehingga plat beton diperhitungkan sebagai sayap dari balok, dengan lebar sayap tertentu. Secara umum balok T dibagi menjadi 2 yaitu balok pinggir (exterior)/Balok L dan balok tengah (interior)/Balok T. Untuk menghitung Balok T dan Balok L digunakan standar SNI 2847 : 2019 Pasal 8.12.2 dan Pasal 8.12.3.



Gambar 2.1 Penampang balok T

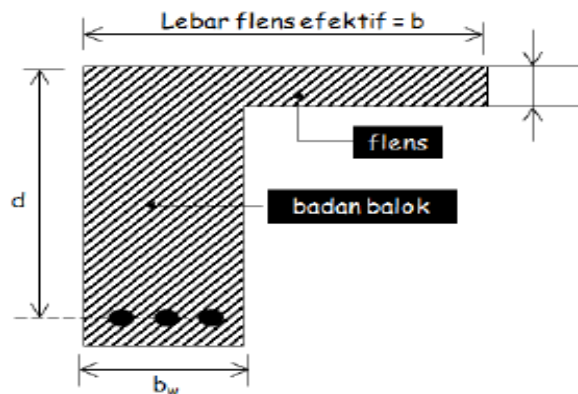
Sumber : SNI 2847-2019

Lebar *flens efektif* yang diperhitungkan tidak lebih besar dan diambil nilai terkecil dari nilai-nilai berikut :

Seperempat panjang bentang balok ($L/4$).

Delapan kali tebal slab ($8t$).

$\frac{1}{2}$ jarak bersih antara badan-badan balok yang bersebelah ($\frac{1}{2} (L - \frac{1}{2} K1 - \frac{1}{2} K2)$).



Gambar 2.2 Penampang balok L

Sumber : SNI 2847-2019

Lebar *flens efektif* yang diperhitungkan tidak lebih besar dan diambil nilai terkecil dari nilai-nilai berikut :

Seperduabelas panjang bentang balok ($L/12$).

Enam kali tebal slab ($6t_p$).

$\frac{1}{2}$ jarak bersih antara badan-badan balok yang berdekatan ($\frac{1}{2} (L - \frac{1}{2} K1 - \frac{1}{2} K2)$).

3) Kolom

Kolom adalah komponen struktur umumnya vertikal, digunakan untuk memikul beban tekan aksial, tapi dapat juga memikul momen, geser atau torsi. Perhitungan struktur kolom menggunakan rumusan sebagai berikut :

$$\frac{A_g \geq P_u}{0,30 f_c'} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dengan :

A_g = Luas penampang kotor kolom (mm^2)

P_u = Beban total yang bekerja pada kolom (N)

f_c' = kuat tekan kolom (N/mm^2)

4. PPPURG 1987

Menurut Pedoman Perencanaan Peraturan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987) perencanaan struktur bangunan harus memperhitungkan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut. Beban-beban tersebut antara lain adalah beban mati, beban hidup, beban angin, beban gempa dan beban khusus.

a. Beban Mati

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki fungsi struktural menahan beban.

Tabel 2.6 Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung

No.	Nama Material	Berat Jenis	Satuan
1	Baja	7850	Kg/m ³
2	Batu alam	2600	Kg/m ³
3	Batu belah, batu bulat, batu gunung (tumpuk)	1500	Kg/m ³
4	Batu karang	700	Kg/m ³
5	Batu pecah	1450	Kg/m ³
6	Besi tuang	7250	Kg/m ³
7	Beton	2200	Kg/m ³
8	Beton bertulang	2400	Kg/m ³
9	Kayu	1000	Kg/m ³
10	Kerikil, koral	1650	Kg/m ³
11	Pasangan bata merah	1700	Kg/m ³
12	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2200	Kg/m ³

No.	Nama Material	Berat Jenis	Satuan
13	Pasangan batu cetak	2200	Kg/m ³
14	Pasangan batu karang	1450	Kg/m ³
15	Pasir	1600	Kg/m ³
16	Pasir jenuh air	1800	Kg/m ³
17	Pasir kerikil, koral	1850	Kg/m ³
18	Tanah, lempung kering	1700	Kg/m ³
19	Tanah, lempung basah	2000	Kg/m ³
20	Timah hitam	11400	Kg/m ³

(Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung PPPURG 1987)

Tabel 2.7 Komponen Gedung

No.	Jenis Material	Berat Jenis	Satuan
1	Adukan, per cm tebal	21	Kg/m ²
2	Aspal, termasuk bahan penambah	14	Kg/m ²
3	Dinding satu bata	450	Kg/m ²
4	Dinding setengah bata	250	Kg/m ²
5	Dinding batako berlubang		
	Tebal 20 cm	200	Kg/m ²
	Tebal 10 cm	120	Kg/m ²
6	Dinding batako tanpa lubang		
	Tebal 15 cm	300	Kg/m ²
	Tebal 10 cm	200	Kg/m ²
7	Langit-langit asbes termasuk rangka	11	Kg/m ²
8	Lantai kayu untuk bentang 5 m dan beban hidup	40	Kg/m ²
9	Rangka plafon kayu	7	Kg/m ²
10	Atap genting dengan reng dan usuk	50	Kg/m ²
11	Atap sirap dengan reng dan usuk	40	Kg/m ²
12	Atap seng gelombang	10	Kg/m ²
13	Penutup lantai per cm tebal	24	Kg/m ²

(Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung PPPURG 1987)

b. Beban Hidup

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan didalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah. Beban hidup yang diperhitungkan adalah beban hidup selama masa layan. Beban hidup selama masa konstruksi tidak diperhitungkan karena diperkirakan beban hidup masa layan lebih besar daripada beban hidup pada masa konstruksi. Sesuai dengan PPPURG 1987 beban hidup pada lantai yang direncanakan dapat dilihat dari tabel berikut :

Tabel 2.8 Beban hidup pada lantai gedung

No.	Jenis Material	Berat Jenis	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b.	200	kg/m ²
2	Lantai dan tangga rumah sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel.	125	kg/m ²
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit.	250	kg/m ²
4	Lantai ruang olah raga	400	kg/m ²
5	Lantai ruang dansa	500	kg/m ²
6	Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam as/d e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton	400	kg/m ²

No.	Jenis Material	Berat Jenis	Satuan
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri.	500	kg/m ²
8	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300	kg/m ²
9	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g.	500	kg/m ²
10	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g.	250	kg/m ²
11	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400	kg/m ²
12	Lantai gedung parkir bertingkat:		
	- untuk lantai bawah	800	kg/m ²
	- untuk lantai tingkat lainnya	400	kg/m ²
13	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300	kg/m ²

(Sumber : Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung PPPURG 1987)

5. Pembebanan Bangunan Menurut SNI 1727 : 2020

Berdasarkan SNI 1727 : 2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya. Pembebanan yang dihitung meliputi beban mati dan beban hidup.

a. Beban Mati

Beban mati dalam perencanaan gedung rumah sakit ini meliputi beban mati berat sendiri (*dead load*), beban mati sendiri (*super imposed dead load*).

1) Beban Mati Berat Sendiri (*DL*)

Beban mati (*dead load*) adalah berat seluruh komponen elemen struktural bangunan yang terdiri atas pelat, balok dan kolom. Beban mati akan dihitung secara otomatis menggunakan *software* SAP2000 v.20 dengan berat jenis material beton 24 kN/m^3 dan berat jenis tulangan $78,50 \text{ kN/m}^3$.

2) Beban Mati Tambahan (*SDL*)

Beban mati tambahan atau *super imposed dead load* adalah berat komponen nonstruktural. Berikut ini adalah daftar beban mati tambahan pada bangunan rumah sakit yang diperhitungkan.

