

**PENGARUH DIMENSI DAN PENEMPATAN DINDING
GESER (*SHEARWALL*) TERHADAP PERILAKU STRUKTUR
AKIBAT BEBAN GEMPA (STUDI KASUS STRUKTUR
GEDUNG HOTEL LOMBOK ASTORIA MATARAM)**



DISUSUN OLEH :

Nama : AHMAD LUTHFI
Nim : (416110063)
Jurusan : Teknik Sipil

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2022**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI

PENGARUH DIMENSI DAN PENEMPATAN DINDING GESER (*SHEARWALL*)
TERHADAP PERILAKU STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA
(STUDI KASUS STRUKTUR GEDUNG HOTEL LOMBOK ASTORIA
MATARAM)

Disusun Oleh:

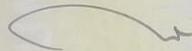
AHMAD LUTHFI

416110063

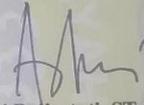
Mataram, 06 AGUSTUS 2022

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Eng
NIDN. 0027107301



Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT
NIDN. 0828087201

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK



Dekan,

Mewakili Wakil Dekan I

Fariz Purnadi Hirsan, ST, MT
NIDN. 0804118001

Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT

NIDN. 082401750

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PENGARUH DIMENSI DAN PENEMPATAN DINDING GESER (*SHEARWALL*)
TERHADAP PERILAKU STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA
(STUDI KASUS STRUKTUR GEDUNG HOTEL LOMBOK ASTORIA
MATARAM)

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : AHMAD LUTHFI

NIM : 416110063

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari: Jum'at, 06 Agustus 2022

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

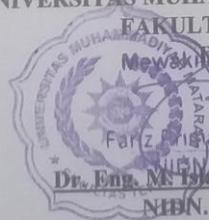
Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr.Eng. Hariyadi,ST.,M.Sc (Eng) _____
2. Penguji II : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT. _____
3. Penguji III : Anwar Efendy, ST., MT. _____

Mengetahui,
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

FAKULTAS TEKNIK

Mewakili Dekan/I



Fariz Hidayat Hirsan, ST, MT

NIBN. 0804118001
Dr. Eng. M. Ismail Rusyda, ST., MT

NIBN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ahmad Luthfi
Nim : 416110063
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

“PENGARUH DIMENSI DAN PENEMPATAN DINDING GESER (*SHEARWALL*) TERHADAP PERILAKU STRUKTUR AKIBAT BEBAN GEMPA (STUDI KASUS STRUKTUR GEDUNG HOTEL LOMBOK ASTORIA MATARAM)”

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan duplikat serta mengutip atau menyadur seluruhnya dari hasil karya orang lain, kecuali yang disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

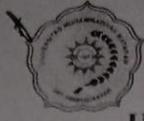
Mataram, September 2022

Yang membuat pernyataan



Ahmad Luthfi

416110063



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT
Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Almad Luthfi
NIM : 116110063
Tempat/Tgl Lahir : Dasan Agung, 26 Mei 1997
Program Studi : SIPIL
Fakultas : Teknik
No. Hp : 081 908 916 906 307
Email :

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/KTI/Tesis* saya yang berjudul :

Pengaruh dimensi dan Penempatan dinding besar (shearwall)
Terhadap Perilaku struktur akibat beban gempa (studi kasus struktur
bedung hotel Lombok Astoria Mataram).

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 50%

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari Skripsi/KTI/Tesis* tersebut terdapat indikasi plagiarisme atau bagian dari karya ilmiah milik orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dan disebutkan sumber secara lengkap dalam daftar pustaka, saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun dan untuk dipergunakan sebagai mana mestinya.

Mataram, 16-September 2022
Penulis

Almad Luthfi
NIM. 116110063

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

*pilih salah satu yang sesuai



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN DAN
PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN H. LALU MUDJITAHID UMMAT
Jl. K.H.A. Dahlan No.1 Telp.(0370)633723 Fax. (0370) 641906 Kotak Pos No. 108 Mataram
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : perpustakaan@ummat.ac.id

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Lutfi
NIM : 416110063
Tempat/Tgl Lahir : Dasan Agung, 26 - Mei - 1997
Program Studi : SIPIL
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 081 916 906 307
Jenis Penelitian : Skripsi KTI Tesis

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta atas karya ilmiah saya berjudul:

Pengaruh Dimensi dan Penempatan Dinding Geser (shearwall) Terhadap Perilaku struktur akibat beban gempa (studi kasus struktur gedung Hotel Lombot Astoria Mataram).

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Mataram, 16-September-2022

Penulis

Ahmad Lutfi
NIM. 416110063

Mengetahui,
Kepala UPT Perpustakaan UMMAT



Iskandar, S.Sos.,M.A.
NIDN. 0802048904

MOTO

Aku tak sependai anda akan tetapi aku selalu ingin mencoba terus belajar

Step by step tumbuh dan berkembang, hargai proses hingga anda mengerti kata
“ Terimakasih ” pada diri anda dan sekitar

Hidup punya versinya masing – masing “ ± ” , Diam dan dengarkan,
Karna anda akan menemukan serpihan kecil pada cerminan ini



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat, hidayah dan karunianya sehingga penyusunan Tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Tugas akhir ini merupakan bagian dari salah satu kurikulum yang wajib diikuti oleh mahasiswa dalam menyelesaikan *study* guna memenuhi kewajiban dan sebagai syarat mencapai Derajat Sarjana Strata Satu (S1) pada Program Strata-1 (S1) Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram (UMM)

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga proposal analisa perencanaan ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Dr.Eng.M.Islamy Rusyda,ST.,MT , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram
2. Bapak Haryadi, ST. M. Sc (Eng), selaku Dosen pembimbing utama
3. Ibu Dr.Heni Puji Astuti,ST.,MT selaku Dosen pembimbing kedua
4. Semua pihak yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan tugas akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak mungkin kami sebut satu persatu.

Meskipun telah menyelesaikan Skripsi analisa perencanaan sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa skripsi analisa perencanaan ini masih memiliki banyak kekurangan.Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan skripsi ini.

Mataram,25 Juli 2022
Penulis
Ahmad Luthfi

Abstrak

Dinding geser (*shearwall*) adalah jenis struktur dinding yang berbentuk beton bertulang yang dirancang untuk menahan gaya *lateral* akibat gempa bumi, dengan adanya *shearwall* yang kaku pada bangunan tersebut dapat meredam gaya yang di timbulkan akibat beban gempa. Struktur bangunan bertingkat rawan terhadap gaya *lateral*, terutama terhadap gaya yang ditimbulkan oleh gempa, tentunya setiap perencanaan gedung telah mempertimbangkan bentuk dinding geser yang dibutuhkan agar dapat menahan gaya *lateral* secara optimal.

Pada perhitungan *redesign* ini meninjau Hotel Lombok Astoria dengan 11 lantai menggunakan 3 variasi *shear wall* dengan perletakan ditepi gedung dan di tengah gedung untuk variasi membentuk model dinding yaitu (I), (L), (T), dengan ketebalan yang telah di dapat dari hasil perhitungan yaitu 45 cm dengan panjang yang bervariasi mulai dari 2.55 m, 3 m dan 5 m panjang berbeda pada setiap model struktur dinding geser dibuat sebagai bahan perbandingan.

Analisa *redesign* yang digunakan pada struktur ini berupa aplikasi *SAP 2000* dengan meninjau 3 model variasi *shearwall* pada setiap struktur yang di tinjau memiliki hasil yang berbeda – beda sesuai dengan gaya gempa yang di dapatkan. Untuk hasil analisa dinding geser model 1 beban gempa $f_x = 141.835$, $f_y = 283.669$, *story drift* 82.879, model 2 beban gempa $f_x = 141.339$, $f_y = 282.678$ *story drift* 46.407 dan untuk model 3 beban gempa $f_x = 135.13$, $f_y = 270.263$ *story drift* 5.067. semua hasil beban ini di tinjau pada bagian atap, karena memiliki simpangan yang paling maksimum.

Dalam Analisa Perhitungan ini meninjau pada model ke 2 karena model ini merupakan model yang paling efisien dari ketiga model tersebut berdasarkan hasil analisa yang didapatkan dari analisa *SAP2000*, untuk kontrol *story drift* pada setiap model sudah sesuai memenuhi persyaratan $\Delta < \Delta a/p$ seperti yang tercantum pada SNI 03 1726 2019.

Kata Kunci : *ShearWall*, *Gaya Lateral* , *Redesign Struktur*, *Story Drift*

ABSTRACT

A rigid shear wall in the building can lessen the stresses brought on by earthquake loads. Shear walls are a type of reinforced concrete wall structure designed to withstand lateral forces brought on by earthquakes. Multi-story building constructions are vulnerable to lateral forces, particularly those brought on by earthquakes. Of course, the shape of the shear walls required to best withstand lateral forces has been taken into consideration in every building design. In this redesign calculation, we examine the 11-story Lombok Astoria Hotel utilizing three different shear wall placements on the building's perimeter and in the center to account for variances. This results in a wall model with the letters (I), (L), and (T) and a thickness determined by The calculated findings for each model of the shear wall construction created as a comparison material are 45 cm with variable lengths ranging from 2.55 m, 3 m, and 5 m.

This structure's redesign analysis took the form of a SAP 2000 application, which looked at three models of shear wall variations for each structure under consideration. The results varied depending on the earthquake force measured. Model 1 earthquake load was 141.835, Model 2 earthquake load was 141.339, Model 3 earthquake load was 135.13, Model 4 earthquake load was 282.678, Model 5 earthquake load was 46,407, and Model 6 earthquake load was 5.067 for the analysis of shear walls. Since this load has the largest variance, all of its results are examined on the roof.

Based on the analysis findings from the SAP2000 study, we review the second model in this calculation analysis since it is the most effective of the three models and is suitable for meeting the requirements of a/p as mentioned on SNI 03 1726 2019.

Keywords: *Shear Wall, Lateral Style, Structural Redesign, Story Drift*



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH ..	vi
MOTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Konsep Dasar Perencanaan Struktur Tahan Gempa	4
2.2 Perencanaan Kapasitas	5
2.3 Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gaya Seismik	5
2.3.1. Komposisi bagan Penanggung Momen	6
2.3.2. Sistem Dinding Struktural (SDS)	6
2.3.3. Sistem Rangkap	7
2.4 Pembebanan	7

2.4.1.	Determinasi Perencanaan Pembebanan	7
2.4.2.	Determinasi Pembebanan	7
2.4.2.1.	Beban Mati (Dead Load)	9
2.4.2.2.	Beban Hidup (Live Load)	9
2.4.2.3.	Beban Campuran	13
2.4.2.4.	Beban (<i>Earthquake</i>)	15
2.5.	Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa	15
2.5.1.	Perhitungan Koefisien Respon Seismik	24
2.6.	Pengertian Dinding Geser	25
2.6.1.	Pengertian Umum	25
2.6.2.	Fungsi Dinding Geser	26
2.6.3.	Dinding Geser Berdasarkan Bentuk dan Letak	27
2.6.4.	Jenis-Jenis Dinding Geser	28
2.7.	Perencanaan Dinding Geser Kantilever	30
2.7.1.	Pendimensian Dinding Geser	31
2.7.2.	Perhitungan Tulangan Pada Dinding Geser	31
2.7.3.	Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial	32
2.7.4.	Perencanaan Dinding Geser <i>Kantilever</i> Terhadap Beban Geser	33
2.8.	Pelat Lantai	36
2.8.1.	Persyaratan Struktural Pelat Lantai	37
2.8.1.1.	Tebal Minimum Pelat	37
2.8.1.2.	Tulangan Pelat	40
2.8.1.3.	Metode Koefisien Momen	42
2.9.	Balok	43
2.9.1.	Rasio Tuangan	43
2.9.2.	Konstruksi Balok T	44
2.9.3.	Penulangan Geser dan Torsi Balok	46
2.10.	Kolom	47
2.10.1.	Perencanaan Kolom	48

2.10.2. Kekuatan Tarik Menentukan	50
2.10.3. Kondisi Keruntuhan Balanced.....	51
2.10.4. Kondisi Tekan Menentukan.....	52
2.10.5. Kolom Panjang	52
2.10.6. Penulangan Geser Kolom	53
2.11 Pondasi.....	55
2.11.1. Kapasitas Geser	56
2.11.2. Simpangan Antar Lantai (<i>Story Drift</i>)	58

BAB III METODE PERENCANAAN

3.1 Peta Lokasi	59
3.2 Pengumpulan Data	60
3.2.1 Data Umum Bangunan	60
3.2.2 Mutu Bahan Yang Digunakan	61
3.2.3 Pemodelan Struktur	61
3.2.4 Data Bahan	61
3.2.5 Pembebanan.....	62
3.2.6 Analisa Struktur dengan Menggunakan <i>SAP2000</i>	63
3.2.6.1 Proses Input Data	63
3.2.6.2 Proses Output Data.....	63
3.3 Perencanaan Struktur	63
3.3.1 Perencanaan Plat Lantai	63
3.3.2 Perencanaan Dinding Geser	63
3.3.3 Perencanaan Kolom	64
3.3.4 Perencanaan Pondasi	64
3.4 Bagan Alir Perencanaan Struktur	65

BAB IV METODE PERENCANAAN

4.1 Tinjauan Umum	67
4.2 Desain Eksisting	67
4.3 Model Struktur	69

4.3.1	Bentang Struktur	69
4.3.2	Lebar Bentang Struktur	69
4.3.3	Tinggi Struktur	69
4.4	Material Struktur	69
4.5	Preliminary Dimensi Struktur	70
4.5.1	Mendimensi Elemen Struktur	70
4.5.2	Hasil Perhitungan Pendimensionan Balok dan Kolom.....	72
4.5.3	Pendimensionan Dinding Geser	72
4.5.4	Perencanaan Pelat	75
4.5.4.1	Pembebanan Pelat.....	76
4.5.4.2	Penulangan Pelat Lantai Type A	77
4.5.5	Analisa Pembebanan.....	84
4.5.6	Perhitungan Balok	97
4.5.6.1	Balok Induk Memanjang	97
4.5.6.2	Menghitung Gaya Geser	104
4.5.6.3	Balok Induk Melintang.....	108
4.5.6.4	Menghitung Gaya Geser	114
4.5.7	Perhitungan Kolom.....	118
4.5.8	Perhitungan Gaya Geser Kolom.....	126
4.5.9	Perhitungan Sambungan Balok – Kolom	128
4.5.9.1	Sambungan Arah X & Y	131
4.5.10	Perhitungan Pondasi	134
4.5.10.1	Daya Dukung Pondasi Bor	134
4.5.10.2	Penulangan Pile Cap.....	142
4.5.10.3	Penulangan Bore Pile.....	144
4.5.10.4	Penulangan Spiral	146

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	148
5.2	Saran.....	149
	DAFTAR PUSTAKA	150