Tabel 2.9 – Beban mati tambahan (*SDL*) untuk lantai

Beban mati tambahan (SIDL) untuk lantai		Beban (kN/m^2)
Spesi Tebal 3 cm	:	0,63 kN/m^2
Keramik Tebal 1 cm	:	0,24 kN/m^2
Plafond dan Penggantung	:	0,18 kN/m^2
Instalasi ME	:	0,25 kN/m^2

(Sumber : PPPURG 1987)

Tabel 2.10 – Beban mati tambahan (*SDL*) untuk lantai atap

Beban mati tambahan (SIDL) untuk lantai atap		Beban (kN/m ²)
Waterprofing	:	0,28 kN/m ²
Plafond dan Penggantug	:	0,18 kN/m ²
Instalasi ME	:	0,25 kN/m ²

(Sumber : PPPURG 1987)

3) Beban Hidup (LL)

Beban hidup atau *live load* adalah beban yang terjadi akibat penggunaan gedung yang berasal dari barang atau orang yang dapat berpindah tempat sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap. Di bawah ini terdapat tabel beban hidup terdistribusi merata untuk struktur bangunan :

Tabel 2.11 – Beban hidup berdasarkan fungsi bangunan

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Apartemen (lihat rumah tinggal)					
Sistem lantai akses					
Ruang kantor	50 (2,4)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,9)	
Ruang komputer	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,9)	
Gudang persenjataan dan ruang latihan	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Kursi tetap (terikat di lantai)	60 (2,87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lobi	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Panggung pertemuan	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Lantai podium	150 (7,18)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Tribun penonton Stadion dan arena	60 (2.87)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang pertemuan lainnya	100 (4.79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk daerah yang dilayani. Tidak perlu melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Jalur untuk akses pemeliharaan	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	
Koridor					
Lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Ruang makan dan restoran	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Hunian (lihat rumah tinggal)					
Dudukan mesin elevator					
(pada area 2 in.x 2 in. [50 mm x 50 mm])				300 (1,33)	
Konstruksi pelat lantai finishing ringan				200 (0,89)	
(pada area 1 in.x 1 in. [25 mm x 25 mm])					
Jalur penyelamatan saat kebakaran	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Hunian satu keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tangga permanen				Lihat Pasal	
				4.5.4	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Mobil penumpang saja	40 (1,92)	Tidak (4.7.4)	Ya (4.7.4)	Lihat Pasal	
				4.10.1	
Truk dan bus	Lihat Pasal			Lihat Pasal	
	4.10.2			4.10.2	
Pegangan tangga dan pagar pengaman	Lihat 4.5.1			Lihat 4.5.1	
Batang pegangan				Lihat 4.5.2	
Helipad (Lihat Pasal 4.11)					
Helikopter dengan berat lepas landas sebesar 3.000 lb (13,35 kN) atau kurang	40 (1,92)	Tidak (4.11.1)		Lihat Pasal	
				4.11.2	
Helikopter dengan berat lepas landas Lebih dari 3.000 lb (13,35 kN)	60 (2,87)	Tidak (4.11.1)		Lihat Pasal	
				4.11.2	
Rumah sakit					
Ruang operasi, laboratorium	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang pasien	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Koridor diatas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Perpustakaan					
Ruang baca	60 (2,87)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Ruang penyimpanan	150 (7,18)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	4.13
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Pabrik					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	2.000 (8,90)	
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	3.000 (13,35)	
Gedung perkantoran					
Ruang arsip dan komputer harus dirancang untuk beban yang lebih berat berdasarkan pada perkiraan hunian					
Lobi dan koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Kantor	50 (2,40)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	2.000 (8,90)	
Lembaga hukum					
Blok sel	40 (1,92)	40 (1,92)	Ya (4.7.2)		
Koridor	100 (4,79)	100 (4,79)	Ya (4.7.2)		
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,59)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Gimnasium	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Loteng yang tidak dapat dihuni tanpa gudang	10 (0,48)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.1
Loteng yang tidak dapat dihuni	20 (0,96)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		4.12.2
Loteng yang dapat dihuni dan ruang tidur	30 (1,44)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Semua ruang kecuali tangga	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		

Hunian atau penggunaan	Merata, Load psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Ruang pribadi dan koridornya	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Ruang publik	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Koridor ruang publik	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Atap					
Atap datar, berbubung, dan lengkung	20 (0,96)	Ya (4.8.2)			4.8.1
Atap yang digunakan penghuni	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)			
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,70)	Ya (4.8.3)			
Atap bukan untuk hunian	20 (0,96)	Ya (4.8.2)			
Atap untuk tempat berkumpul	100 (4,79)	Ya (4.8.3)			
Atap untuk penggunaan lainnya	Sama dengan penggunaan yang dilayani	Ya (4.8.3)			
Awning dan kanopi					

Hunian atau penggunaan	Merata, Load psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Atap konstruksi fabric yang	5 (0,24)		Tidak (4.8.2)		
Rangka penumpu layar penutup	5 (0,24)		Tidak (4.8.2)	200 (0,89)	
	berdasarkan area tributari dari atap yang didukung oleh komponen struktur rangka				
Semua konstruksi lainnya	20 (0,96)		Ya (4.8.2)		4.8.1
Komponen struktur atap utama, yang					
Titik panel tunggal dari kord				2000 (8,90)	
bawah rangka batang atap					
atau suatu titik sepanjang					

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
pendukung atap diatas pabrik,					
gudang penyimpanan dan					
pekerjanya, dan garasi					
bengkel				300 (1,33)	
Semua komponen struktur atap utama lainnya				300 (1,33)	
beban pekerja pemeliharaan					
Sekolah					
Ruang kelas	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,83)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Scuttles, rusuk untuk atap kaca dan langit-langit yang dapat diakses				200 (0,89)	

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Jalan di pinggir untuk pejalan kaki, jalan	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	8.000 (35,60)	4.15
lintas kendaraan, dan lahan/jalan					
untuk truk-truk					
Tangga dan jalan keluar	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16
Gudang diatas langit-langit	20 (0,96)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Gudang penyimpanan dan pekerja (harus dirancang untuk beban lebih berat jika diperlukan)					
Ringan	125 (6,00)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)		
Berat	250 (11,97)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)		
Toko					

Hunian atau penggunaan	Merata, Lo psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diizinkan (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berlantai banyak diizinkan (No. Pasal)	Terpusat lb (kN)	Juga Lihat Pasal
Lantai pertamal	100 (14,79)	Yal (4.7.21)	Yal (4.7.21)	1.000l (4,45l)	
Lantai diatasnya	75l (3,59l)	Yal (4.7.21)	Yal (4.7.21)	1.000l (4,45l)	
Pekarangan danl teras, jalurl pejalan	100l (4,79l)	Tidakl (4.7.51)	Tidakl (4.7.51)		
Kakil					

(sumber : SNI 1727:2020)

6. Kombinasi Beban Terfaktor dan Beban Layan

Struktur bangunan gedung dan nongedung harus didesain menggunakan kombinasi pembebanan berdasarkan 0 atau 0. Sistem fondasi, baik untuk bangunan gedung dan nongedung, tidak boleh gagal terlebih dahulu daripada struktur yang ditumpunya, sehingga kombinasi pembebanan yang mempertimbangkan faktor kuat lebih harus diaplikasikan dalam desain sistem pondasi.

a. Kombinasi Beban untuk Metode Ultimate.

Struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus didesain sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi seperti di bawah. Pengaruh adanya satu atau lebih beban yang tidak bekerja harus ditinjau. Pengaruh yang paling menentukan dari beban-beban angin dan seismik harus ditinjau, tetapi kedua beban tersebut tidak perlu ditinjau secara

simultan. Lihat 0 untuk definisi khusus mengenai pengaruh beban gempa *E*.

- 1) $1,4 D$
- 2) $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
- 3) $1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1,0 L \text{ atau } 10,5 W)$
- 4) $1,2 D + 1,0 W + 1,0 L + 0,5 (Lr \text{ atau } Rl)$
- 5) $1,2 D + 1,0 E + 1,0 L1$
- 6) $0,9 D + 1,0 W$
- 7) $0,9 D + 1,0 E$

Dengan :

- D = Pengaruh beban mati
 L = Pengaruh beban hidup
 W = Pengaruh bebanl angin
 E = Pengaruh bebanl gempa

b. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Regangan Sendiri/*Self-Straining Force*

Apabila pengaruh struktural dari *T* (pengaruh regangan sendiri) ternyata dapat merugikan performa atau keselamatan struktur, maka *T* harus diperhitungkan dalam kombinasi beban. Faktor beban untuk *T* harus ditentukan dengan memperhitungkan ketidakpastian terkait kemungkinan besaran pengaruh dan beban struktur, kemungkinan bahwa pengaruh maksimum dari *T* akan muncul bersamaan dengan beban lain yang bekerja, dan potensi konsekwensi yang merugikan apabila pengaruh *T* lebih besar

daripada yang telah diasumsikan. Faktor beban untuk T tidak boleh kurang dari 1,0.

c. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Beban Seismik

Apabila suatu struktur menerima pengaruh beban seismik, maka kombinasi-kombinasi beban berikut harus diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar di atas. Pengaruh beban seismik yang paling menentukan harus ditinjau, tetapi tidak perlu diperhitungkan secara bersamaan dengan beban angin.

Apabila pengaruh beban seismik yang dimaksud, $E = f(E_v, E_h)$ (pada 0 atau 0) dikombinasikan dengan pengaruh beban lainnya, maka kombinasi beban seismik yang harus digunakan adalah:

- 1) $1,2D + E_v + E_h + L$
- 2) $0,9D - E_v + E_h$

d. Kombinasi beban untuk metode tegangan izin

Beban-beban di bawah ini harus ditinjau dengan kombinasi-kombinasi berikut untuk perencanaan struktur, komponen-elemen struktur dan elemen-elemen fondasi. Pengaruh dari satu atau beberapa beban lain yang tidak disebutkan harus ditinjau. Pengaruh beban seismik harus dikombinasikan dengan beban lain seperti dijelaskan pada pasal ini. Beban angin dan beban seismik tidak perlu ditinjau secara bersamaan. Lihat 0 untuk definisi khusus mengenai pengaruh beban gempa E .

Peningkatan tegangan izin tidak boleh diterapkan pada beban atau kombinasi beban yang disampaikan pada tata cara ini, kecuali bila hal

tersebut dapat dibuktikan berlaku akibat pengaruh laju atau durasi pembebanan.

- 1) D
- 2) $D + L$
- 3) $D + (L_r \text{ atau } R)$
- 4) $D + 0,75L + 0,75(L_r \text{ atau } R)$
- 5) $D + 0,6W$
- 6) $D + 0,75(0,6W) + 0,75L + 0,75(L_r \text{ atau } R)$
- 7) $0,6D + 0,6W$

Bila beban fluida F bekerja pada struktur, maka keberadaannya harus diperhitungkan dengan nilai faktor beban yang sama dengan faktor beban untuk beban mati D pada kombinasi 1 hingga 6.

e. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Rgangan Sendiri/ *Self-Straining Force*

Apabila pengaruh struktural dari T (pengaruh regangan sendiri/*self-straining force*) ternyata dapat merugikan performa atau keselamatan struktur, maka T harus diperhitungkan dalam kombinasi beban. Apabila pengaruh maksimum dari T akan muncul bersamaan dengan pengaruh maksimum dari beban lain yang bekerja, maka diperbolehkan untuk mengurangi besaran T yang ditinjau dalam kombinasi beban. Pengurangan besaran nilai T yang ditinjau dalam kombinasi beban tidak boleh kurang dari 0,75.

f. Kombinasi Pembebanan dengan Pengaruh Beban Seismik

Apabila suatu struktur menerima pengaruh beban seismik, maka kombinasi-kombinasi beban berikut harus diperhitungkan bersama dengan kombinasi beban dasar di atas. Apabila pengaruh beban seismik yang dimaksud, $E = f(E_v, E_h)$ (pada 0) dikombinasikan dengan pengaruh beban lainnya, maka kombinasi beban seismik yang harus digunakan adalah:

$$1) 1,0D + 0,7E_v + 0,7E_h$$

$$2) 1,0D + 0,525E_v + 0,525E_h + 0,75L$$

$$3) 0,6D - 0,7E_v + 0,7E_h$$

Apabila pengaruh beban seismik dengan kuat lebih yang ditinjau $E_m = f(E_v, E_{mh})$ (pada 0) dikombinasikan dengan pengaruh beban lainnya, maka kombinasi beban seismik untuk struktur yang harus digunakan adalah:

$$1) 1,0D + 0,7E_v + 0,7E_{mh}$$

$$2) 1,0D + 0,525E_v + 0,525E_{mh} + 0,75L$$

$$3) 0,6D - 0,7E_v + 0,7E_{mh}$$

Apabila metode tegangan izin digunakan bersamaan dengan pengaruh beban seismik sesuai 0 dan diaplikasikan pada kombinasi beban 8, 9, atau 10, tegangan izin diperbolehkan untuk ditingkatkan sebesar 1,2 kali. Peningkatan ini tidak boleh dikombinasikan dengan peningkatan pada tegangan izin atau pengurangan kombinasi beban kecuali diizinkan oleh peraturan ini atau dokumen acuan material kecuali untuk peningkatan yang diakibatkan oleh faktor penyesuaian sesuai dengan AWC NDS.

7. SNI 1726:2019

SNI 1726:2019 adalah standar publik Indonesia yang mengatur strategi penanggulangan gempa pada struktur bangunan dan non bangunan. Perencana, insinyur, dan arsitek dapat menggunakan pedoman dalam standar ini untuk menciptakan bangunan yang mampu menahan beban gempa berdasarkan tingkat risiko seismik di lokasi bangunan. Menyusul revisi SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Struktur Bangunan Gedung dan Non Bangunan, BSN menetapkan SNI ini. Saat ini SNI 03-1726-2012 yang terakhir diubah menjadi SNI 1726:2019 telah dijadikan pedoman SNI wajib oleh Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) melalui Pedoman Pejabat Pekerjaan Umum No. dengan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 29/PRT/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung, juga menjadi acuan dalam Pedoman Penerapan Prinsip-Prinsip Keteknikan Pertambangan yang Baik. 1827.K/30/MEM/2018. Berdasarkan SNI 1726 : 2019, perhitungan pengaruh beban gempa pada struktur dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode analisis, diantaranya adalah :

a. Metode *Statis Ekuivalen* (Beban lateral *ekivalen*)

Analisa metodel statis ekuivalen merupakan suatu analisis yang hanya mempertimbangkan getar mode atau ragam pertama. Ragam mode pertama tersebut dapat diasumsikan mengikuti sebuah garis lurus. Respons struktur yang diakibatkan gempa sangat dipengaruhi oleh bentuk geometri bangunan itu sendiri. Menurut Pauly dan Priestley, Bangunan yang memiliki bentuk yang beraturan memiliki ketahanan atas gempa lebih tinggi daripada bangunan

yang memiliki bentuk geometris yang tidak beraturan. Analisa perencanaan struktur gedung terhadap efek beban gempa yang bersifat statis, pada dasarnya merupakan Upaya untuk menggantikan beban dinamis dengan gaya lateral yang bersifat statis. Metode ini disebut dengan Metode Gaya Lateral *Ekivalen* (*Equivalent Lateral Force Method*). Metode ini menitikberatkan pada suatu elemen struktur yang dibebani gaya gempa merupakan hasil dari perkalian Berat aktual total struktur dikalikan dengan koefisien berat yang didapat dari jenis tanah situs beserta nilai percepatan gaya gempa periode pendek.

b. Metode Spektrum Respon (*Response spectrum*)

Respons spektrum adalah suatu spektrum yang dijelaskan dalam bentuk grafik antara periode getar struktur yang berlawanan dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum berupa Simpangan, kecepatan, percepatan. Sedangkan nilai spektrum respon dipengaruhi oleh periode getar, nilai rasio redaman, nilai daktilitas struktur, serta jenis tanah pada suatu situs.

1) Menerapkan Kategori Risiko

Faktor keutamaan gempa dan kategori risiko struktur bangunan untuk berbagai risiko struktur bangunan gedung dan nongedung sesuai tabel 3 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan gempa I_e menurut Tabel 4. Khusus untuk struktur bangunan dengan kategori risiko IV, dibutuhkan pintu masuk untuk operasional dari struktur bangunan yang bersebelahan maka struktur bangunan yang bersebelahan tersebut harus didesain sesuai dengan kategori risiko IV.