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan Komponen Gedung.....	7
Tabel 2. 2 Berat Sendiri Untuk Komponen Gedung	8
Tabel 2. 3 Beban hidup pada lantai gedung	10
Tabel 2. 4 Koefisien reduksi beban hidup.....	12
Tabel 2. 5 Koefisien reduksi beban hidup kumulatif	12
Tabel 2.6 Koefisien situs F_a berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek,	17
Tabel 2.7 Koefisien situs F_v berdasarkan parameter percepatan spektral desain pada periode pendek pada periode 1 detik	18
Tabel 2.8 Faktor R, C_d, Ω_0	19
Tabel 2.9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa	
Tabel 2.10 Faktor keutamaan gempa	22
Tabel 2.11 Nilai Parameter periode pendekatan C_r dan x	23
Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung.....	24
Tabel 2.13 Tebal Minimum Pelat.....	37
Tabel 2.14 Batasan Lendutan Pelat.....	38
Tabel 2.15.Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu untuk Pelat.....	39
Tabel 2.16Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Dalam	44
Tabel 4. 1 Dimensi rencana balok.....	72
Tabel 4. 2 Dimensi rencana kolom	72
Tabel 4. 3 Berat Perlantai Gedung	91
Tabel 4. 4 Perhitungan Gaya Gempa	93
Tabel 4. 5 Besar Gaya Gempa X & Y.....	94
Tabel 4.6 Simpangan perlantai.....	95
Tabel 4.7 Kontrol Simpangan perlantai	96
Tabel 4.8 Perhitungan ϕ'	135
Tabel 4.9 Perhitungan $K_d \cdot T_g \delta$ tiap Lapisan	135
Tabel 4.10 Perhitungan Tahanan Gesek Tiang Q_s	136
Tabel 4.11 Susunan Tiang Pancang	138

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mekanisme Keruntuhan Ideal Suatu Struktur Gedung Dengan Sendi	5
Gambar 2. 2 Peta Respon Spektra Percepatan 0.2 detik S_s di batuan dasar S_B	16
Gambar 2. 3 Peta Respon Spektra Percepatan 1 detik S_1 di batuan dasar S_B	16
Gambar 2. 4 Respon spektrum desain.....	18
Gambar 2. 5 Tata letak dinding geser	27
Gambar 2. 6 Bentuk dinding geser.....	27
Gambar 2. 7 Dinding geser kantilever	28
Gambar 2. 8 Dinding geser dengan bukaan	29
Gambar 2. 9 Dinding geser berangkai.....	30
Gambar 2. 10 Pembatasan Minimum dimensi dinding.....	31
Gambar 2. 11 Slab satu arah	36
Gambar 2. 12 Bagian Tekan Pada Balok T.....	44
Gambar 2. 13 Diagram Tegangan dan Regangan Kolom	47
Gambar 2. 14 Geser dua arah pada pondasi.....	57
Gambar 3. 1 Lokasi Hotel Lombok Astoria	60
Gambar 3. 2 bagan aliran struktur.....	65
Gambar 4. 1 Denah Eksisting.....	67
Gambar 4. 2 Denah Model 1	68
Gambar 4. 3 Denah Model 2.....	68
Gambar 4. 4 Denah Model 3	69
Gambar 4.5 Potongan Dimensi Penampang Dinding Geser	72
Gambar 4.6 Pelat type A	75
Gambar 4.7 Penulangan pelat	84
Gambar 4. 8 Denah Model 2.....	86
Gambar 4.9 Detail Portal arah Memanjang.....	107
Gambar 4.10 Detail Balok Tumpuan & Lapangan	107
Gambar 4.11 Detail Portal arah Melintang	117
Gambar 4.12 Detail Balok Tumpuan & Lapangan	117
Gambar 4.13 Detail Penulangan Kolom	127
Gambar 4.14 Detail Penulangan Sambungan Balok – Kolom.....	133

Gambar 4.15 Jumlah Tiang Pancang yang Digunakan	137
Gambar 4.16 Tinjauan Geser Arah X	139
Gambar 4.17 Tinjauan Geser Arah Y	140
Gambar 4.18 Daerah Geser Pons	141
Gambar 4.19 Tampak Atas Pondasi.....	147
Gambar 4.20 Detail Penulangan Pondasi.....	147



DAFTAR NOTASI

A_b	: Luas penampang ujung bawah, mm^2
A_{cp}	: Luas penampang keseluruhan, mm^2
A_g	: Luas bruto penampang, mm^2
A_L	: Luas tulangan torsi memanjang, mm^2
A_s	: Luas tulangan tarik, mm^2
A'_s	: Luas tulangan tekan, mm^2
A	: Luas kelompok tiang pancang, cm^2
a	: Tinggi blok tegangan tekan ekivalen, mm
b	: lebar kelompok tiang pancang, cm
b_f	: Lebar efektif flens balok T, mm
b_w	: Lebar penampang komponen struktur, mm
C_c	: Gaya tekan beton, kN
C_t	: Faktor yang menghubungkan sifat tegangan geser
c	: Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral, mm
c_b	: Kohesi tanah di sekitar ujung tiang, kN/m^3
D	: Beban mati, kN/m^2
d	: Tinggi efektif penampang, mm
d	: Diameter tiang pancang, mm
d_b	: Diameter batang tulangan, mm
d_s'	: Jarak antara titik berat tulangan tekan dan tepi serat beton
E	: Beban gempa, kN/m^2
e	: Eksentrisitas pada kolom, mm
f_c	: Kuat tekan beton, MPa
f_s'	: Tegangan tekan baja tulangan, MPa
f_y	: Kuat leleh baja, Mpa
h	: Tinggi penampang komponen struktur, mm
k_{lu}	: Faktor panjang efektif kolom
L	: Beban hidup, kN/m^2
L_r	: Beban hidup yang telah di reduksi, kN/m^2

l	: Panjang tiang yang berada dalam tanah, cm
l_n	: Bentang bersih yang diukur dari muka tumpuan ke tumpuan, mm
M_{Cc}	: Momen akibat kuat tekan flens beton, kN.m
M_n	: Momen nominal penampang, kN.m
M_{nc}	: Momen nominal penampang dengan kondisi tekan, kN.m
M_{ns}	: Momen nominal penampang dengan kondisi tarik, kN.m
M_r	: Momen nominal penampang tereduksi, kN.m
N_c	: Faktor daya dukung dari grafik <i>Skempton</i>
n	: Jumlah tiang pancang
P_b	: Tekanan <i>overburden</i> ujung tiang, kN/m ²
P_n	: Kuat aksial nominal penampang, kN
p	: Nilai konus dari hasil sondir, kg/cm ²
p_{cp}	: Keliling penampang keseluruhan, mm
Q_{pg}	: Daya dukung kelompok tiang, kg
Q_s	: Daya dukung tiang pancang tunggal, kg
Q_t	: Daya dukung keseimbangan pada kelompok tiang, kg
Q_{tiang}	: Daya dukung kesetimbangan tiang, kg
R	: Beban hujan, kN/m ²
r	: Radius girasi
T_c	: Kuat momen torsi nominal yang disumbangkan oleh beton, kN
T_s	: Gaya beton tarik, kN
T_u	: Momen torsi terfaktor pada penampang, kN.m
V_c	: Kuat geser nominal yang disumbangkan oleh beton, kN
y	: Lebar kelompok tiang pancang, cm
α_f	: Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat
α_{fm}	: Nilai rata-rata α_f untuk semua balok pada tepi panel
β	: Rasio dimensi panjang terhadap pendek dari dua sisi pelat
β_1	: Faktor yang dipengaruhi kuat tekan beton
ρ	: Rasio tulangan aktual
ρ_b	: Rasio tulangan penampang kondisi <i>balance</i>

- ρ_{\max} : Rasio tulangan maksimum yang diijinkan
 ρ_{\min} : Rasio tulangan minimum yang diijinkan
 λ : faktor modifikasi
 Δ : defleksi,
 ϕ : Faktor reduksi kekuatan
 ψ : Faktor kekangan ujung



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kerentanan tinggi terhadap bencana alam. Berbagai bencana alam dapat terjadi, seperti gempa bumi, tsunami, letusan gunung berapi, banjir, dan tanah longsor. Dari berbagai bencana alam yang ada, mayoritas meninggal saat gempa. Gempa bumi adalah guncangan bumi secara tiba-tiba seperti yang terjadi secara tiba-tiba karena meningkatnya aktivitas geologis yang terjadi di dalam bumi contohnya pergeseran antar lempeng benua yang menyebabkan gempa bumi (Purwono,2010).

Sebagian besar wilayah Indonesia adalah daerah rawan gempa. Hal ini terlihat dari berbagai peristiwa gempa yang melanda beberapa wilayah Indonesia dalam beberapa tahun terakhir, sehingga prinsip-prinsip *desain* atau *implementasi* sistem struktur bangunan didirikan di wilayah Indonesia, terutama struktur gempa dari struktur bangunan tersebut. Telah menjadi keharusan untuk dipatuhi. Daerah dengan kerentanan (risiko) sedang sampai tinggi terhadap gempa bumi. Gempa yang terjadi menghancurkan banyak bangunan dan memakan banyak korban jiwa. Ini terjadi karena ketidakstabilan struktural. Untuk mengatasi hal tersebut, struktur harus mampu menahan gaya *lateral* (beban gempa) yang terjadi. Oleh karena itu, *desain* struktur tahan gempa menjadi sangat penting. Penggunaan dinding geser merupakan salah satu pilihan untuk menahan gaya *lateral* (beban gempa) yang terjadi.

Dinding seismik adalah dinding inti yang memperkuat suatu bangunan, bertindak sebagai tulangan menerus dari fondasi dan dirancang untuk menahan gaya *lateral* dan geser yang disebabkan oleh gempa bumi. Karena kekuatan dinding seismik bangunan, sebagian beban seismik yang besar dari bangunan bertingkat tinggi dipikul oleh dinding. Dinding geser

adalah panel yang dipasang secara vertikal pada sisi-sisi suatu bangunan dan berfungsi untuk menahan gaya horizontal. Sekarang kita melihat konstruksi gedung-gedung bertingkat dengan dinding tahan gempa. Tentu saja, setiap perancang bangunan mempertimbangkan bentuk dan posisi dinding geser yang diperlukan untuk menahan gaya *lateral* secara optimal. Dalam tugas akhir ini akan direncanakan **“Pengaruh Dimensi dan Penempatan Dinding Geser (*shearwall*) Terhadap Perilaku Struktur Akibat Beban Gempa (Studi Kasus Struktur Gedung Hotel Lombok Astoria Mataram)”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang pembahasan di atas, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapa dimensi dinding geser yang diperlukan untuk merencanakan dinding geser pada Gedung Hotel Lombok Astoria Mataram serta bagaimana pengaruhnya?
2. Bagaimana pengaruh penempatan dinding geser terhadap perilaku struktur akibat beban gempa pada Gedung Lombok Astoria Mataram?
3. Bagaimana pemodelan dengan menggunakan *softwareSAP 2000 V.14*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. mengontrol dimensi, bentuk serta penempatan dinding geser terhadap simpangan antar Lantai
2. Menganalisa struktur pelat, kolom, balok & pondasi pada gedung hotel Lombok Astoria mataram

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas dan tidak menyimpang dari permasalahan di atas, maka permasalahan yang dibahas, perlu dipersempit:

1. Struktur yang digunakan adalah struktur beton.
2. Perhitungan analisa struktur dan pembebanan menggunakan aplikasi *SAP2000 V.14*.

3. Jenis pondasi yang digunakan adalah *borpile*.
4. Tidak meninjau aspek ekonomis dan keindahan gedung..
5. Sistem statis yang direncanakan meliputi:
 - a. Sistem Rangka Pemikul Momen.
 - b. *Dual System* (kombinasi sistem rangka pemikul momen sistem dinding struktural).
6. Lokasi dinding geser yang dianalisis hanya mencakup:
 - a. Pemasangan panel dinding sesuai rencana.
 - b. Perakitan dinding geser sepanjang x dan y .
 - c. Dinding tahan gempa dipasang di setiap sudut.

1.5 Manfaat Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan sumbagan ilmu pengetahuan khususnya di bidang teknik sipil untuk mengembangkan pengetahuan tentang pemanfaatan dinding geser sebagai salah satu elemen struktur yang mampu menahan gaya *lateral*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Konsepsi Asas Perencanaan *Desain* Stabil Gempa

Ketika merencanakan suatu *desain* bentuk kepada akibat *quake*, segala elemen bentuk bangunan, segala komponen bentuk struktur, serta struktur tidak struktural semacam bagan batang (*entrance*), *shear wall*, kolom, balok, plafon, plafon tidak ada balok (pelat dasar jamur) serta campurannya wajib diperkirakan untuk menahan *quake* dasar *desain*. Elastisitas statis dimaksudkan untuk menahan perilaku inelastis akibat beban bolak-balik tanpa kehilangan kekuatan yang signifikan. Karena perbedaan energy dari beban seismik tersebar dan diserap oleh gempa, struktur tersebut disebut inelastis, yaitu daktilitas struktur, terkait dengan kemampuannya untuk berubah bentuk.

Oleh karena itu, daktilitas adalah kemampuan struktur bangunan untuk berulang kali mengalami *defleksi* pasca-elastis yang besar dan gerakan bolak-balik akibat beban seismik yang menyebabkan pelelehan. Pertama, dengan tetap menjaga kekuatan dan kekakuan yang cukup agar struktur bangunan dapat berdiri di ambang keruntuhan (*strength*). Perencanaan struktur bangunan di zona gempa harus mengikuti filosofi perencanaan bangunan menahan *quake*, ialah:

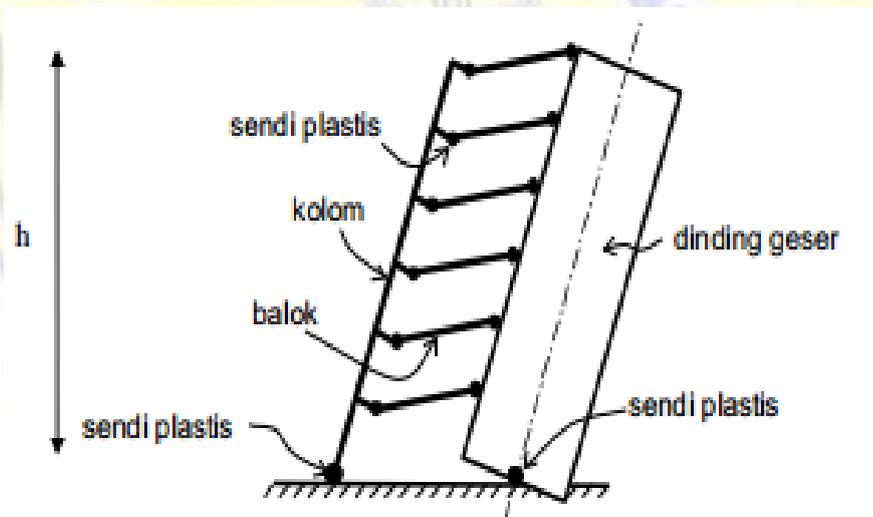
1. Gedung bisa stabil *quake* rendah dengan kecil secara utuh
2. Bangunan dapat menahan gempa sedang tanpa kerusakan signifikan pada struktur primer, tetapi kerusakan pada struktur sekunder.
3. Bangunan ini telah selamat dari gempa bumi yang kuat, dan bangunan tersebut belum sepenuhnya runtuh, dengan kerusakan struktural yang besar. (Teruna, 2007)

Struktur yang diusulkan diharapkan memasuki perilaku *inelastik* dan mampu menahan beban bolak-balik tanpa kehilangan kekuatan. Oleh sebab itu, perbedaan daya pada beban *quake* wajib merambat serta

diteruskan dengan *desain* yang berkaitan dengan struktur kapasitas perubahan bentuk *inelastis*. Kesanggupan ini difahami sebagai daktilitas bentuk.