Tabel 2.12 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Nongedung

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia padasaat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan 2. Fasilitas sementara 3. Gudang penyimpanan 4. Rumah jaga dan struktur kecil lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I, III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perumahan 2. Rumah toko dan rumah kantor 3. Pasar 4. Gedung perkantoran 5. Gedung apartemen / rumah susun 6. Pusat perbelanjaan / mall 7. Bangunan industri 8. Fasilitas manufaktur 9. Pabrik 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia padasaat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bioskop 2. Gedung pertemuan 3. Stadion 4. Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat 5. Fasilitas penitipan anak 6. Penjara 7. Bangunan untuk orang jompo. <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memilikipotensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari -hari bila terjadi kegagalan, termasuk,tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pusat pembangkit listrik biasa 2. Fasilitas penanganan air 	III

<p>3. Fasilitas penanganan limbah</p> <p>4. Pusat telekomunikasi</p> <p>Gedung dan non gedung 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</p> <p>bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bangunan-bangunan monumental 2. Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan 3. Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat 4. Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat 5. Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya 6. Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat 7. Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat 8. Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV</p>	IV

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

2) Menentukan Faktor Keutamaan Gempa

Nilai faktor keutamaan gempa didapat berdasarkan kategori risiko bangunan seperti pada Tabel 2.13 berikut:

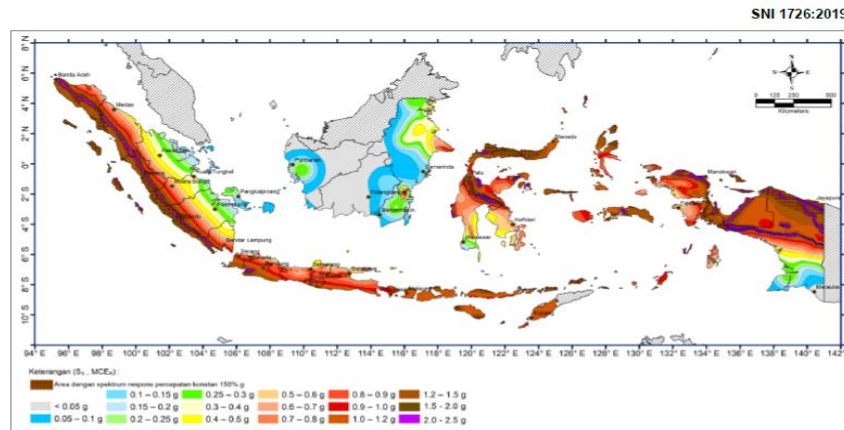
Tabel 2.13 Faktor Keutamaan Gempa

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

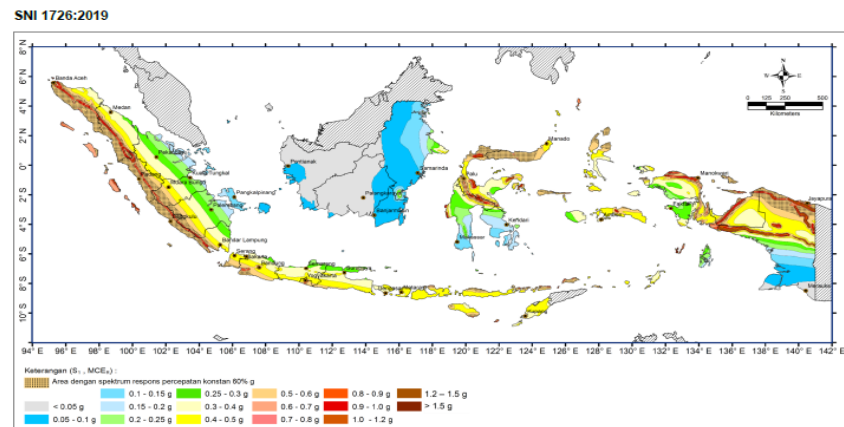
(Sumber : SNI 1726 : 2019)

3) Menentukan Parameter Percepatan Gempa

Parameter percepatan gempa dalam SNI 1726 : 2019 adalah parameter percepatan terpetakan. Dimana parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_I (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dengan redaman 5% berdasarkan gempa maksimum yang dipertimbangkan ($M_{CER} = Risk\ Maksimum\ Eartquake$) dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 0 dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 50 tahun dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila $S_I \leq 0,04\ g$ dan $S_s \leq 0,15\ g$, maka struktur bangunan boleh dimasukkan kedalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam 0.



Gambar 2.3 Peta Percepatan Batuan Dasar Pada Periode Pendek (S_s)
(sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)



Gambar 2.4 Peta Percepatan Batuan Dasar Pada Periode 1 (satu)
(sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)

4) Menentukan Klasifikasi Situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA , SB , SC , SD , SE , atau SF yang mengikuti 0. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs-nya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs lainnya. Jika penyelidikan tanah yang dilakukan sesuai dengan pasal 0 menunjukkan adanya kondisi batuan yang konsisten dengan kelas situs SB ,

tetapi tidak dilakukan pengukuran kecepatan gelombang geser situs-spesifik, maka koefisien situs F_a , F_v , dan F_{PGA} harus diambil sebesar 1,0.

Tata cara pengklasifikasian suatu tapak untuk memberikan kriteria desain seismik berupa faktor amplifikasi bangunan dijelaskan pada tabel ini. Tabel 2.14 harus digunakan untuk mengklasifikasikan profil tanah di lokasi tersebut.

Tabel 2.14 Klasifikasi Situs

Kelas situs	v_s (m/detik)	N atau N_{ch}	s_u (kPa)
<i>SA</i> (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
<i>SB</i> (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
<i>SC</i> (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	≥100
<i>SD</i> (<i>tanah sedang</i>)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
<i>SE</i> (<i>tanah lunak</i>)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $s_u < 25$ kPa		
<i>SF</i> (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 0)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plasitisitas $PI > 75$) Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $s_u < 50$ kPa		

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

5) Menentukan Koefisien Situs

Untuk penentuan respons spektral percepatan gempa MCER dipermukaan tanah diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut ini:

$$S_{MS} = F_a S_S \dots\dots\dots (2.2)$$

$$S_{M1} = F_v S_1 \dots\dots\dots (2.3)$$

Dengan :

F_a = Getaran periode pendek.

S_{MS} = Parameter respons spektral percepatan pada periode pendek.

S_{M1} = Parameter respons spektral percepatan pada periode 1 detik.

S_S = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek.

S_1 = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik.

Tabel 2.15 Koefisien Situs (F_a)

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T = 0,2 Detik, S _s					
	S _s ≤ 0,25	S _s ≤ 0,5	S _s ≤ 0,75	S _s ≤ 1,0	S _s ≤ 1,25	S _s ≤ 1,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS ^(a)					

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Tabel 2.16 Koefisien Situs (F_v)

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE _R) terpetakan pada periode pendek, T = 1 Detik, S ₁					
	S _s ≤ 0,1	S _s ≤ 0,2	S _s ≤ 0,3	S _s ≤ 0,4	S _s ≤ 0,5	S _s ≤ 0,6
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS ^(a)					

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

6) Menentukan Parameter Percepatan Spektral Desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik, S_{DI} , harus ditentukan melalui perumusan berikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan :

S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek.

S_{DI} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik.

7) Menentukan Spektrum Respons Desain

Spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara dan prosedur garak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3 dan mengikuti ketentuan dibawah ini ini :

Untuk periode yang lebih kecil dan T_0 , spektrum respons percepatan desain, S_a , harus diambil dari persamaan :

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan :

S_a = Spektrum respons percepatan desain

S_{DS} =Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek

T = Periode getar fundamental struktur

Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , sama dengan S_{SD} .

Untuk periode lebih besar dari T_s , tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{SD_1}{T} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

S_a = Spektrum respons percepatan desain

S_{D1} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek ;

T = Periode getar fundamental struktur

Untuk periode lebih besar dari T_L , respons spektral percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan :

$$S_a = \frac{S_{D1}T_1}{T_2} \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek ;

S_{D1} = Parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek ;

T = Periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(2.8)$$

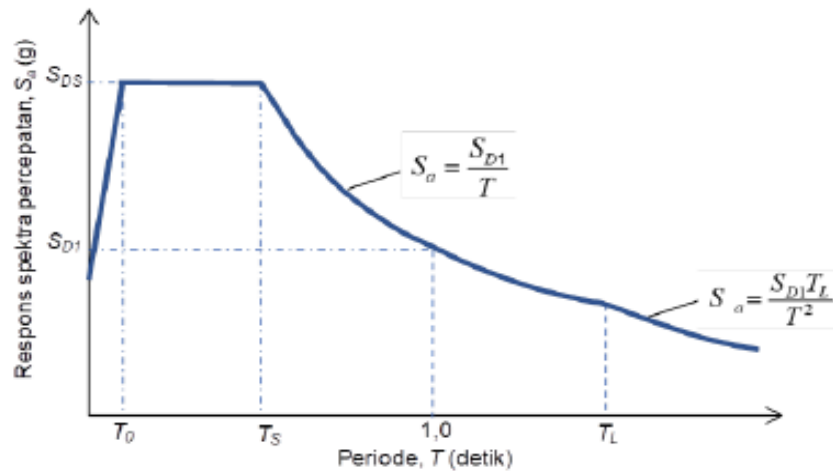
Dengan :

T = Periode getar fundamental struktur

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots(2.9)$$

Dengan :

T_L = Peta transisi periode panjang



Gambar 2.5 Spektrum respon desain

(sumber : <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>)

Berdasarkan SNI 1726 : 2019 pada analisis respon spectra adalah perhitungan skala faktor. Faktor skala dapat dihitung menggunakan rumus :

$$\text{Faktor skala} = \frac{g \cdot l_e}{R} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dengan :

g = Gaya Gravitasi (m /s²)

l_e = Faktor Keutamaan bangunan

R = Faktor Koefien Modifikasi

8) Kategori Desain Seismik

Berdasarkan SNI 1726:2019, struktur harus diidentifikasi sebagai milik kategori desain seismik. Struktur dengan risiko I, II, atau III yang terletak di lokasi dimana parameter respon spektral percepatan S1 untuk periode satu detik lebih besar atau sama dengan 0,75 harus diidentifikasi sebagai termasuk

dalam kategori desain seismik E. Kategori desain seismik F harus ditetapkan pada struktur dalam kategori risiko IV yang memiliki parameter respons spektral percepatan pemetaan pada periode satu detik, S_1 , yang lebih besar atau sama dengan 0,75. Berdasarkan kategori dan parameter respons spektral percepatannya, semua struktur lainnya harus dimasukkan ke dalam kategori desain seismik.

Dengan asumsi bahwa S_1 berada di bawah 0,75, maka kelas rencana seismik diperbolehkan untuk tidak ditetapkan sesuai Tabel 2.13, dimana setiap ketentuan di bawah ini berlaku:

- a) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perkiraan periode fundamental struktur, T_a , yang ditentukan sesuai dengan 0 adalah kurang dari $0,8T_S$, di mana T_S ditentukan sesuai dengan 0;
- b) Pada masing-masing dua arah ortogonal, periode fundamental struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar tingkat adalah kurang dari T_S ;
- c) Persamaan (31) digunakan untuk menentukan koefisien respons seismik, C_S ;
- d) Diafragma struktural adalah kaku sebagaimana disebutkan di 0 atau untuk diafragma yang fleksibel, jarak antara elemen-elemen vertikal pemikul gaya seismik tidak melebihi 12 m.
- e) Apabila digunakan alternatif prosedur penyederhanaan desain pada pasal 0, kategori desain seismik diperbolehkan untuk ditentukan dari Tabel 2.10 dengan menggunakan nilai S_{DS} yang ditentukan

dalam 0.

Tabel 2.17 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode pendek

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

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Tabel 2.18 Kategori desain seismik berdasarkan parameter respons percepatan pada periode 1 detik

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

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

9) Hitungan Berat Struktur

Hitungan berat struktur per lantai harus meliputi berat akibat sendiri elemen-elemen struktur dan berat akibat beban hidup total yang membebani struktur. Berdasarkan UBC (1997) dan ASCE (2010), beban hidup yang harus ditinjau pada perhitungan pengaruh beban gempa adalah porsi beban hidup yang dianggap tetap. Porsi beban pada dasarnya sangat bergantung pada fungsi bangunan. Untuk bangunan umum porsi beban hidup yang bersifat tetap dapat diambil sebesar 30% beban hidup total.

10) Pemilihan Prosedur Analisis

Analisis struktur yang disyaratkan oleh pasal 0 harus terdiri dari salah satu tipe yang diizinkan dalam Tabel 2.19, berdasarkan pada kategori desain seismik struktur, sistem struktur, property dinamik, dan keteraturan, sebuah prosedur alternatif yang diterima secara umum diizinkan untuk digunakan dengan persetujuan pihak berwenang. Prosedur analisis yang dipilih harus dilengkapi sesuai dengan persyaratan dari pasal yang terkait yang dirujuk dalam Tabel 2.19. Berat seismik efektif struktur, W , harus menyertakan seluruh beban mati dan beban lainnya yang terdaftar di bawah ini:

- a) Dalam daerah yang digunakan untuk penyimpanan: minimum sebesar 25 % beban hidup lantai.

Pengecualian :

Bila beban penyimpanan tidak lebih dari 5 % terhadap berat seismik efektif pada tingkat tersebut, beban tidak perlu dimasukkan dalam berat seismik efektif.

Beban hidup lantai di tempat parkir umum dan struktur parkir terbuka tidak perlu dimasukkan.

- b) Jika ketentuan desain beban lantai untuk partisi disyaratkan SNI 1727 pasal 4.3.2, sebesar beban terbesar antara berat partisi aktual atau berat daerah lantai minimum sebesar $0,48 \text{ kN/m}^2$;
- c) Berat operasional total dari peralatan yang permanen;
Berat lanskap dan beban lainnya pada taman atap dan area sejenis.

Tabel 2.19 Prosedur Analisis yang Diizinkan

Kategori desain seismik	Karakteristik struktur	Analisis gaya lateral ekuivalen pasal 0	Analisis spektrum respons ragam pasal 0	Prosedur respons riwayat waktu seismik pasal 0
B, C	Semua struktur	I	I	I
D, E, F	Bangunan dengan kategori risiko I atau II yang tidak melebihi 2 tingkat di atas dasar	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dan ketinggiannya tidak melebihi 48,8 m	I	I	I
	Struktur tanpa ketidakberaturan struktural dengan ketinggian melebihi 48,8 m dan $T < 3,5 T_s$	I	I	I
	Struktur dengan ketinggian tidak melebihi 48,8 m dan hanya memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 2, 3, 4 atau 5 atau ketidakberaturan vertikal tipe 4, 5a atau 5b	I	I	I
	Semua struktur lainnya	TI	I	I

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Catatan : I: Diizinkan, TI: Tidak Diizinkan.

11) Kontrol Jumlah Ragam / Partisipasi Massa

Dalam SNI 1726-2019 dijelaskan, dalam analisis perlu ditentukan ragam getar alami dari struktur. Analisis tersebut harus mencakup jumlah ragam yang memadai untuk mencapai partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 90% dari massa total struktur.

12) Penentuan Periode

Periode fundamental struktur T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan sifat struktur dan karakteristik deformasi elemen pemikul dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur, T , tidak boleh melebihi hasil perkalian koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_u) dari Tabel 2.20 dan periode fundamental pendekatan, T_a , yang ditentukan sesuai 0. Sebagai alternatif dalam melakukan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur, T , diizinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan, T_a , yang dihitung sesuai 0.

Tabel 2.20 Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, S_{D1}	Koefisien C_u
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, harus ditentukan dari persamaan berikut :

$$T_a = C_t h_n \dots\dots\dots (2.11)$$

Dengan :

h_n adalah ketinggian struktur (m), di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur, dan koefisien C_t dan x ditentukan dari Tabel 2.21.