2.2 Perencanaan Kapasitas

Faktor *daktilitas* suatu struktur gedung merupakan dasar bagi penentuan beban gempa yang bekerja pada struktur gedung. Karena itu, tercapainya tingkat *daktilitas* yang diharapkan harus terjamin dengan baik. Hal ini dapat tercapai dengan menetapkan suatu persyaratan yang disebut “kolom kuat balok lemah”. Hal ini berarti, bahwa akibat pengaruh gempa rencana, sendi-sendi *plastis* di dalam struktur gedung hanya boleh terjadi pada ujung-ujung balok dan pada kaki kolom dan kaki dinding geser saja. Secara ideal, mekanisme keruntuhan suatu struktur gedung terdapat pada gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2. 1 prosedur Keruntuhan Ideal Suatu Struktur Gedung Dengan Sendi *Plastis* Terbentuk Pada Ujung-Ujung Balok, Kaki Kolom Dan Kaki Dinding Geser

2.3 Cara *Desain slab bertulang Penahan Style Seismik*

Cara *desain* penangkal gempa dengan universal bisa dibagi menjadi (tiga) system struktur , ialah: system struktur penahan momen, system *bilik* struktur, serta system rangkap.

2.3.1 Komposisi bagan Penanggung Momen

Komposisi bagan Penanggung Momen Biasa (SRPMB), merupakan komposisi bagan yang telah melengkapi keharusan pasal SNI 2847-2013 tentang “syarat beton struktural buat gedung”. Komposisi bagan ini pada bawahnya mempunyai daktilitas yang sedikit serta hanya sesuai dipakai di wilayah yang risiko *quake* bawah, sesuai digunakan buat sistem Kategori *Desain Seismik A,B*.

Sistem Rangka Pemikul Momen Sekunder, suatu sistem rangka yang selain ketentuan buat rangka pendukung momen normal pula memenuhi ketentuan rinci yang ketat dari SNI 2847-2013. Sistem ini mempunyai keuletan sedang dan cocok untuk digunakan di Kategori *Desain Seismik C*.

Sistem Rangka Pemikul Momen Spesial, sesuatu komposisi bagan yang tidak hanya memenuhi ketetapan buat bagan pemikul momen biasa jua harus terpenuhi ketetapan rinci yang ketat sinkron menggunakan SNI 2847-2013. cara ini mempunyai *daktilitas* penuh serta sesuai dipakai di Kategori *Desain Seismik D,E,F*.

2.3.2 Sistem Dinding Struktural

Cara *Bilik* Struktural Biasa (SDSB), *bilik* penahan beban harus sesuai dengan ketetapan SNI-2847-2013 terkait “Persyaratan Struktural Bangunan Gedung”. Dinding ini memiliki daktilitas terbatas dan cocok untuk digunakan di KDS C.

2.3.3 Sistem Rangkap

Cara ini terdiri dari bentuk bagan yang dikombinasikan bersama bentuk *bilik* penahan beban. Seluruh space frame yang seperti bentuk bagan penopang detik bertugas untuk menopang tanggungan berat. Sepakat *draft* 9 dalam SNI 1726-2012 pasal 7.2.2, 7.2.3 7.2.4.

2.4 Pembebanan

2.4.1 Determinasi Perencanaan Pembebanan

Analitis perencanaan *lodging* Lombok Astoria dipakai sebagian referensi baku pembebanan menjadi selanjutnya :

- a. Beban *least* untuk perencanaan bangunan gedung dan Struktur lain SNI-1727-2013
- b. Metode perencanaan struktur dan non-struktur tahan gempa SNI-1726-2012
- c. Kebijakan Pembebanan Indonesia buat Gedung - 1983

2.4.2 Determinasi Pembebanan

Saat merancang struktur sesuatu bangunan, pertimbangan harus diberikan untuk menghitung beban yang bekerja pada struktur serasi atas kode dengan ketentuan yang berada. Bersumber SNI-1727-2013 serta SNI-1726-2012, *desain* suatu bangunan memerlukan ketahanan yang diharapkan terkait campuran beban yang tercantum dasar daftar 2.1 di bawah ini:

Tabel 2. 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan Komponen Gedung

(Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983)

No	Bahan bangunan	Beban	Satuan
1	Baja	7.850	kg/m ³
2	Batu alam	2.600	kg/m ³
3	Batu belah, batu bulat batu gunung (berat tumpuk)	1.500	kg/m ³
4	Batu karang (berat tumpuk)	700	kg/m ³
5	Batu pecah	1.450	kg/m ³
6	Besi tuang	7.250	kg/m ³
7	Beton	2.200	kg/m ³
8	Beton bertulang	2.400	kg/m ³
9	Kayu (Kelas I)	1.000	kg/m ³
10	Kerikil koral (kering udara smpai lembap tanpa diayak)	1.650	kg/m ³

11	Pasangan bata merah	1.700	kg/m ³
12	Pasangan batu belah,batu bulat,batu gunung	2.200	kg/m ³
13	Pasangan batu cetak	2.200	kg/m ³
14	Pasangan batu karang	1.450	kg/m ³
15	Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600	kg/m ³
16	Pasir (jenuh air)	1.800	kg/m ³
17	Pasir kerikil,koral (kering udara sampai lembap)	1.850	kg/m ³
18	Tanah,lempung dan lanau (kering udara sampai lembap)	1.700	kg/m ³
19	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000	kg/m ³
20	Tanah hitam	11.400	kg/m ³

Tabel 2. 2 Berat Sendiri Untuk Komponen Gedung
(Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983)

No	Komponen gedung	Beban	Satuan
1	Adukan per cm tebal: <ul style="list-style-type: none"> • Dari semen • Dari kapur,semen merah atau tras 	21	-
		17	kg/m ²
2	Aspal, termasuk bahan – bahan mineral penambahan,per cm	14	kg/m ²
3	Dinding pasangan bata merah : <ul style="list-style-type: none"> • Satu batu • Setengah batu 	450	kg/m ²
		250	kg/m ²
4	Dinding pasangan batako Berlubang: <ul style="list-style-type: none"> • Tebal dinding 20 cm (HB 20) • Tebal dinding 10 cm (HB 10) Tanpa lubang <ul style="list-style-type: none"> • Tebal dinding 15 cm • Tebal dinding 10 cm 	200	kg/m ²
		120	kg/m ²
		300	kg/m ²
		200	kg/m ²
5	Langit – langit dan dinding (termasuk rusuk – rusuknya, tanpa penggantung langit – langit atau		

	paku terdiri dari : <ul style="list-style-type: none"> • Semen asbes (enterit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm • Kaca dengan tebal 3-4 mm 	11 10	kg/m ² kg/m ²
6	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit – langit dengan bentang maksimum 5m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40	kg/m ²
7	Penggantung langit – langit (dari kayu) dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7	kg/m ²
8	Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	50	kg/m ²
9	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	40	kg/m ²
10	Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10	kg/m ²
11	Penutup lantai dari ubin semen Portland,terasodan beton, tanpa adukan , per cm tebal	24	kg/m ²
12	Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11	kg/m ²

2.4.2.1 Beban Mati (Dead Load)

Beban mati adalah berat semua bahan bangunan terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, langit-langit, tangga, partisi padat, permukaan, selubung bangunan dan komponen arsitektural dan struktural yang lain dan perlengkapan servis terpakai lainnya tercantum *massa* keran.

1. *Dead load* akibat *massa* sendiri gedung

Berat sendiri campuran gedung merupakan berat bawah tiap –tiap bagian yang dipakai dalam konstruksi sesuatu struktur.

2. *Dead load* akibat *massa* sendiri bagian gedung

Berat sendiri campuran bangunan merupakan berat bawah tiap – tiap bagian yang dipakai dalam konstruksi sesuatu struktur.

2.4.2.2 Beban Hidup (Live Load)

Beban yang pada akibatkan sang pengguna serta penunggu gedung dan struktur lain yang nir tercantum beban konstruksi serta beban daerah,

misalnya beban badai, beban *rain*, beban *quake*, beban banjir, serta *dead load*

1. *Live load* bagian lantai bangunan

Live load bagian lantai bangunan mencakup peralatan ruang yang cukup untuk penggunaannya serta partisi ringan ($q = 100 \text{ kg/m}$). Beban berat pada lemari arsip, peralatan, dan mesin harus ditentukan secara terpisah.

Tabel 2. 3 Beban hidup pada lantai gedung
(Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983)

No	Kompenen Lantai	Beban	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam 2	200	kg/m ²
2	Lantai dan tangga rumah sederhana dan gedung – gedung tidak penting yang bukan untuk took,pabrik atau bengkel.	125	kg/m ²
3	Lantai sekolah,ruang kuliah, kantor, took, toserba, restoran, hotel, asram 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 pada yang disebut dalam 1 – 5 seperti masjid, gereja, ruang pegelaran, ruang rapat, bioskop, dan panggung penonton.	400	kg/m ²
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 3	300	kg/m ²
9	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam 4,5,6 dan 7.	500	kg/m ²
10	Lantai ruang perlengkapan dari yang disebut dalam 3,4,5,6 dan 7.	250	kg/m ²
11	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, took buku, took besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri,dengan minimum	400	kg/m ²

12	Lantai gedung parker bertingkat :		
	<ul style="list-style-type: none"> • Untuk lantai bawah • Untuk lantai tingkat lainnya. 	800	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

2. *Live load* pada atap bangunan

Beban lalu lintas atas atap bangunan yang bisa dijangkau serta dipikul dengan manusia, wajib diasumsikan minimal 100 kilogram/meter² pada permukaan rata. Komponen atap yang tidak terjangkau serta dibebani oleh manusia, yang memastikan lebih besar dari :

- a. Beban terbagi rata air hujan

$$Wah = 40 - 0,8 \alpha \quad (2.1)$$

dengan,

α = sudut kemiringan atap, derajat jika $\alpha > 50$ dapat diabaikan

$$Wah = \text{Beban air hujan kg/m}^2 \text{ (min. } Wah \text{ atau } 20 \text{ kg/m}^2 \text{)}$$

- b. Beban terfokus berasal pekerja atau petugas pemadam kebakaran dengan peralatan dengan berat minimal 100 kg
- c. *Payload* horizontal perlu diperiksa karena adanya tekanan orang, yang nilainya antara 5% dan 10% dari *payload* vertikal (gaya berat).
- d. Penyusutan beban *live*

desain balok utama serta *entrance* (kewajiban vertikal/berat).
 Buat menghitung kemungkinan perubahan jumlah kewajiban lalu lintas, beban lalu lintas yang seragam bisa dikalikan beserta koefisien penyusutan.

Tabel 2. 4 Koefisien reduksi beban hidup
 (Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983)

Pegguna gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Peninjauan beban gravitasi	Peninjauan beban gempa
Perumahan/Hunian : Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
Pendidikan : Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
Pertemuan umum : Masjid, gereja, biskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,60	0,30
Perkantoran : Kantor, bank	0,60	0,30
Perdagangan : Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
Penyimpanan : Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
Industri : Pabrik, bengkel	1,0	0,90
Tempat kendaraan : Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
Gang dan tangga : <ul style="list-style-type: none"> • Perumahan/ hunian • Pendidikan, kantor • Pertemuan umum, perdagangan, penyimpanan, industri, tempat kendaraan 	0,75 0,75 0,90	0,30 0,50 0,50

Tabel 2. 5 Koefisien reduksi beban hidup kumulatif
 (Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983)

Jumlah lantai yang dipikul (n)	Koefisien reduksi yang dikalikan kepada beban hidup kumulatif
1	1,0
2	1,0
3	0,9
4	0,8
5	0,7
6	0,6
7	0,5
$n \geq 8$	0,4

2.4.2.3 Beban Campuran

Beban campuran adalah kombinasi beban yang bekerja pada bentuk. Pada tanggungan gabungan ini, beban terkalikan dengan aspek aman. Model beban tersebut lalu digabungkan dari berbagai model beban yang ada untuk mendapatkan ukuran pemotongan maksimum yang diinginkan. Perlu dilakukan kombinasi yang sesuai dengan fungsi bangunan, lokasi dan perilaku beban yang diharapkan dalam struktur yang dianalisis. Jenis kombinasi yang digunakan. Kombinasi beban untuk metode akhir struktur, komponen struktur dan elemen pondasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga kekuatan desain sama atau lebih besar dari pengaruh beban terfaktor. Bersumber SNI 03-1726-2012 pasal 7.4, faktor beban buat beban mati *ostensible*, beban hidup *ostensible*, serta beban gempa *ostensible* merupakan sebagai berikut:

$$1,4 \text{ DeadLoad} \quad (2.2)$$

$$1,2 \text{ DeadLoad} + 1,6 \text{ LiveLoad} \quad (2.3)$$

$$1,2 \text{ DeadLoad} + 1 \text{ LiveLoad} + 0,3 \text{ Equake} + 1 \text{ BebanGempa (Y)} \quad (2.4)$$

$$1,2 \text{ DeadLoad} + 1 \text{ LiveLoad} + 1 \text{ Equake} + 0,3 \text{ BebanGempa (Y)} \quad (2.5)$$

$$0,9 \text{ DeadLoad} + 0,3 \text{ Equake} + 1 \text{ BebanGempa (Y)} \quad (2.6)$$

$$0,9 \text{ DeadLoad} + 1 \text{ Equake} + 0,3 \text{ Beban Gempa (Y)} \quad (2.7)$$

dengan,

DeadLoad = Beban mati

LiveLoad = Beban Hidup

Equake = Beban gempa arah-x

EY = Beban Gempa arah-y

Akan tetapi, pada kombinasi yang terdapat beban gempa di dalam persamaannya harus *didesain* berdasarkan pengaruh beban *seismik* yang ditentukan seperti berikut ini:

- Untuk penggunaan dalam kombinasi beban (5) dalam 4.2.2 atau kombinasi beban (5) dan (6) dalam 4.2.3, *E* harus ditentukan sesuai dengan persamaan 14 berikut:

$$E = E_h + E_v \quad (2.8)$$

- Untuk penggunaan dalam kombinasi beban (7) dalam 4.2.2 atau kombinasi beban 8 dalam 4.2.3, harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$E = E_h - E_v \quad (2.9)$$

dengan,

E = Pengaruh beban gempa

E_h = Pengaruh beban gempa horizontal seperti didefinisikan dalam 7.4.2.1

E_v = Pengaruh beban gempa vertikal seperti didefinisikan dalam 7.4.2.2.