Tabel 2.21 Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

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	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

(Sumber : SNI 1726 : 2019)

Sebagai alternatif, diizinkan untuk menentukan periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem pemikul gaya seismik terdiri dari rangka pemikul momen yang seluruhnya beton atau seluruhnya baja dan rata-rata tinggi tingkat sekurang-kurangnya 3m:

$$T_a = 0,1N \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan :

T_a = Periode fundamental pendekatan

N = jumlah tingkat

13) Perbandingan Gaya Geser Dasar Statis dan Dinamis

Sesuai SNI 1726:2019 pasal 7.9.4 geser dasar (V) harus ditentukan pada masing-masing dari dua pos tingkat simetris yang melibatkan penentuan waktu krusial konstruksi T terhadap setiap jalur dan strategi masa lalu.

Skala gaya

SNI 1726:2019 menyatakan bahwa, bila periode fundamental yang dihitung melebihi $C_u T_a$ harus digunakan sebagai pengganti dari T dalam arah itu, kombinasi respons untuk geser dasar ragam (V_t) lebih kecil 100 persen dari dasar yang dihitung (V) menggunakan prosedur gaya lateral ekuivalen, (V/V_t).

14) Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*)

Simpangan antar tingkat desain (Δ) seperti yang ditentukan SNI 1726:2019 dalam 7.8.6 atau 7.9, tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izi (Δ_a) seperti didapat dari tabel dibawah ini untuk semua tingkat.

Tabel 2.22 Simpangan antar tingkat izin, $\Delta_a^{a,b}$

Struktur	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari 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	0,02 h_{sx}	0,015 h_{sx}
Struktur dinding geser katilever batu bata	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}

Sumber : SNI 1726:2019

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.6 penentuan simpangan antar tingkat didesain (Δ) harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa ditingkat teratas dan terbawah yang ditinjau. Defleksi pusat massa di tingkat

$$\Delta x = \frac{(\delta_2 - \delta_1) x C_d}{I} < \Delta a \quad \dots\dots\dots(2.13)$$

$$\Delta a = 0,010 Hx \quad \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

Δx : simpangan antar lantai

δ : defleksi yang terjadi

I : faktor keutamaan gempa

C_d : faktor pembesaran defleksi

Hx : tinggi antar lantai

c. Metode Analisis Dinamis

Pada analisa dinamis perhitungan analisa gaya gempa memperhitungkan juga aspek khusus yang tidak terdapat dalam analisa statis. analisa ini cukup sering digunakan pada bangunan yang memiliki bentuk geometris yang tidak beraturan. Dari segi analisis dinamik, hal ini bukan menjadi masalah, dengan adanya berbagai program komputer canggih saat ini yang memiliki kemampuan tinggi menganalisis struktur rumit, sejatinya juga dipakai juga untuk mengontrol perilaku struktur tersebut dalam responnya terhadap gempa. Pada analisa beban gempa dinamis dapat menggunakan *software* analisa struktur seperti SAP2000 dan STAAD Pro Yang berdasarkan peraturan yang berlaku di suatu daerah tertentu. Selain itu, hasil dari analisa gempa beban dinamis pada *software* analisa struktur harus dikontrol dengan perhitungan secara manual.

8. *Structural Analysis Program (SAP2000)*

SAP2000 adalah sebuah perangkat lunak (*software*) analisis struktur yang digunakan dalam bidang teknik sipil untuk melakukan analisis struktural dan pemodelan elemen. Program ini dikembangkan oleh perusahaan perangkat lunak asal Amerika Serikat, *Computers and Structures, Inc (CSI)*. SAP2000 memiliki berbagai fitur yang memungkinkan pengguna untuk membuat model struktur dan melakukan analisis struktural dengan berbagai metode seperti analisis linier, analisis non-linier, analisis modal dinamik, dan analisis respons spektrum. Program ini digunakan untuk menghitung dan mengevaluasi kekuatan, kekakuan, dan kestabilan struktur, serta menentukan beban dan respons struktur terhadap gempa,

angin, dan beban hidrolik.

SAP2000 sering digunakan oleh insinyur sipil dan arsitek dalam merancang dan menghitung struktur bangunan, jembatan, gedung bertingkat, menara, dan struktur teknik lainnya. Program ini juga dapat melakukan simulasi dan analisis visual, sehingga memudahkan pengguna dalam memahami hasil analisis yang dihasilkan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Setelah penulis melakukan beberapa studi terhadap penelitian yang sebelumnya, penulis menemukan penelitian yang memiliki keterkaitan yang akan diteliti, antara lain :

1. Okky Hendra Hermawan, Adam Kurniawan, Teguh Haris Santoso, Weimtoro. (2021)

Redesign Perencanaan Gedung Trasa Mart Slawi Menggunakan Struktur Beton Bertulang. melakukan redesign perencanaan gedung Trasa Mart di Slawi dengan menggunakan struktur beton bertulang. Tujuan dari perencanaan ulang ini adalah untuk menentukan design baru dan kekuatan struktur beton bertulang pada gedung tersebut. Redesign dilakukan dengan mengikuti standart SNI 2847-2013 dan menerapkan model Sistem Rangka Momen Khusus.

Gedung Trasa Mart yang akan direncanakan merupakan gedung 2 lantai yang menggunakan balok dan kolom sebagai komponen utama struktur. Design struktur dan sambungannya dirancang untuk mampu menahan gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Pada perhitungan balok dengan tulangan longitudinal B1 (35x60), hasil design yang diperoleh adalah Ø 8-250

pada tumpuan ($1/4L$) dan \emptyset 8-450 pada bentang tengah ($1/2L$). Untuk perhitungan kolom dengan tulangan memanjang K1 (50x50). Hasil design yang diperoleh adalah 16D16 yang diterapkan pada semua struktur kolom. Selama melakukan perancangan ulang struktur gedung Trasa Mart di Slawi, juga dipertimbangkan integrasi cara pelaksanaan pekerjaan sebagai salah satu teknis. Pekerjaan akan diatur sesuai dengan aturan pelaksanaan yang berlaku.

2. Distriyanto Rizani, Warsito, Anang Bachtiar. (2019)

Studi Perencanaan Bangunan Gedung RSUD Sultan Suriansyah Banjarmasin. Penelitian ini bertujuan merencanakan plat, kolom, balok dan pondasi dengan mengacu peraturan SNI 1726-2012 dan SNI 2847-2013. Beban yang dianalisa berupa beban mati, hidup dan gempa (dinamik). Studi perencanaan ini menghasilkan tebal plat lantai 12 cm dengan tulangan pokok \emptyset 10-100 dan tulangan bagi \emptyset 8-300, balok induk dimensi 35 cm x 65 cm dengan tulangan tumpuan atas 8D22 dan bawah 5D22 dengan sengkang 2 \emptyset 12-150, tulangan lapangan atas 5D22 dan tulangan bawah 8D22 dengan sengkang 2 \emptyset 12-150, kolom 40 cm x 40 cm dengan tulangan 8D22 jarak sengkang 2 \emptyset 12-150.

3. Nurdin, M. Rifki Ilyas, Bambang Jatmika, Richa Rahmaliya (2020)

pada penelitiannya berjudul Desain Elemen Struktur Balok dan Kolom Beton Bertulang Pada Bangunan Bertingkat Menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) didapat hasil penelitian pada perencanaan dimensi struktur tanah keras dan lunak memiliki persamaan, namun terdapat perbedaan pada diameter tulangan dan jumlah tulangan yang dibutuhkan.

4. Amrullah, Wildan Amrullah, Tony Hartono Bagio, Julistyana Tistogondo (2019)

Pada penelitiannya “*Desain Perencanaan Struktur Gedung 38 Lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)*” disimpulkan bahwa struktur penahan gempa yang diterapkan adalah sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan termasuk dalam kategori desain saismik D. Dimensi perencanaan struktur diperoleh dimensi balok induk 35/70 cm (5D22 ; 3D22), balok anak 30/55 cm (2D16 ; 2D16), pelat lantai tebal 14 cm (D10-275), pelat tangga tebal 20 cm (D13-150 ; D10-150), kolom 190x190 cm (40D32). Perencanaan bore pile, direncanakan diameter 100 cm dengan kedalaman 30 m. Serta pile cap berdimensi cm dengan penulangan D25-175.