Pengaruh beban gempa horizontal E_h , harus ditentukan sesuai dengan persamaan 16 sebagai berikut:

$$E_h = \rho Q E \quad (2.10)$$

dengan,

E_Q = Pengaruh gaya gempa horizontal V atau F_p bila diisyaratkan dalam 7.5.3. dan 7.5.4, efek ini harus dihasilkan dari penerapan gaya horizontal secara simultan

ρ = Faktor redundansi, seperti didefinisikan dalam 7.3.4

Pengaruh beban gempa vertikal E_v harus ditentukan sesuai dengan persamaan 17 berikut:

$$E_v = 0,2 S_{DS} D \quad (2.11)$$

dengan,

S_{DS} = Parameter percepatan *spektrum* respon *desain* pada periode pendek yang diperoleh dari 6.10.4

D = Akibat berat pasif

Bobot mati bahan bangunan dan komponen yang digunakan sesuai dengan Peraturan Beban Indonesia:

- a. *Slab* : 24 kilo Newton/meter
- b. Campuran dengan semen (per cm tebal) : 0,21 kilo Newton/meter

- c. Penghujung lantai : 0,24 kilo Newton/meter
- d. Langit - langit serta pengait : 0,18 kilo Newton/ meter

2.4.2.4 Beban (*Earthquake*)

Gempa bumi adalah pelepasan energy gelombang *seismik* secara tiba-tiba. Pelepasan ini disebabkan oleh deformasi lempeng tektonik yang terjadi di kerak bumi.(evi rine hartuti).

1. Gempa perkiraan

Prosedur penentuan rencana *seismik* untuk ditinjau dalam *desain* dan penilaian struktur bangunan dan non-bangunan dan berbagai bagian dan peralatan pada umumnya. Gempa dasar *desain* ditentukan sebagai gempa bumi dengan probabilitas melebihi 2% pada saat struktur bangunan berumur 50 tahun

2. Syarat efek gedung

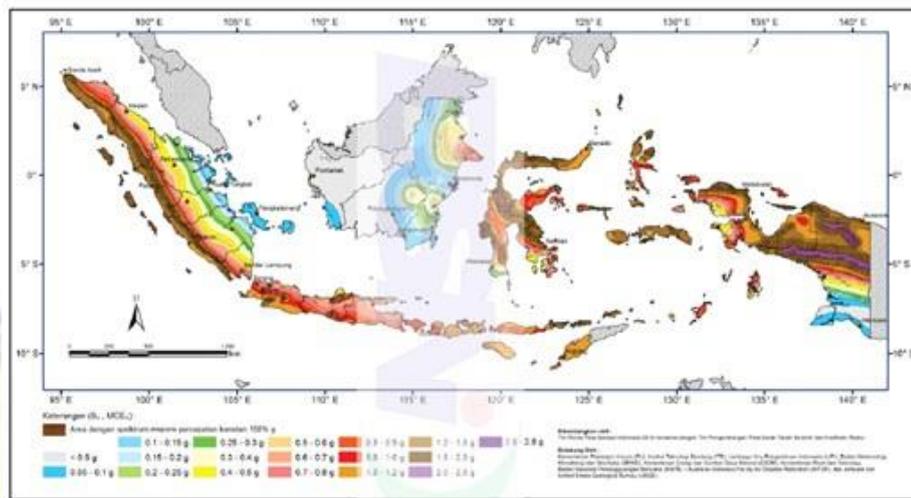
Untuk kategori risiko struktur dan non-struktur yang berbeda menurut Tabel 3.8, dampak gempa yang direncanakan pada mereka harus dibuat dengan faktor prioritas, yaitu menurut Tabel 3.9. Khusus untuk tabel kategori IV, jika akses diperlukan untuk pengoperasian struktur yang berdekatan, struktur yang berdekatan harus dirancang sesuai dengan kategori risiko IV

2.5 Perencanaan Struktur Terhadap Beban Gempa

Perencanaan struktur tahan gempa pada suatu perencanaan gedung wajib diperhitungkan sanggup memikul efek beban *planning*. Dalam suatu sistem yang terdiri berdasarkan kombinasi dinding geser dan rangka terbuka, beban geser dasar nominal dampak efek gempa *planning* yang dipikul sang rangka – rangka terbuka wajib sanggup menunda paling sedikit 25% dalam setiap tingkat. (Pasal 7.2.5.8 SNI 03-1726-2012).

Pada SNI 03-1726-2012 pembagian daerah gempa pada Indonesia nir dibagi sebagai 6 zona lagi melainkan diberikannya peta-peta mobilitas

tanah *seismik* dan koefisien resiko berdasarkan gempa maksimum yang dipertimbangkan. Peta-peta yang tersedia ini mencakup peta gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko tertarget (MCE_R) yaitu parameter-parameter mobilitas tanah S_S dan S_1 kelas situs S_B . S_S merupakan parameter nilai *akselerasi* respons *spektral* gempa MCE_R resiko tertarget dalam periode pendek. S_1 merupakan parameter nilai *akselerasi* respons *spektral* gempa MCE_R resiko tertarget dalam perioda 1 detik.



Gambar 9 - S_B Gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget(MCE_R), kelas situs S_B

Gambar 2. 2 Peta Respon *Spektra* Percepatan 0.2 detik S_S di batuan dasar S_B
 Sumber : SNI 1726 -2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung (pasal 14)



Gambar 9. Peta respon spektra percepatan 1.0 detik (S_1) di batuan dasar (S_B) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun

Gambar 2. 3 Peta Respon *Spektra* Percepatan 1 detik S_1 di batuan dasar S_B
 Sumber : SNI 1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung (pasal 14)

Parameter percepatan *spektral desain* pada periode pendek maupun pada periode 1 detik dapat di tentukan menggunakan rumus berikut

$$S_{DS} = \frac{2}{3} F_a \cdot S_s \quad (2.12)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} F_v \cdot S_1 \quad (2.13)$$

dengan,

S_{DS} = Kategori *desain seismik* berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada periode pendek.

S_{D1} = Kategori *desain seismik* berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada periode 1 detik.

F_a = Koefisien situs berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada periode pendek.(Tabel 2.1)

F_v = Koefisien situs berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada 1 detik.(Tabel 2.2)

Tabel 2.6 Koefisien situs F_a berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada periode pendek,

Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa MCE_x terpetakan pada periode pendek, $T= 0,2$ detik S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS^b				

Catatan:

- Untuk nilai-nilai antara S_s di lakukan *Interpolasi linear*.
- S_s adalah situs yang memerlukan *investigasi geoteknik* spesifik dan analisis respon spesifik.

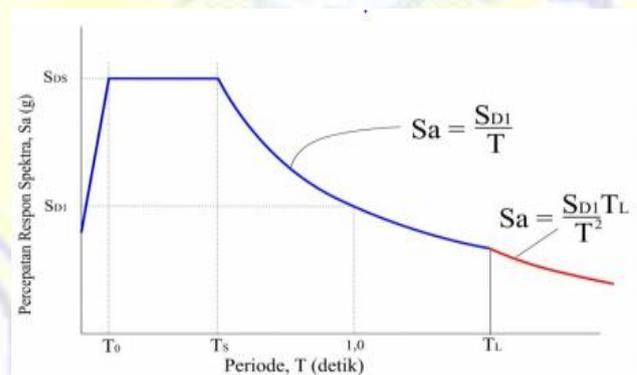
Tabel 2.7 Koefisien situs F_v berdasarkan parameter percepatan *spektral desain* pada periode pendek pada periode 1 detik

Kelas Situs	Parameter respon spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode pendek, $T=1$ detik S_S				
	$S_{1,0,1}$	$S_{1,0,2}$	$S_{1,0,3}$	$S_S,0,4$	$S_{1,0,5}$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	SS^b				

Catatan:

- Untuk nilai-nilai antara S_1 di lakukan *Interpolasi linear*.
- S_S adalah situs yang memerlukan *investigasi geoteknik* spesifik dan analisis respon spesifik.

Pembuatan *Spektrum Respon desain* mengacu pada nilai S_{DS} dan S_{D1} seperti gambar di bawah ini:



Gambar 2.4 Respon spektrum desain

Prosedur gaya *lateral ekuivalen* dalam menentukan geser dasar *seismik* menggunakan rumus:

$$V = C_s \cdot W \quad (2.14)$$

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2.15)$$

Batasan Perhitungan C_S :

$$C_{S \max} = \frac{S D1}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \quad (2.16)$$

$$C_{S \min} = 0.044 S_{DS} I_e \geq 0.01 \quad (2.17)$$

Nilai C_S yang dipakai ialah yang paling kecil

dengan,

V = Geser dasar *seismik*

C_S = *Koefisien respon seismik*

R = *Koefisien modifikasi respon* (Tabel 2.3)

I_e = *Faktor keutamaan gempa* (Tabel 2.3)

Tabel 2.8 Faktor R, C_d, Ω_0
Sumber : Pasal 7.2.2 SNI 1726 :2012

Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat lebih sistem, Ω_0	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^{h,1}	TI ^h	TI ^l
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3½	3	3	TB	TB	TI ^h	TI ^h	TI ^l
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus ^m	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen menengah	5	3	4½	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5½	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2½	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3½	30	3½	10	10	10	10	10

Tabel 2.9 Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Sumber : Pasal 4.1.2 SNI 1726 -2012

Jenis Pemanfaatan	Kategori Risiko
<p>Gedung dan struktur lainnya yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan maupun perikanan ➤ Fasilitas sementara ➤ Gudang penyimpanan ➤ Rumah jaga dan struktur lainnya 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III, IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Perumahan ➤ Rumah toko dan rumah kantor ➤ Pasar ➤ Gedung perkantoran ➤ Gedung apartemen/ Rumah susun ➤ Pusat perbelanjaan/ <i>Mall</i> ➤ Bangunan industri ➤ Fasilitas <i>manufaktur</i> ➤ Pabrik 	II
<p>Gedung dan struktur lainnya yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bioskop ➤ Gedung pertemuan ➤ Stadion ➤ Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat ➤ Fasilitas penitipan anak ➤ Penjara ➤ Gedung untuk panti jompo <p>Gedung dan struktur lainnya, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pusat pembangkit listrik biasa ➤ Fasilitas penanganan air 	III

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fasilitas penanganan limbah ➤ Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan struktur lainnya yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas <i>manufaktur</i>, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran</p>	
<p>Gedung dan struktur lainnya yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Bangunan-bangunan monumental ➤ Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan ➤ Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat ➤ Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat ➤ Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya ➤ Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat ➤ Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat ➤ 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 struktur lainnya yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.</p>	IV

Tabel 2.10 Faktor keutamaan gempa

Sumber: SNI 03-1726-2012 Pasal 4.1

Katagori Risiko	Faktor Keutamaan Gempa. Ie
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Nilai I pada tabel diatas akan dipergunakan dalam rumus untuk menentukan koefisien respon seismik yang akan dibahas pada sub bab selanjutnya. Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul pada tiap lantai harus ditentukan dengan rumus berikut:

$$F_x = C_{VX} V \quad (2.18)$$

$$C_{VX} = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n W_i h_{ik}} \quad (2.19)$$

dengan,

C_{VX} = faktor distribusi vertikal

V = gaya lateral desain total (kN)

W_i dan W_x = bagian berat seismik efektif total struktur (W)
yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat
i atau x

h_i dan h_k = tinggi dari dasar sampai tingkat i atau x,(m)

k = eksponen yang terkait dengan periode struktur.

Catatan:

- Untuk struktur yang mempunyai periode ≤ 0.5 detik maka nilai k ialah 1
- Untuk struktur yang mempunyai periode ≥ 2.5 detik maka nilai k ialah 2
- Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 – 2.5 detik.

Periode adalah besarnya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai satu getaran. Periode alami struktur perlu diketahui agar resonansi pada

struktur dapat dihindari. *Resonansi* struktur adalah keadaan dimana *frekuensi* alami pada struktur sama dengan *frekuensi* beban luar yang bekerja sehingga dapat menyebabkan keruntuhan pada struktur. Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.2, terdapat dua nilai batas untuk periode bangunan, yaitu nilai minimum periode bangunan ($T_{a\ minimum}$) dan nilai maksimum periode bangunan ($T_{a\ maksimum}$). Nilai minimum periode bangunan ($T_{a\ minimum}$) ditentukan oleh rumus:

$$T_{a\ minimum} = C_r h_n x \quad (2.20)$$

dengan,

- $T_{a\ minimum}$ = Nilai batas bawah periode bangunan
- H_n = Ketinggian struktur dalam m di atas dasar sampai tingkat tertinggi struktur
- C_r = Ditentukan dari tabel 2.6
- x = Ditentukan dari tabel 2.6

Tabel 2.11 Nilai Parameter periode pendekatan C_r dan x
Sumber: SNI 03-1726-2012

Tipe Struktur	C_r	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka pemikul 100% seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangkadari defleksi jika gaya gempa:		
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	0,731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Nilai maksimum perode bangunan ($T_{a\ maksimum}$) ditentukan oleh rumus:

$$T_{a\ maksimum} = C_u T_{a\ minimum} \quad (2.21)$$

dengan,

- $T_{a\ maksimum}$ = Nilai batas atas periode bangunan
- C_u = Ditentukan dari Tabel 2.7

Tabel 2.12 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung

Sumber: SNI 03-1726-2012

Parameter Percepatan Respons Spektra Desain Pada 1 Detik S_{D1}	Koefisien (C_u)
0,4	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
0,1	1,7

2.5.1 Perhitungan Koefisien Respons Seismik

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 pasal 7.8.1.1, perhitungan koefisien respons seismik (C_S) Harus ditentukan sesuai dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{S(\max)} = \frac{S_{DS}}{\frac{R}{T}} \quad (2.22)$$

dengan,

S_{DS} = adalah parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang periode pendek

R = adalah faktor modifikasi respons berdasarkan tabel 2.5

I = adalah faktor keutamaan gempa yang ditentukan berdasarkan tabel 2.2

Nilai C_S yang dihitung pada persamaan di atas tidak perlu melebihi nilai berikut ini:

$$C_{S(\text{hitung})} = \frac{S_{D1}}{T\left(\frac{R}{T}\right)} \quad (2.23)$$

Nilai C_S yang dihitung tidak kurang dari nilai berikut ini:

$$C_{S(\text{minimum})} = 0.044 S_{DS} I \geq 0.01 \quad (2.13)$$

Sebagai tambahan untuk struktur yang berlokasi di daerah di mana S_I sama dengan atau lebih besar dari 0,6 g, maka C_S harus tidak kurang dari:

$$C_S = \frac{0.5.S_1}{\left(\frac{R}{T}\right)} \quad (2.24)$$

dengan,

S_{D1} = adalah parameter percepatan *spektrum respons desain* dalam pada periode 1 detik.

S_1 = adalah parameter percepatan *spektrum respon desain* yang dicitrakan.