5. Muhammad Abdu, Muh. Sayfullah, Agusman and Dendi Ikhwab Irianti (2024)
Pada penelitian yang berjudul Ananlisis perencanaan Bangunan Rumah Sakit Ibu dan Anak Mohammad Yamin Berdasarkan SNI Gempa 1726-2019. Perancangan Ulang Struktur Bangunan Gedung 4 Lantai Berdasarkan SNI 1726:2019. Perencanaan struktur didapat mode 1 dan mode 2 mengalami translasi sehingga mode memenuhi syarat dimana mode 1 dan mode 2 tidak mengalami rotasi selain itu simpangan (Δ) = 12,11 mm < simpangan ijin ($\Delta_{ijin}=40$ mm). Dalam perhitungan didapat penulangan TP.1 (130) Ø 10-150 untuk arah x dan y, TP.2 (150) Ø 10-150 untuk arah x dan y, TP.3 (120) Ø 10-200 untuk arah x dan y, TP.4 (100) Ø 10-250 untuk arah x dan y. Dimensi yang digunakan baik untuk kolom , balok dan palt penulangannya yaitu SF,1 (300/600) untuk penulangan utama 4D16 sedangkan untuk penulangan

lapangan 4D16, untuk sengkang tumpuan \emptyset 10-100 dan lapangan \emptyset 10-200. BL1 (400/800) untuk penulangan utama tumpuan 8D16 sedangkan untuk lapangan 8D16, untuk sengkang tumpuan 4 \emptyset 10-100 dan lapangan 3 \emptyset 10-200 untuk penulangan utama 8D16 untuk sengkang tumpuan \emptyset 10-100 dan lapangan \emptyset 10-200.

6. Triady Darmawan. (2023) Pada penelitian ini berjudul Perencanaan Struktur Atas dengan Struktur Helipad pada Gedung Paviliun VIP dan VVIP RSUD Kardinah Kota Tegal hasil penelitian menunjukkan bahwa perencanaan struktur atas dan pembebanan Gedung Paviliun VIP & VVIP Kardinah sesuai dengan ketentuan PPURG tahun 1987 dan persyaratan pada SNI 1726-2019 dengan SNI 2847-2019 untuk perencanaan gedung tahan gempa. Selain itu perencanaan struktur helipad juga mempertimbangkan beban khusus helikopter Dauphin AS365 dari BASARNAS. Dan hasil perhitungan menunjukkan bahwa Gedung Paviliun VIP dan VVIP RSUD Kardinah Kota Tegal aman dan memenuhi standart keamanan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan kegunaan tertentu (Darmadi, 2014, hlm. 153). Menurut Silaen (2018, hlm. 18) penelitian kuantitatif adalah prosedur penelitian yang menghasilkan data berupa angka-angka dan umumnya dianalisis dengan menggunakan statistik deskriptif atau inferensial. Dalam penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana dalam penelitian ini mengacu pada literatur-literatur Standart Nasional Indonesia (SNI). Metode penelitian ini akan berfokus pada analisis dan perhitungan struktur pada bangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi berdasarkan SNI 2847-2019 tentang persyaratan Beton Struktural Bangunan Gedung, SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Nongedung, SNI 1727-2020 tentang Pembebanan Bangunan serta PPPURG 1987 tentang Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Bangunan.

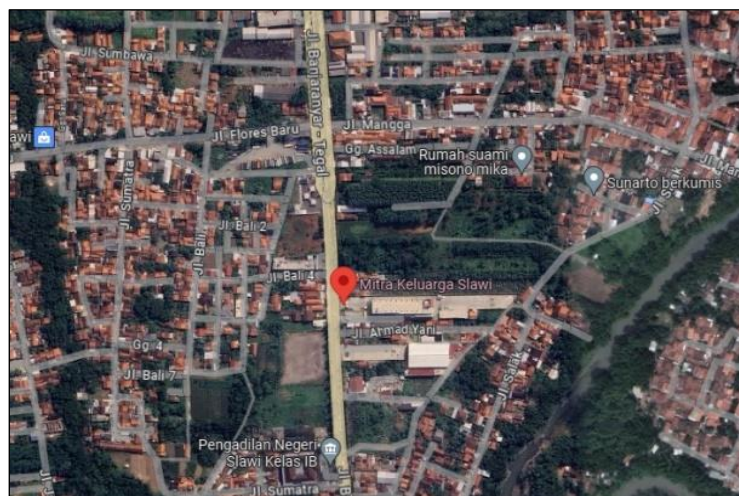
B. Waktu dan Tempat Penelitian

Jadwal penelitian dilaksanakan pada tanggal 01 Februari 2024 sampai 10 Juli 2024. pembangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi berlokasi di Jl. Ahmad Yani Slawi yang berada di kelurahan procot slawi atau terletak pada koordinat Lintang/Latitude : -6.964558930603603, Bujur/Longitude : 109.13902577772275. Pembangunan proyek RS. Mitra Keluarga Slawi ini dilaksanakan oleh PT. CIPTA DIMENSI NUSANTARA.

Tabel. 3.1 Jadwal penelitian

No	Nama Kegiatan	Waktu Penelitian																					
		Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Pengajuan Proposal	■	■																				
2	Pengumpulan Data Primer dan Sekunder			■	■	■	■																
3	Pengolahan Data							■	■	■	■	■	■										
4	Analisis Data													■	■	■	■						
5	Penyusunan Laporan Penelitian																	■	■	■	■	■	
6	Presentasi Hasil Penelitian																						■

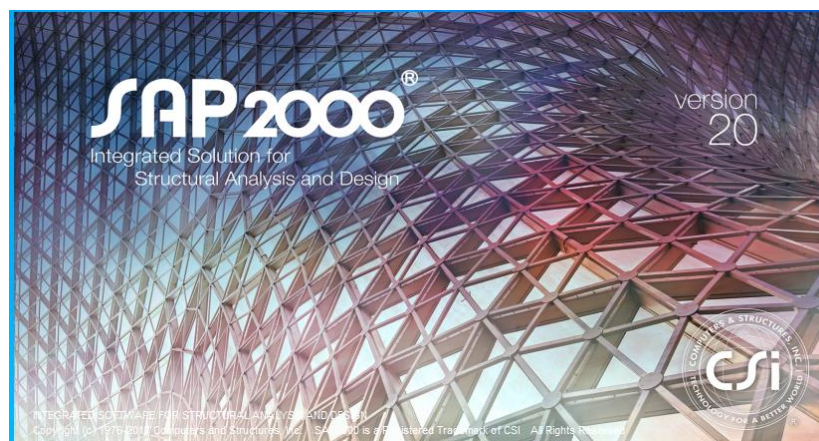
(Sumber : Pribadi)

**Gambar 3.1** Lokasi Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi

Sumber : Google Maps

C. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengumpulkan data penelitian agar dapat menghasilkan sesuatu yang diharapkan berupa data empiris (Sanjaya, 2015, hlm. 246-247). Pada Penelitian alat yang digunakan *Software* SAP2000 Versi 20 untuk membuat model struktur dan melakukan analisis struktural dengan analisis modal dinamik, dan analisis respons spektrum. Program ini digunakan untuk menghitung dan mengevaluasi kekuatan, kekakuan, dan kestabilan struktur, serta menentukan beban dan respons struktur terhadap gempa, angin, dan beban hidrolik.



Gambar 3.2 Program SAP2000 Versi 20

Sumber : Google

D. Variabel Penelitian

Menurut Sugiyono (2009) pengertian dari variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh seorang peneliti untuk dapat dipelajari, sehingga diperoleh berbagai informasi tentang hal tersebut, dan kemudian dapat ditarik kesimpulannya. Variabel yang di observasi pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Dimensi Elemen Struktur meliputi :
 - a) Dimensi penampang kolom Sesuai peraturan SNI 2847-2019
 - b) Dimensi penampang balok sesuai peraturan SNI 2847-2019
 - c) Dimensi penampang plat lantai sesuai praturan SNI 2847-2019
2. Analisis Struktural
 - a) Permodelan struktur
 - b) Pembebanan Sesuai Pedoman PPPURG 1987 dan SNI 1727-2020
 - c) Ketahanan Gempa SNI 1726-2019

E. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini pengumpulan data menggunakan beberapa macam seperti:

1. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana pekerjaan PT. CIPTA DIMENSI NUSANTARA ini meliputi :

- a) Gambar Perencanaan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi.
- b) Spesifikasi Teknis Bangunan Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi

2. Data sekunder

Berupa data pendukung yang akan dipakai dalam proses redesain perencanaan gedung ini, yang termasuk dalam data sekunder ini antara lain adalah Studi literatur dan Peraturan Struktur Beton SNI 2847-2019, Peraturan Tahan Gempa SNI 1726-2019, PPPURG 1987 dan Pembebanan SNI 1727-2020.