T = adalah periode tulang punggung (detik)

2.6 Pengertian Dinding Geser

2.6.1 Pengertian Umum

Gaya horizontal yang bekerja pada konstruksi gedung seperti gaya-gaya yang disebabkan oleh angin atau pun beban gempa dapat diatasi dengan berbagai cara. Dalam berbagai cara, daya pikul rangka kaku dari struktur ditambah dengan kekuatan yang diberikan oleh dinding pasangan bata serta partisi-partisi yang biasa dapat memikul beban angin. Namun demikian, apabila gaya horizontal pada tiap elemen struktur gedung bertingkat yang bekerja karena suatu lubang atau lorong vertikal yang menerus yang berfungsi sebagai jalur *lif* dibutuhkan suatu perencanaan struktur yang khusus untuk menahan beban *lateral* tersebut, selanjutnya dinding geser berfungsi sebagai gelagar-gelagar *kantilever* yang terjepit di dasarnya untuk menyalurkan beban-beban kebawah hingga pondasi. Dinding geser adalah *slab* beton bertulang yang dipasang dalam posisi vertikal pada sisi gedung tertentu yang berfungsi menambah kekakuan struktur dan menyerap gaya geser yang besar seiring dengan semakin tingginya struktur. Fungsi dinding geser dalam suatu struktur bertingkat juga penting untuk menopang lantai pada struktur dan memastikannya tidak runtuh ketika terjadi gaya *lateral* akibat gempa. Gedung yang diperkaku dengan dinding geser dianggap lebih efektif daripada gedung dengan rangka kaku, dengan mempertimbangkan pembatasan kehancuran, keamanan secara keseluruhan dan keandalan struktur. Hal ini berdasarkan fakta bahwa dinding geser dianggap lebih kaku daripada elemen rangka biasa sehingga dapat menahan beban *lateral* yang lebih besar akibat gempa, dan di saat yang bersamaan dapat membatasi simpangan antar lantai.

2.6.2 Fungsi Dinding Geser

Dinding geser harus memberikan kekuatan *lateral* yang dibutuhkan untuk menahan gaya gempa horizontal. Apabila dinding geser cukup kuat, ia akan memindahkan gaya-gaya horizontal ini pada elemen berikutnya pada bagian muatan dibawahnya.

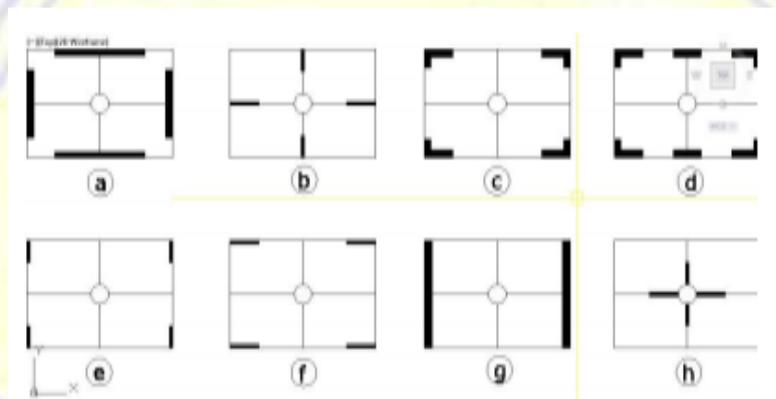
Komponen-komponen lain pada muatan ini boleh jadi selain dinding geser, lantai, pondasi dinding, dan pelat. Dinding geser juga memberikan kekakuan *lateral* untuk mencegah atap dan lantai atas dari goyangan ke samping yang berlebihan. Jika dinding geser cukup kaku, ia akan mencegah lantai dan rangka atap dari gerakan pendukungnya.

Menurut Smith dan Coull (1991), dinding geser mempunyai kekakuan yang baik karena mampu meredam *deformasi* akibat gempa. Sehingga kerusakan struktur dapat dihindari. Fungsi dinding geser ada dua, yaitu kekuatan dan kekakuan, artinya:

1. Kekuatan
 - a. Dinding geser harus memberikan kekuatan *lateral* yang diperlukan untuk melawan kekuatan gempa horizontal.
 - b. Ketika dinding geser cukup kuat, mereka akan mentransfer gaya horizontal ini ke elemen berikutnya dalam jalur beban di bawah mereka, seperti dinding geser lainnya, lantai, pondasi dinding, lembaran atau *footings*.
2. Kekakuan
 - a. Dinding geser juga memberikan kekakuan *lateral* untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi-goyangan yang berlebihan.
 - b. Ketika dinding geser cukup kaku, mereka akan mencegah membungkai lantai dan atap anggota dari bergerak dari mendukung mereka.
 - c. Bangunan yang cukup kaku biasanya akan menderita kerusakan kurang nonstruktural.

2.6.3 Dinding Geser Berdasarkan Bentuk dan Letak

Sistem dinding geser dapat dibagi menjadi sistem terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsur *linear* tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap, melingkupi ruang *asimetris*. Contohnya L,X,T,V,Y atau H. Sedang sistem tertutup melingkupi ruang *geometris*, bentuk-bentuk yang sering di jumpai adalah bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat. Bentuk dan penempatan dinding geser mempunyai akibat yang besar terhadap perilaku struktural apabila dibebani secara *lateral*. Dinding geser yang diletakkan *asimetris* terhadap bentuk bangunan harus memikul *torsi* selain lentur dan geser langsung.



Gambar 2.5 Tata letak dinding geser



Gambar 2. 6 Bentuk dinding geser

dengan,

- Lingkaran yang terdapat pada tiap denah adalah *CR (Center of Rigidity)* atau pusat kekakuan.
- Garis yang tebal menunjukkan dinding geser.
- Garis yang tipis menunjukkan garis denah gedung

Contoh perhitungan CR atau kekakuan struktur itu sendiri terdiri dari persamaan(2.16) sampai dengan (2.17) yaitu:

$$\text{Kekakuan penampang} : E_{(\text{Modulus Elastisitas})} \times I_{(\text{inersia})} \quad (2.25)$$

$$\text{Kekakuan batang, Balok atau kolom} = \frac{E \times I}{L} \quad (2.26)$$

dengan,

$$E = 200 \times 10^3 \text{ Mpa} \quad (2.27)$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \quad (2.28)$$

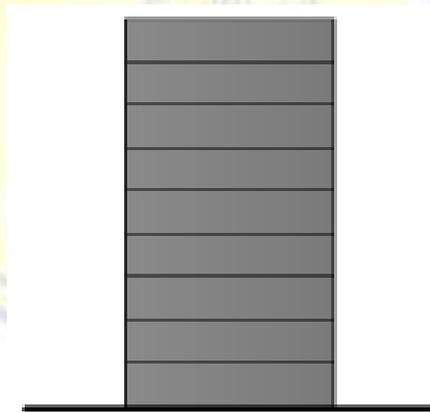
(SNI 03-2847-2002 Ps.10.5.2)

2.6.4 Jenis-jenis Dinding Geser

Berdasarkan *geometrinya* dinding geser dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu:

1. Dinding geser *kantilever (free standing shearwall)*

Adalah suatu dinding geser tanpa lubang-lubang yang membawa pengaruh penting terhadap perilaku dari struktur gedung yang bersangkutan. Dinding geser kantilever ada dua macam, yaitu dinding geser kantilever *daktail* dan dinding geser *kantilever* dengan *daktalitas* terbatas



Gambar 2. 7 Dinding geser kantilever (*Free Standing Shear Wall*) Menurut Kiyoshi Muto “*Aseismic design analysis of buildings*” 1963:27 yaitu:

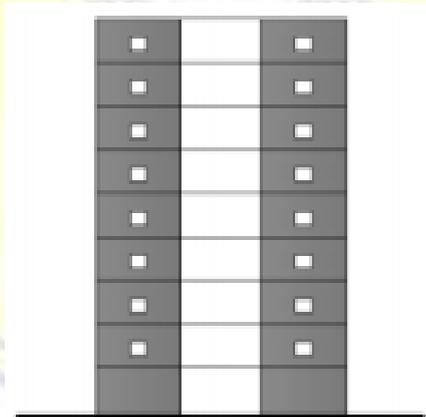
Karakteristik daya tahan dinding untuk tujuan perancangan adalah:

- a. Dinding geser sebaiknya menerus ke atas.

- b. Untuk memperoleh dinding geser yang kuat, balok keliling dan balok pondasi sebaiknya diperkuat.
- c. Bila dinding atas dan bawah tidak menerus (berseling) gaya gempa yang ditahan oleh dinding harus disalurkan melalui lantai.

2. Dinding geser dengan bukaan (*opening shearwall*)

Pada banyak keadaan, dinding geser tidak mungkin digunakan tanpa beberapa bukaan di dalamnya untuk jendela, pintu, dan saluran-saluran mekanikal dan elektrik. Meskipun demikian, kita dapat menempatkan bukaan-bukaan pada tempat dimana bukaan-bukaan tersebut tidak banyak mempengaruhi kekakuan atau tegangan pada dinding. Jika bukaan-bukaan tersebut kecil, pengaruh keseluruhannya sangat kecil tetapi tidak demikian halnya bila bukaan-bukaan yang berukuran besar. Bukaan sedikit mengganggu pada geser dukung struktur. Perlawanan lentur struktur penopang bagian dasar kritis secara drastis dikurangi dengan perubahan tiba-tiba dari bagian dinding ke kolom.

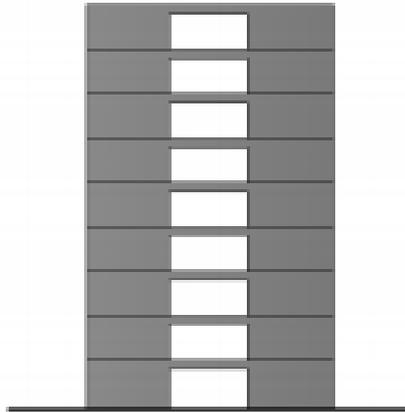


Gambar 2. 8 Dinding geser dengan bukaan

3. Dinding geser dengan bukaan (*coupled shearwall*)

Dinding geser berangkai terdiri dari dua atau lebih dinding *kantilever* yang mempunyai kemampuan untuk membentuk suatu mekanisme peletakan lentur alasnya. Antara dinding geser *kantilever* tersebut

saling dirangkaikan oleh balok-balok perangkai yang mempunyai kekuatan cukup sehingga mampu memindahkan gaya dari satu dinding ke dinding yang lain.



Gambar 2. 9 Dinding geser berangkai

2.7 Perencanaan Dinding Geser *Kantilever*

Maka dengan ini untuk proyek Gedung Hotel Golden Tulip Mataram Studi kasus yang di ambil dalam proposal dengan menggunakan jenis dinding geser *kantilever* menerus yang berdiri sendiri,dalam prakteknya dinding geser selalu dihubungkan dengan sistem rangka pemikul momen pada gedung. Dinding struktural yang umum digunakan pada gedung tinggi adalah dinding geser kantilever dan dinding geser berangkai. Suatu subsistem struktur yang berfungsi menahan beban *lateral* akibat pengaruh beban gempa rencana, yang runtuhnya disebabkan oleh momen lentur (bukan disebabkan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendi plastis di kakinya. Rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh lebih kecil dari 2 dan lebar dinding tersebut tidak boleh kurang dari 1,5 meter.(SNI 1726-2002 “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung” Pasal 3.1.4.1)

$$Rasio = \frac{\text{tinggi dinding geser } (h)}{\text{lebar dinding geser } (b)} \geq 2 \quad (2.29)$$

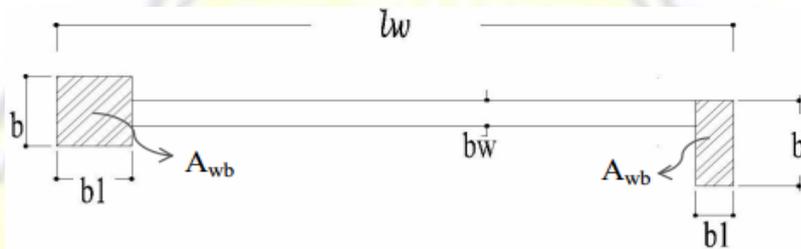
$$\text{dinding geser } (b) \geq 1,5 \text{ meter} \quad (2.30)$$

Dalam proses perencanaan bangunan tinggi harus dilakukan dengan tepat

sehingga gaya gravitasi dan gaya *lateral* dapat ditahan dengan baik oleh struktur tersebut. Penggunaan suatu sistem struktur dipengaruhi oleh banyak hal, salah satunya adalah jumlah lantai dari struktur yang akan direncanakan.

2.7.1 Pendimensian Dinding Geser

Berdasarkan rumusan hasil penelitian T. Paulay dan M. J. N Priestley dalam bukunya yang berjudul “*Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*”, dimensi dinding geser harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:



Gambar 2. 10 Pembatasan Minimum dimensi dinding

$$\text{Tebal dinding geser } (b_w) \geq \frac{1}{16} h_w \quad (2.31)$$

$$\text{Tebal Dinding Geser } (b_w) \geq \frac{1}{25} h_w \quad (2.32)$$

$$b \geq b_w \quad b_1 \geq \frac{b_c I_w}{10 b} \quad (2.33)$$

$$b \geq b_c b_1 \geq \frac{b_c^2}{b} \quad (2.34)$$

$$b \geq \frac{1}{16} h_1 b_1 \geq \frac{1}{16} h_1 \quad (2.35)$$

dengan,

$$b_c = 0,0171 \cdot I_w \cdot \sqrt{\mu \phi} \quad (2.36)$$

$$\mu \phi = \text{rasio daktilitas kurva} = 5$$

$$b_w = \text{Tebal dinding geser}$$

$$h_i = \text{Tinggi lantai pertama}$$

$$h_w = \text{Tinggi dinding perlantai}$$

$$I_w = \text{Lebar bagian dinding}$$

2.7.2 Perhitungan Tulangan Pada Dinding Geser

Langkah-langkah perhitungan tulangan pada dinding geser:

1. Tentukan baja tulangan *longitudinal* dan *transversal* minimum yang diperlukan. Periksa apakah dibutuhkan dua layer tulangan. Jika gaya

geser terfaktor (V_U) melebihi kuat dinding geser beton yang ada (V_{Uada}) maka harus digunakan dua layer.

$$V_U > V_{Uada} = \frac{1}{6} A_{CV} \sqrt{f'_c} \quad (2.37)$$

2. Tentukan tulangan yang diperlukan untuk menahan geser. Kuat geser dinding geser (*shearwall*) yang direncanakan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$V_n > A_{CV} (\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_n \cdot f_y) \quad (2.38)$$

dengan,

$$\begin{aligned} A_{CV} &= \text{Luas penampang total dinding struktural} \\ \alpha_c &= \frac{1}{4} \text{ untuk } \frac{h_w}{l_w} < 1,5 \end{aligned} \quad (2.39)$$

2.7.3 Perencanaan Dinding Geser Terhadap Beban Lentur dan Beban Aksial

Menurut Paulay dan Priestley Tulangan dinding pada dinding struktural dipasang paling sedikit 2 lapis dimana dinding harus memiliki tulangan geser tersebar yang memberikan perlawanan dalam dua arah yang saling tegak lurus dalam bidang apabila:

1. Tebal dinding ≥ 200 mm
2. Gaya geser terfaktor $> \frac{1}{6} A_{CV} \sqrt{f'_c}$ (2.40)

Beberapa pembatasan untuk penulangan lentur vertikal dinding geser menurut Paulay dan Priestley, yaitu:

1. Besarnya $\rho_v > 0,7/f_y$ (dalam MPa) dan $\rho_v > 16/f_y$ (MPa) (2.41)
2. Jarak antar tulangan vertikal tidak boleh lebih dari 200 mm daerah plastis dan pada daerah lain (yaitu daerah elastis), 450 mm atau tiga kali tebal dinding.
3. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh melebihi 1/8 dari tebal dinding geser.