F. Metode Analisis Data

Untuk melakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan, akan di terapkan beberapa metode analisis sebagai berikut :

1. Analisis Dekriptif

Dalam penelitian ini analisis dekriptif yang digunakan data sekunder yang diambil dari literatur-literatur dan SNI 2847-2019, SNI 1726-2019 PPPURG 1987 dan 1727-2020.

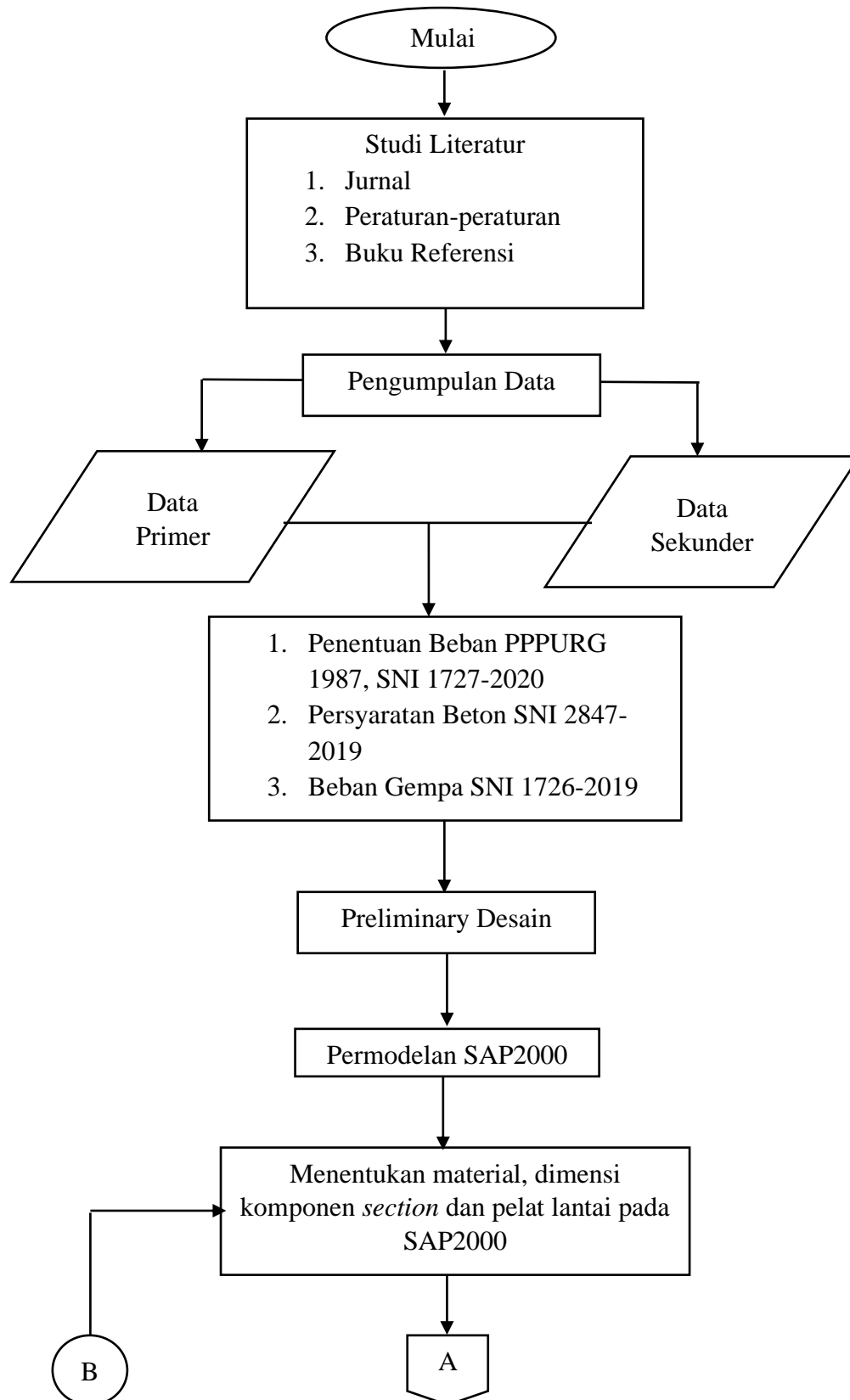
2. Analisis Struktural

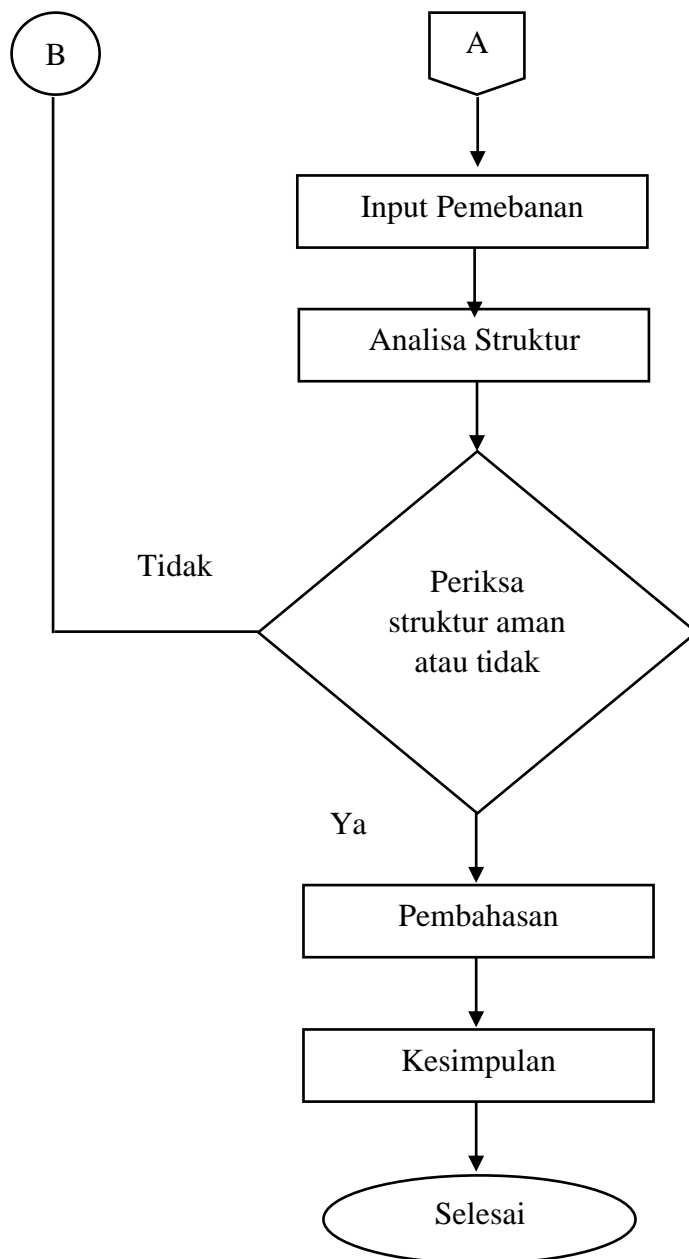
Pada analisis struktural ini yakni menentukan beban-beban yang Pada Rumah Sakit Mitra Keluarga Slawi Sesuai peraturan PPPURG 1987 dan 1727-2020 menggunakan perangkat lunak SAP2000 untuk menghitung gaya dan deformasi struktur.

3. Analisis Perencanaan Tahan Gempa

Merencanakan gedung tahan gempa berdasarkan persyaratan SNI 1726-2019, termasuk penggunaan sistem struktur penahan gempa yang tepat sesuai dengan kategori dengan design seismic.

G. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.3 Diagram Alir Peyeleaian Penelitian

sumber : Pribadi