Jika pembatasannya tulangan lentur dibatasi sesuai dengan momen yang terjadi, maka sendi plastis dapat terbentuk di semua bagian di sepanjang tinggi dinding geser dengan tingkat kemungkinan yang sama.

Hal ini tidak diinginkan dari segi perencanaan karena daerah sendi plastis memerlukan detail tulangan khusus. Jika sendi plastis mempunyai kemungkinan yang sama untuk terjadi pada setiap bagian sepanjang tinggi dinding geser, maka pendetailan khusus untuk sendi plastis harus dilakukan di sepanjang tinggi dinding. Tentu saja hal ini sangatlah tidak ekonomis. Selain itu, kuat dinding geser akan berkurang pada daerah dimana pelelehan tulangan lentur terjadi. Hal ini akan mengharuskan penambahan tulangan geser pada setiap tingkat. Akan lebih rasional memastikan bahwa sendi plastis hanya bisa terjadi pada lokasi yang telah ditentukan sebelumnya, secara logika yaitu di dasar dinding geser, dengan cara menetapkan kuat lentur melebihi kekuatan lentur maksimum yang dibutuhkan. Diagram bidang momen menunjukkan momen dari hasil aplikasi gaya *statis leteral* dengan kekuatan ideal terjadi pada dasar. Gambar tersebut menunjukkan kekutan lentur minimum ideal yang harus ditetapkan dimana kekuatan ideal terjadi pada dasar dinding geser.

Daerah perubahan kekuatan diasumsikan terjadi pada jarak yang sama dengan lebar dinding geser I_W Dimana daerah dengan ketinggian sebesar I_W akan menerima momen lentur yang sama dengan momen pada dasar dinding geser. Daerah setinggi I_W tersebut merupakan daerah sendi plastis.

2.7.4 Perencanaan Dinding Geser *Kantilever* Terhadap Beban Geser

Elemen dinding (*Wall*) dikatakan sebagai dinding geser (*shearwall*) karena kemampuannya untuk memikul beban geser akibat beban *lateral* lebih diandalkan/ditekankan bila dibandingkan dengan kemampuannya menahan beban yang lain, walaupun tidak menutup kemungkinan untuk dapat ikut serta memikul beberapa pembatasan untuk penulangan dinding geser menurut Paulay dan Priestley adalah:

1. Besarnya rasio penulangan horizontal ρ_h minimal 0,0025 atau $\rho_h \geq 0,0025$

2. Jarak antar tulangan horizontal tidak boleh melebihi dua setengah kali tebal dinding atau 450 mm.
3. Diameter tulangan yang digunakan tidak boleh lebih dari tebal dinding geser.

Keruntuhan akibat geser sedapat mungkin dihindarkan. Karena itu, kekuatan dinding geser terhadap geser harus dibuat melampaui besarnya gaya geser maksimum yang mungkin terjadi.

Pada waktu berlangsungnya gempa, pada dinding geser akan terjadi gaya geser yang lebih besar dibandingkan dengan perkiraan semula dengan analisa statik. Untuk mendapatkan kapasitas yang ideal pada setiap ketinggian dinding, maka gaya geser rencana harus diperbesar dengan memasukkan faktor ϕ dan faktor pembesaran dinamis ω . Faktor ϕ dimaksudkan agar tidak terjadi keruntuhan geser terlebih dahulu sebelum terjadi keruntuhan/pelelehan lentur pada struktur. Menurut SK-SNI 03-2847-2013 pasal 23.6.3, kuat geser rencana bagi dinding geser pada penampang dasar sehubungan dengan adanya pembesaran dinamis, harus dihitung menurut persamaan berikut:

$$V_{U.d maks} = \omega \cdot 0.7 \frac{M_{kap.d}}{M_{e.d maks}} \cdot V_{d maks} \quad (2.32)$$

dengan,

$M_{kap.d}$ = waktu kapasitas shearwall ke penampang paling bawah yang dinilai dengan luas baja tulangan yang terpasang serta tegangan tarik baja tulangan.

$M_{e.d maks}$ = waktu lentur maksimal *shearwall* karena beban gempa non berfaktor ke penampang.

$V_{d maks}$ = *style* geser maksimal shearwall diakibatkan beban gempa tidak berfaktor ke penampang

ω = Koefisien pembesaran dinamis yang mempengaruhi dari terjadinya sendi plastis pada struktur secara semua bagian.

Menurut SK-SNI 03-2847-2013 pasal 23.6.4 butir 1, kuat geser nominal V_n dinding struktural tidak diperkenankan lebih dari pada :

$$V_n = A_{cv}(\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_n f_y) \quad (2.42)$$

dengan koefisien:

$$a. \quad \alpha_c = \frac{1}{4} \text{ untuk } (h_w/I_w) \leq 1,5 \quad (2.43)$$

$$b. \quad \alpha_c = \frac{1}{6} \text{ untuk } (h_w/I_w) \leq 2 \quad (2.44)$$

Supaya dinding bisa memenuhi ketentuan yang ada, maka cek tulangan, dimensi serta jarak per tulangan. Shear wall harus menggunakan rasio dengan nilai :

$$\rho_1 = \Sigma A_b / b_{sv} \quad (2.45)$$

dengan,

A_b = luas tulangan dan

b_{sv} = jarak antar tulangan

Langkah-langkah perhitungan penulangan transversal:

a. Desain penampang yang dikenai geser harus didasarkan pada

$$\phi V_n \geq V_u \text{ (SNI 2847:2013 Pasal 11.1)} \quad (2.46)$$

dengan,

V_U = gaya geser terfaktor pada penampang yang ditinjau

V_n = kekuatan geser nominal

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.47)$$

dengan,

V_c = Kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton

V_s = Kekuatan geser nominal yang disumbangkan tulangan geser

b. $V_c = 0.17 \gamma \sqrt{f'_c} b_w d$ untuk komponen struktur yang dikenai geser dan lentur saja (SNI 2487:2013 Pasal 11.2.1.1) (2.48)

$V_c = 0.17(1 + \frac{N_U}{14A_g}) \gamma \sqrt{f'_c} b_w d$ untuk komponen struktur yang dikenai tekan aksial (SNI 2487:2013 Pasal 11.2.1.2) (2.49)

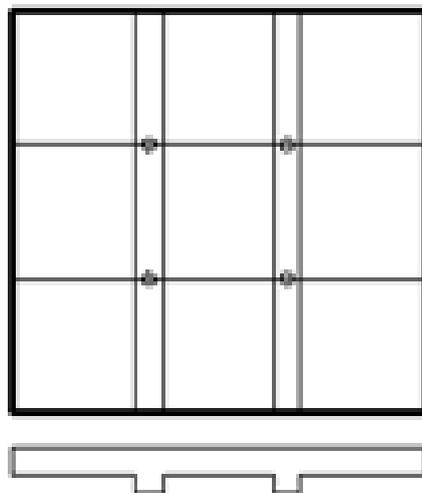
$$c. V_S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} \text{ (SNI 2487:2013 Pasal 11.4.7.2)} \quad (2.50)$$

2.8 Pelat Lantai

Pelat beton adalah permukaan horizontal datar di lantai bangunan, atap, jembatan, atau jenis struktur lainnya. Pelat beton ditopang oleh dinding, balok, kolom atau dapat juga diletakkan langsung di atas panel, balok dan panel umumnya dicetak bersama untuk membuat struktur monolitik. Secara umum panel suatu bangunan dapat dibagi menjadi tiga kelompok sebagai berikut:

1. Panel satu arah

Panel satu arah adalah panel yang hanya ditopang pada kedua sisi, sehingga panel melentur atau berubah bentuk dalam arah tegak lurus terhadap sisi penopang, dengan beban didistribusikan dari panel dalam satu arah, mis. H. Dukungan Arah



Gambar 2. 11 Slab satu arah

(Sumber : Agus Setiawan, 2016 hal 253)

2. Panel dua arah

Slab dua arah adalah pelat yang ditopang pada keempat sisinya, dengan rasio bentang panjang terhadap bentang pendek kurang dari dua. Sisem pelat dua arah dibagi menjadi beberapa jenis, antara lain :

2.8.1 Persyaratan Struktural Pelat Lantai

Dalam proses pembangunan suatu bangunan, terdapat suatu standard yang menjadi acuan persyaratan, dalam hal ini SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung. Standar ini juga mengatur persyaratan untuk struktur beton bertulang, dimana terdapat beberapa ketentuan yang memandu analisis pelat lantai dan proses *desain*, terlepas dari metode yang digunakan dalam analisis pelat lantai.

2.8.1.1 Tebal minimum pelat

1. Pelat satu arah

Peraturan SNI-2847-2013 memberikan beberapa batasan dalam desain pelat satu arah:

- a. Desain dilakukan dengan menggunakan asumsi lebar 1 meter.
- b. Ketebalan minimum pelat satu arah yang menggunakan $f_y = 400$ MPa sesuai dengan SNI-2847-2013 Tabel 9.5.a harus ditentukan sebagaimana terlihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.13 Tebal Minimum Pelat

Jenis Komponen Strktur	Tertumpu Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua Ujung Menerus	Kantilever
Pelat Satu Arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Pelat rusuk	L/16	L/18,5	L/21	L/8

(Sumber : SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung)

Untuk f_y selain 400 MPa, maka nilai dalam tabel 2.10 harus dikalikan dengan

$$0,4 + \frac{f_y}{700} \quad (2.42)$$

- c. Lendutan harus diperkirakan apabila pelat memikul konstruksi yang akan mengalami kerusakan akibat lendutan yang besar. Batasa lendutan ditentukan dalam Tabel 2.14

Tabel 2. 14 Batasan Lendutan Pelat

Jenis Struktur Pelat	Lendutan yang Diperhitungkan	Batas Lendutan
Atap datar yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen non struktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan sesaat akibat beban hidup (L)	1/180
Lantai yang tidak menahan atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan sesaat akibat beban hidup (L)	1/360
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen non struktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural	1/480
Konstruksi atap atau lantai yang menahan atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar.	(jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan sesaat akibat penambahan beban hidup.	1/240

(Sumber : SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung)

- d. Selimut beton untuk struktur pelat tidak boleh kurang dari 20 mm, untuk pelat yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah.
- e. Struktur pelat satu arah, harus disediakan tulangan susut dan suhu yang memiliki arah tegak lurus terhadap tulangan lentur. Persyaratan ini diatur dalam SNI-2847-2013 Pasal 7.12. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio tulangan terhadap luas bruto penampang beton yang ditunjukkan dalam Tabel 2.10 namun tidak kurang dari 0,0014.

Tabel 2.15. Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu untuk Pelat

Pelat yang menggunakan tulangan ulir dengan mutu $f_y = 280$ atau 350 MPa	0,0020
Pelat yang menggunakan tulangan ulir atau jaringan kawat las dengan mutu $f_y = 420$ MPa	0,0018
Pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan leleh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar $0,35\%$	$0,0018 \times \frac{420}{f_y}$

(Sumber : SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung)

f. Kecuali untuk pelat rusuk, maka jarak antar tulangan utama pada pelat tidak boleh melebihi 3 kali ketebalan pelat atau tidak boleh lebih dari 450 mm (SNI-2847-2013, Pasal 7.6.5)

2. Pelat dua arah

Dalam SNI-2847-2013 Pasal 9.5.3 menentukan ketebalan minimum pelat dua arah untuk mencegah terjadinya lendutan berlebih, karena perhitungan lendutan dari pelat dua arah akan cukup rumit, dan untuk mencegah lendutan yang besar, maka ketebalan pelat dapat ditentukan menggunakan rumus empiris sebagai berikut :

a. Untuk $0,2 < a_{fm} < 2,0$

$$h = \frac{\ell \cdot n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(a_{fm} - 0,2)} \quad (2.51)$$

namun tidak kurang dari 125 mm.

b. Untuk $a_{fm} > 2,0$

$$h = \frac{\ell \cdot n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \quad (2.52)$$

namun tidak kurang dari 90 mm.

c. Untuk $a_{fm} < 0,2$

h = ketebalan minimum pelat untuk balok (Lihat Tabel 3.20)

dengan,

h = ketebalan pelat

ℓ_n = bentang bersih pelat diukur dari pusat ke pusat

f_y = mutu baja tulangan

β = rasio dimensi panjang terhadap pendek dari dua sisi slab

α_{fm} = nilai rata-rata untuk semua balok pada tepi-tepi panel

Tabel 2.16 Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Dalam

f_y (MPa)	Tanpa Penebalan Panel			Dengan Penebalan Panel		
	Panel luar		Panel dalam	Panel luar		Panel dalam
	Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi		Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi	
280	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$	$\ell_n/40$	$\ell_n/40$
420	$\ell_n/30$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/33$	$\ell_n/36$	$\ell_n/36$
520	$\ell_n/28$	$\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/31$	$\ell_n/34$	$\ell_n/34$

(Sumber : SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung)

Tebal minimum pelat tanpa balok dalam seperti ditentukan dalam Tabel 2.11 tidak boleh kurang dari 120 mm (untuk pelat tanpa penebalan panel), atau tidak kurang dari 100 mm (untuk pelat dengan penebalan panel). Dalam SNI-2847-2013 Pasal 9.5.3.3(d) diisyaratkan untuk panel dengan tepi yang tidak menerus, maka balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan α yang tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan maksimum yang dihitung dari Persamaan (3.15) dan Persamaan (3.16) harus dinaikkan minimal 10 %.

2.8.1.2 Tulangan pelat

1. Tulangan geser

a. Spasi tulangan geser

Untuk tulangan geser dipasang tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, jarak atau spasi antar tulangannya tidak boleh melebihi 600 mm maupun $d/2$. Dengan d adalah jarak dari serat tekan terjauh ke pusat tulangan tarik longitudinal.

b. Luas minimum

Luas minimum untuk tulangan geser mengacu pada SNI-2847-2013 terdapat dalam Persamaan (3.53).

$$\text{Luas minimum} = 0,0062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_y t} \quad (2.53)$$

Namun demikian tidak boleh kurang dari $(0,35 b_w s) / f_y t$ (2.54)

c. Kuat geser

➤ Kuat geser nominal tulangan

Jika digunakan tulangan geser yang tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur, maka kuat geser nominal tulangan yang dapat luluh adalah seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (3.55).

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s} \quad (2.55)$$

dengan,

V_s = Kuat Geser Nominal Tulangan

A_v = Luas Tulangan Total, yang tegak lurus dengan sumbu batang

S = Jarak Tulangan Sengkang

d = Diameter Tulangan

dengan A_v adalah tulangan geser.

➤ Kuat geser nominal beton

Untuk komponen struktur yang dikenai gaya geser dan lentur saja maka nilai kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh beton seperti terdapat pada persamaan (3.56).

$$V_c = 0,17 \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3.56)$$

dengan,

V_c = Kuat Geser Beton

f'_c = Mutu Beton

b_w = Lebar Efektif Penampang

d = Diameter Tulangan

dengan nilai β adalah 1,0 untuk beton berat normal dan 0,75 untuk beton berat ringan.

2. Tulangan Utama (lapangan maupun tumpuan)

Rasio tulangan utama yang digunakan tidak boleh melebihi rasio maksimum ataupun kurang dari rasio minimum yang telah ditetapkan. Perhitungan rasio yang digunakan adalah sebagai berikut seperti terdapat pada persamaan (2.57) sampai dengan (2.59).

$$\rho_b = 0,85 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \beta \frac{600}{600 + f_y} \quad (2.57)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b \quad (2.58)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ atau } \rho_{min} = 0,0025 \quad (2.59)$$

dengan,

Pb = Kuat beban aksial nominal pada kondisi reganganseimbang

F'c = Mutu Beton

Fy = Mutu Baja

2.8.1.3 Metode Faktor momen

Ada banyak metode untuk menghitung pelat lantai, dua diantaranya adalah metode faktor momen dan metode desain langsung. Metode koefisien momen menggunakan nilai spesifik sebagai koefisien untuk menentukan besarnya momen yang terjadi baik pada daerah bentang maupun daerah tumpuan. Metode ini menjadi kurang efektif untuk digunakan pada pelat dengan perpanjangan yang agak panjang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung momen adalah :

$$M = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \quad (2.60)$$

Dimana q_u adalah beban total pada pelat dan l_x jarak pada bentang terpendek. Untuk nilai x yang merupakan koefisien momen dapat diperoleh dari tabel koefisien momen yang terdapat dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia Tahun 1971.

2.9 Balok

2.9.1 Rasio Tulangan

Rasio tulangan pada perencanaan balok lentur tergantung pada kualitas beton (f_c') serta kualitas baja tulangan (f_y), serta tidak tergantung pada besar- kecilnya dimensi penampang struktur. Nilai dari rasio tulangan ini pula berkaitan dengan keruntuhan yang terjalin pada balok lentur, dimana keruntuhan ini dipecah atas 3 tipe, ialah keruntuhan tekan, keruntuhan *balance*, serta keruntuhan tarik.

1. Keruntuhan tekan (*Over-reinforced*)

Pada kondisi ini beton hendak sirna saat sebelum baja tulangan leleh, sehingga lendutan pada balok relatif senantiasa. Tetapi apabila balok diberikan beban lebih besar maka terjalin keruntuhan tiba - tiba, sehingga keruntuhan semacam ini tidak diperbolehkan. Balok yang hadapi keruntuhan semacam ini mempunyai rasio tulangan yang besar, sehingga tidak boleh melebihi rasio tulangan maksimum yang dihitung bersumber pada Persamaan 2.61.

$$\begin{aligned}\rho_{\text{maks}} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= \frac{382,5 \cdot \beta_1 \cdot f_c'}{(600 + f_y) \cdot f_y}\end{aligned}\quad (2.61)$$

2. Keruntuhan seimbang (*Balance*)

Pada keadaan ini beton akan hancur bersamaan dengan baja tulangan leleh, sehingga kekuatan beton dan baja tulangan dapat dimanfaatkan sepenuhnya. Perencanaan balok dengan keruntuhan ini merupakan perencanaan yang ideal namun sulit untuk terpenuhi. Balok yang mengalami keruntuhan seperti ini memiliki rasio tulangan yang seimbang dan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.62.

$$\rho_b = \frac{\beta_1 \cdot 0,85 \cdot f_c'}{f_y} \left[\frac{600}{600 + f_y} \right]\quad (2.62)$$

3. Keruntuhan tarik (*Under-reinforced*)

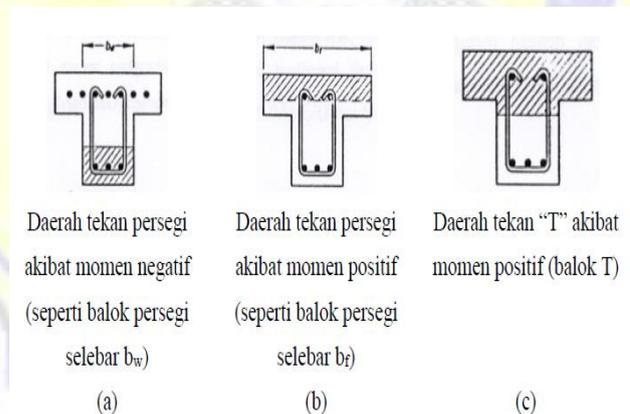
Pada keadaan ini baja tulangan sudah leleh sebelum beton hancur, sehingga beton masih kuat menahan beban dan terjadi lendutan akibat

baja tulangan yang leleh dan menjadi plastis. Lendutan ini dapat menjadi peringatan sebelum terjadi keruntuhan, sehingga dianggap aman dan diperbolehkan dalam perencanaan. Balok yang mengalami keruntuhan seperti ini memiliki rasio tulangan yang kecil tetapi tidak kurang dari rasio tulangan minimum seperti yang dapat dihitung dengan persamaan 2.63.

$$\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \cdot f_y} \text{ atau } \rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (2.63)$$

2.9.2 Konstruksi Balok T

Bila momen yang bekerja pada penampang merupakan momen negatif, hingga balok T hendak berperilaku selaku balok persegi biasa (bagian yang diarsir pada foto a), dimana bagian beton yang tertekan, berupa 4 persegi dengan lebar yang tertekan sebesar b_w , sehingga analisis serta desainnya sama semacam balok persegi. Buat lebih jelasnya bisa dilihat pada Foto 3.8 berikut.



Gambar 2. 12 Bagian Tekan Pada Balok T

Bila momen yang bekerja pada penampang merupakan momen positif, hingga terdapat 2 mungkin yang terjalin ialah :

1. Balok hendak berperilaku selaku balok persegi bila bagian yang tertekan cuma pada bagian sayap saja semacam yang nampak pada foto (b), dengan lebar bagian tekan b_f .
2. Balok hendak berperilaku selaku balok T murni bila bagian yang tertekan meliputi sayap serta tubuh balok T.

Berikut merupakan syarat balok T buat lebar efisien pelat (b_f) bersumber pada SNI-2847-2013 :

- a. Buat balok bidang dalamnya berupa T ketentuannya merupakan:
 - $b_f \leq 1/4$ bentang balok, dan
 - lebar pelat efisien sayap yang menggantung pada tiap - tiap sisi tubuh tidak boleh melebihi :
 - Delapan kali tebal pelat serta,
 - Setengah jarak bersih ke tubuh disebelahnya.
- b. Buat balok bidang luar berupa L ketentuannya merupakan:
 - $b_f \leq 1/12$ bentang balok.
 - Enam kali tebal pelat serta,
 - Setengah jarak bersih ke tubuh disebelahnya.

Penulangan lentur pada balok T bisa dihitung semacam penulangan lentur pada balok persegi biasa apabila keahlian menahan momen akibat beton tekan f_{lens} lebih besar daripada momen nominal yang sanggup ditahan balok ($M_c \geq M_n$). Kokoh tekan beton sisi tekan setebal f_{lens} dihitung dengan Persamaan (2.64).

$$C_c = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a \quad (2.64)$$

dengan,

- C_c = *Sty*le tekan beton
- F'_c = Kokoh tekan beton yang diisyaratkan
- b = Lebar penampang balok
- a = Besar balok tegangan beton tekhn persegi

Hingga keahlian menahan momen akibat beton tekan f_{lens} bisa dihitung dengan Persamaan (2.65).

$$M_{cc} = C_c \cdot \left(d - \frac{a}{2} \right) \quad (2.65)$$

dengan,

- M_{cc} = Momen akibat betontekan
- C_c = Style tekan beton
- d = Besar efisien penampang balok
- a = Besar balok tegangan beton tekan persegi

2.9.3 Penulangan geser serta torsi balok

Tulangan geser diperlukan buat menahan style geser ataupun style lintang yang bekerja pada bagian ujung balok sehingga bisa memunculkan retak miring pada balok. Torsi ataupun momen puntir merupakan momen yang bekerja terhadap sumbu longitudinal balok ataupun elemen struktur yang bisa terjalin sebab terdapatnya beban eksentrik yang bekerja pada balok tersebut. Bersumber pada SNI-2847-2013 pengaruh torsi ataupun puntir bisa diabaikan bila momen puntir terfaktor T_u enuhi ketentuan pada Persamaan (2.66).

$$T_u \leq \phi 0,083 \lambda \sqrt{f'_c} (\Sigma x^2 y) ; \text{ dengan } \phi = 0,75 \quad (2.66)$$

dengan,

$\Sigma x^2 y = x_1^2 y_1 + 2x_2^2 (3x_2)$ buat balok berpenampang persegi, kokoh momen torsi yang diberikan balok beton, bisa dihitung dengan menggunakan persamaan (2.67).

$$T_c = \frac{\sqrt{\frac{f'_c}{15}} \Sigma x^2 y}{\sqrt{1 + \left[\frac{0,4V_u}{C_t T_u} \right]^2}} \quad (2.67)$$

dengan,

- T_c = Momen torsi
- F'_c = Kokoh tekan beton yang diisyaratkan
- V_u = Style geser terfaktor pada penampang yang ditinjau

- T_u = Momen punter terfaktor
- C_t = Grafik reaksi gempa

Keahlian maksimum menahan geser pada balok beton dihitung dengan Persmaan (2.68).

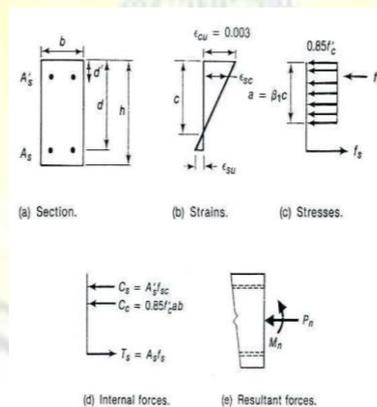
$$V_c = \frac{\sqrt{\frac{f'_c}{6}bw.d}}{\sqrt{1 + [2,5.C_t \frac{T_u}{V_u}]^2}} \quad (2.68)$$

dengan,

- V_c = Tegangan geser beton
- bw = Lebar tubuh balok
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan serta tulangan tarik

2.10 Kolom

Pada dasarnya konsep perencanaan kolom nyaris sama dengan perencanaan balok, cuma saja terdapat akumulasi beban aksial, keadaan penampang kolom apabila dibebani tekan serta lentur hingga keadaan dari tegangan serta regangan pada kolom ditafsirkan oleh diagram tegangan serta regangan pada Foto 3.9.



Gambar 2. 13 Diagram Tegangan dan Regangan Kolom

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari rangka (frame) struktural yang memikul beban dari balok (bila terdapat). Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih dasar sampai kesimpulannya hingga ke tanah lewat fondasi. Dalam merancang

kolom butuh diwaspadai, ialah dengan membagikan kekuatan cadangan yang lebih besar daripada yang dicoba pada balok serta elemen struktural horizontal yang lain, terlebih lagi sebab keruntuhan tekan tidak membagikan peringatan dini yang lumayan jelas (Nawy, 1998).

2.10.1 Perencanaan Kolom

Dalam perencanaan kolom yang dibebani beban aksial serta lentur ataupun campuran dari beban lentur serta aksial wajibenuhi peraturan pada SNI-2847-2013, perihal 74-75 ialah selaku berikut :

1. penampang yang dibebani lentur serta aksial ataupun campuran beban lentur serta aksial wajib didasarkan atas kompitibilitas regangan serta tegangan dengan memakai anggapan dalam pasal 10.2 SNI-2847-2013.
2. regangan *balance* terjalin pada penampang kala tulangan tarik pas menggapai regangan yang berhubungan dengan tegangan leleh f_y , pada dikala yang bertepatan dengan tercapainya regangan batasan 0,003 pada bagian beton yang tertekan.
3. Penampang merupakan terkontrol tekan bila regangan efek neto dalam baja tarik terjauh, ϵ_t sama dengan ataupun kurang batasan regangan terkendali tarik apabila beton tekan menggapai batasan regangan anggapan sebesar 0,003. Batasan regangan terkontrol takan merupakan regangan tarik neto dalam tulangan pada keadaan ragangan *balance*. Buat tulangan Kualitas 420 MPa, serta buat seluruh tulangan prategang, diizinkan buat menetapkan batasan regangan, terkontrol tekan sama dengan 0,002.
4. Penampang merupakan terkontrol tarik bila tegangan tarik neto dalam baja tarik terjauh, ϵ_t sama dengan ataupun lebih besar dari 0,005 apabila beton tekan menggapai batasan regangan anggapan sebesar 0,003. Penampang dengan ϵ_t antara batasan regangan terkontrol tekan serta 0,005 membentuk wilayah transisi antara penampang terkontrol tekan serta terkontrol tarik.

5. komponen struktur lentur non-prategang serta komponen struktur non-prategang dengan beban tekan aksial terfaktor kurang dari $0,10 \cdot f'_c A_g \varepsilon_t$ pada kekuatan nominal tidak boleh kurang dari 0,004. Konsumsi tulangan tekan diizinkan terpaut dengan tulangan tarik bonus buat tingkatan kekuatan komponen struktur lentur.
6. Desain beban aksial ϕP_n dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar dari $\phi P_{n(max)}$ yang dihitung dengan persamaan (2.69) serta persamaan (2.70)

- Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral yang penuh pasal 7.10.4 ataupun komponen struktur komposit yang penuh pasal 10.13

$$\phi P_{n(max)} = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \quad (2.69)$$

dengan,

- F'_c = Kokoh tekan beton yang diisyaratkan
- A_g = Luas penampang kolom
- A_{st} = Luas tulangan total
- F_y = Kokoh tekan baja yang diisyaratkan
- komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat yang penuh pasal 7.10.5.

$$\phi P_{n(max)} = 0,80 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \quad (2.70)$$

dengan,

- F'_c = Kokoh tekan beton yang diisyaratkan
- A_g = Luas penampang kolom
- A_{st} = Luas tulangan total
- F_y = Kokoh tekan baja yang diisyaratkan

- Untuk komponen struktur prategang, kekuatan aksial desain, ϕP_n tidak boleh diambil lebih besar dari 0,85 (buat komponen struktur dengan tulangan spiral) ataupun 0,80 (buat komponen

struktur dengan tulangan pengikat) dengan kekauan aksial desain pada eksentrisitas nol $\emptyset P_0$.

- Komponen struktur yang dibebani aksial tekan wajib didesain terhadap momen meksimum yang bisa jadi menyertai beban aksial. Beban aksial terfaktor P_u dengan eksentrisitas yang terdapat tidak boleh melampaui nilai yang diberikan dalam pasal 10.3.6. Momen terfaktor maksimum M_u harus diperbesar buat memperhitungkan pengaruh kelangsingan cocok dengan pasal 10.10.

2.10.2 Kekuatan Tarik Menentukan

Awal keadaan runtuh dalam hal eksentrisitas yang besarnya dapat terjadi dengan lelehnya tulangan baja yang tertarik. Jika $e > e_b$ atau $P_n > P_{nb}$ maka keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan tarik yang diawali dengan lelehnya tulangan tarik beban aksial nominal pada kondisi tarik :

$$p_n = 0,85 f'_c \cdot b \left[\left(\frac{h-2e}{2d} \sqrt{\left(\frac{h-2e}{2d} \right)^2 + 2mp \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right) \right] \quad (2.71)$$

dengan,

- P_n = Gaya nominal kolom
- F'_c = Kuat tekan beton
- b = Lebar penampang kolom
- h = Tinggi kolom tegangan persegi
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- d' = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan atas

2.10.3 Kondisi Keruntuhan *Balanced*

Jika eksentrisitas semakin kecil maka ada suatu transisi dari keruntuhan tarik ke keruntuhan tekan. Kondisi keruntuhan *balanced* tercapai apabila tulangan tarik mengalami regangan leleh dan saat itu pula beton mengalami regangan batasnya. Persamaan tinggi balok tekan pada kondisi seimbang :

$$ab = \hat{a}_1 \cdot e_b = \hat{a}_1 \frac{600d}{600+f_y} \quad (2.72)$$

Besarnya gaya aksial dan momen yang mampu ditahan kolom pada kondisi *balanced* dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$p_{nb} = 0,85 f'_c \cdot b \cdot a + A'_s \cdot f'_s - A_s \cdot f_y \quad (2.73)$$

$$M_{nb} = 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a_b \left(\frac{h}{2} - \frac{a_b}{2} \right) + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) - A_s f_y \left(d - \frac{h}{2} \right) \quad (2.74)$$

dengan,

- P_{nb} = Gaya nominal kolom pada kondisi seimbang
- F'_c = Kuat tekan beton
- b = Lebar penampang kolom
- h = Tinggi kolom tegangan persegi
- a = Tinggi kolom tegangan persegi
- A_s = Luas tulangan tarik
- A'_s = Luas tulangan tekan
- F_y = Kuat tekan baja
- F_s = Tegangan pada tulangan tarik
- F'_s = Tegangan pada tulangan tekan
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- d' = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan atas

2.10.4 Kondisi Tekan Menentukan

Terjadinya keuntungan tekan diawali dengan hancurnya beton. Eksentrisitas yang terjadi lebih daripada eksentrisitas balanced dan beban tekan melampaui kekuatan berimbang. Besar beban aksial nominal dapat dihitung sebagai :

$$p_n = \frac{A_s \cdot f_y}{\frac{e}{d} - d' + 0,5} + b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{\frac{3h \cdot e}{d^2} + 1,18} \quad (2.75)$$

dengan,

- P_n = Gaya nominal kolom
- F_y = Kuat tekan baja
- F'_c = Kuat tekan beton
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- d' = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan atas

2.10.5 Kolom Panjang

Apabila nilai perbandingan kelangsingan untuk kolom pendek tidak terpenuhi, maka komponen struktur tekan dikatakan kolom panjang. Sehingga diperlukan suatu faktor pembesaran momen agar dapat menambah kekuatan nominal dari kolom panjang tersebut yang dinyatakan dengan Persamaan 2.76

$$\alpha_{sy} = \frac{1}{1 - (\sum Pu / \phi \sum Pc)} > 1 \quad (2.76)$$

dengan,

- α_{sy} = Beban yang menimbulkan pergeseran sumbu kolom
- $\sum Pc$ = Jumlah dari semua beban tekuk Euler
- $\sum Pu$ = Jumlah dari beban vertical disuatu tingkat

Sehingga diperoleh momen rencana terfaktor yang diperbesar dinyatakan dengan Persamaan 2.77

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} \quad (2.77)$$

dengan,

- M_c = Gaya nominal kolom
- M_{2b} = Kuat tekan baja
- M_{2s} = Momen ujung terfaktor di ujung komponen struktur

2.10.6 Penulangan Geser Kolom

Penulangan geser kolom pada dasarnya adalah sama dengan penulangan geser pada balok. Hanya pada kolom daerah ujung-ujung kolom harus mendapat perhatian khusus sebagai syarat bagi suatu struktur bangunan bertulang yang tahan gempa.

Menurut SNI-2847-2002 pasal 13.3.1.2 dan 13.3.2.3 mengenai kemampuan geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial dan untuk komponen struktur yang mengalami gaya tarik aksial yang besar yaitu dengan persamaan 2.78 dan 3.59 :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6}\right) b_w d \quad (2.78)$$

dengan,

- V_c = Kuat geser yang disumbangkan oleh beton
- N_u = Beban aksial terfaktor
- A_g = Luas penampang kolom
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- b_w = Lebar badan
- f'_c = Kuat tekan beton

Besaran N_u/A_g harus dinyatakan dalam MPa

Untuk komponen struktur yang mengalami gaya tarik aksial yang besar

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w d \quad (2.79)$$

dengan,

- V_c = Kuat geser yang disumbangkan oleh beton
- N_u = Beban aksial terfaktor
- A_g = Luas penampang kolom
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- b_w = Lebar badan penampang
- f'_c = Kuat tekan beton

Tapi tidak kurang dari daripada nol, dengan N_u adalah negative untuk tarik. Besaran N_u/A_g harus dinyatakan dalam MPa.

Apabila geser yang bekerja lebih besar dari kemampuan beton menahan geser, maka kelebihan gaya geser dilimpahkan pada tulangan baja geser sesuai perhitungan seperti halnya balok. Sebaliknya apabila gaya geser yang terjadi kurang dari kemampuan beton, maka dipasang tulangan geser minimum dengan jarak sebagai berikut :

$$S = \frac{3A_v f_y}{b_w} \quad (2.80)$$

dengan,

- S = Jarak tulangan geser
- A_v = Luas tulangan dalam daerah 'S'
- b_w = Lebar badan penampang
- f_y = Kuat tekan baja

Menurut SNI-2847-2002 jarak ikat sengkang tidak boleh melebihi :

1. 16 kali diameter tulangan pokok
2. 48 kali diameter tulangan sengkang
3. Lebar kolom

2.11 Pondasi

Pondasi merupakan elemen struktur paling bawah dan berfungsi meneruskan beban yang diterima dari bangunan yang ada di atasnya. Secara umum pondasi dibagi menjadi dua yaitu pondasi dangkal (shallow foundation) dan pondasi dalam (deep foundation). Pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, umumnya kedalaman pondasi didirikan kurang $\frac{1}{3}$ dari lebar pondasi sampai dengan kedalaman kurang dari 3 m, pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan dipermukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban structural dan kondisi permukaan tanah, pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3m dibawah elevasi permukaan tanah.

Secara umum pondasi yang umumnya digunakan untuk bangunan gedung tinggi adalah pondasi tiang pancang. Pondasi tiang digunakan untuk mendukung struktur/bangunan bila lapisan kuat terletak sangat dalam. Daya dukung tiang adalah kemampuan atau kapasitas tiang dalam mendukung/memikul beban. Dalam beberapa literatur digunakan istilah pile capacity atau pile carrying capacity. Daya dukung tiang terdiri dari daya dukung tiang tunggal dan daya dukung tiang kelompok.

1. Daya dukung tiang tunggal

Perhitungan kapasitas dukung aksial dan lateral tiang tunggal dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

- a. Kapasitas dukung aksial berdasarkan uji SPT
- b. Kapasitas dukung aksial berdasarkan kekuatan bahan
- c. Kapasitas dukung aksial berdasarkan uji sondir (Bagemenn)
- d. Kapasitas dukung aksial berdasarkan metode brose

2. Kapasitas pendukung tiang kelompok

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini terjadi jika tiang dipancang dalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun di bawahnya terdapat lapisan lunak. Dalam

kondisi tersebut, stabilitas kelompok tiang tergantung dari dua hal, yaitu:

- a. Kapasitas dukung tanah di sekitar dan di bawah kelompok tiang dalam mendukung beban total struktur.
- b. Pengaruh penurunan konsolidasi tanah yang terletak di bawah kelompok tiang.

Menurut Nawy (1990), pondasi harus dirancang untuk mampu menahan semua beban rencana dan reaksi-reaksi yang dapat terdiri dari gaya aksial, geser dengan momen yang harus ditahan oleh dasar pondasi.

Dalam hal beban eksentris atau momen yang disebabkan kombinasi pembebanan, tekanan tanah yang diakibatkan oleh kombinasi pembebanan tidak boleh melebihi harga yang diizinkan.

Tegangan tanah yang terjadi pada dasar pondasi :

$$\sigma_{maks} = \frac{P}{BL} \left(1 + \frac{6e}{L} \right) \quad (2.81)$$

$$\sigma_{min} = \frac{P}{BL} \left(1 - \frac{6e}{L} \right) \quad (2.82)$$

dengan,

- P = Beban aksial
- B = Lebar pondasi arah x
- L = Lebar pondasi arah y
- Fy = Kuat tekan baja

2.11.1 Kapasitas Geser

Kekuatan geser slab dan pondasi di sekitar kaki kolom, ditentukan oleh kondisi yang paling berbahaya di antara kedua kondisi di bawah ini:

1. Aksi satu arah

Apabila hanya geser dan lentur yang bekerja, kekuatan geser nominal ada :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f' c \cdot b \cdot d} \quad (3.83)$$

dengan,

V_c harus selalu lebih besar dari gaya geser nominal

b = lebar pondasi

$$V_n = V_u / \phi$$

2. Aksi dua arah

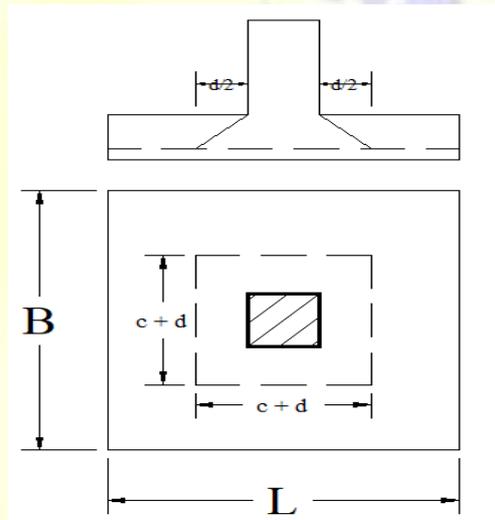
Bidang penampang kritis yang tegak lurus dengan slab dianggap terletak pada lokasi sedemikian rupa sehingga mempunyai keliling minimum b_0 . Menurut SNI 2847 2002 Pasal 13.1 kekuatan geser penampang adalah :

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\hat{\alpha}_c}\right) \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b \cdot d \leq \frac{\sqrt{f'_c}}{3} b_0 \cdot d \cdot \hat{\alpha}_c \quad (2.84)$$

dengan,

b_0 = keliling kritis, yaitu panjang bidang kritis idealisasi

V_c = Kekuatan Geser pondasi



Gambar 2. 14 Geser dua arah pada pondasi

2.11.2 Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*)

Simpangan antar lantai adalah pergeseran posisi (*defleksi*) antara pusat massa sebuah lantai dengan lantai yang berada di atas atau di bawahnya akibat dari penyerapan beban yang dialami oleh struktur. Berdasarkan SNI 1726-2012, simpangan antar lantai hanya ada kinerja batas *ultimate* saja tanpa mempertimbangkan kinerja batas lainnya. *Defleksi* pusat massa di tingkat x (\ddot{a}_x) (mm) harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$\ddot{a}_x = \frac{C_d \ddot{a}_{xe}}{I_e} \quad (2.85)$$

dengan,

C_d = faktor amplifikasi defleksi dalam table 9

\ddot{a}_{xe} = defleksi pada lokasi yang diisyaratkan pada pasal ini yang ditentukan dengan analisis elastis

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan sesuai dengan 4.1.2

Bersumber SNI 1726-2012 Pasal 7.12.1, *story drift* tidak boleh melebihi batas-batas yang telah ditetapkan. Semua struktur yang lain termasuk dalam kategori resiko gedung I dan II, batas *story drift* ultimitnya ($\Delta_{\dot{a}}$) tidak diperbolehkan melebihi nilai $0,020 h_{sx}$.

$$\Delta \leq \Delta_{\dot{a}} \quad (2.86)$$

dengan,

Δ = simpangan antar lantai tingkat desain

$\Delta_{\dot{a}}$ = simpangan antar lantai tingkat ijin

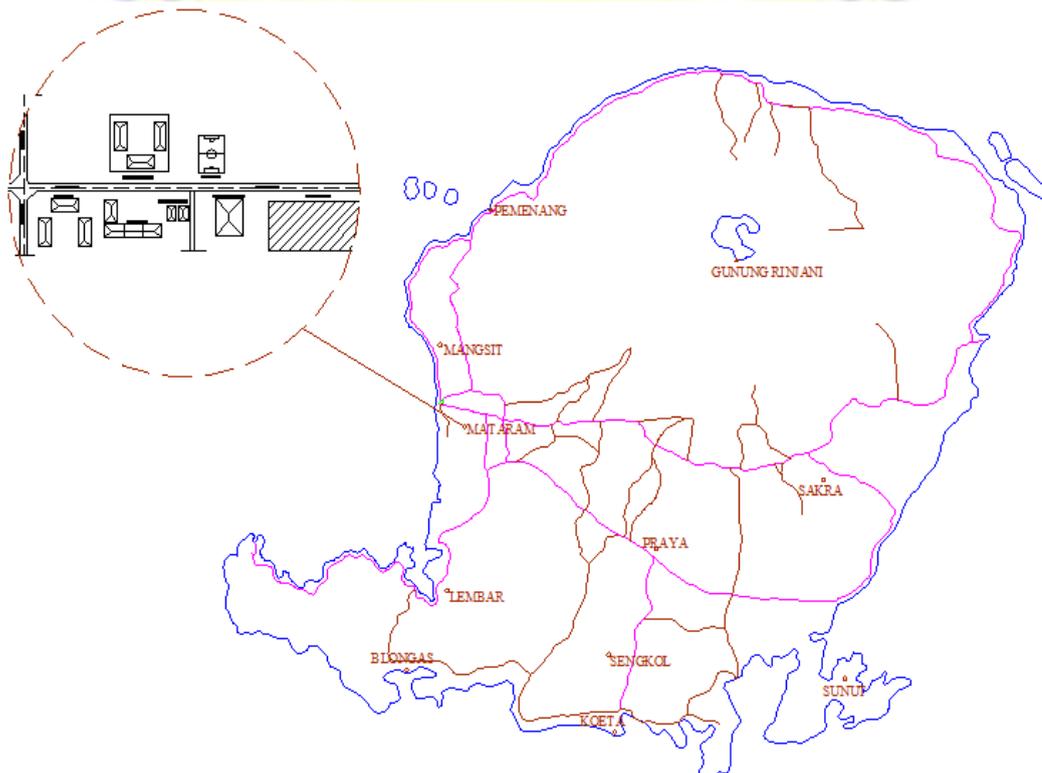
Batasan ini mempunyai tujuan agar struktur tidak terlalu (*Rigid*) serta tidak terlalu melentur.

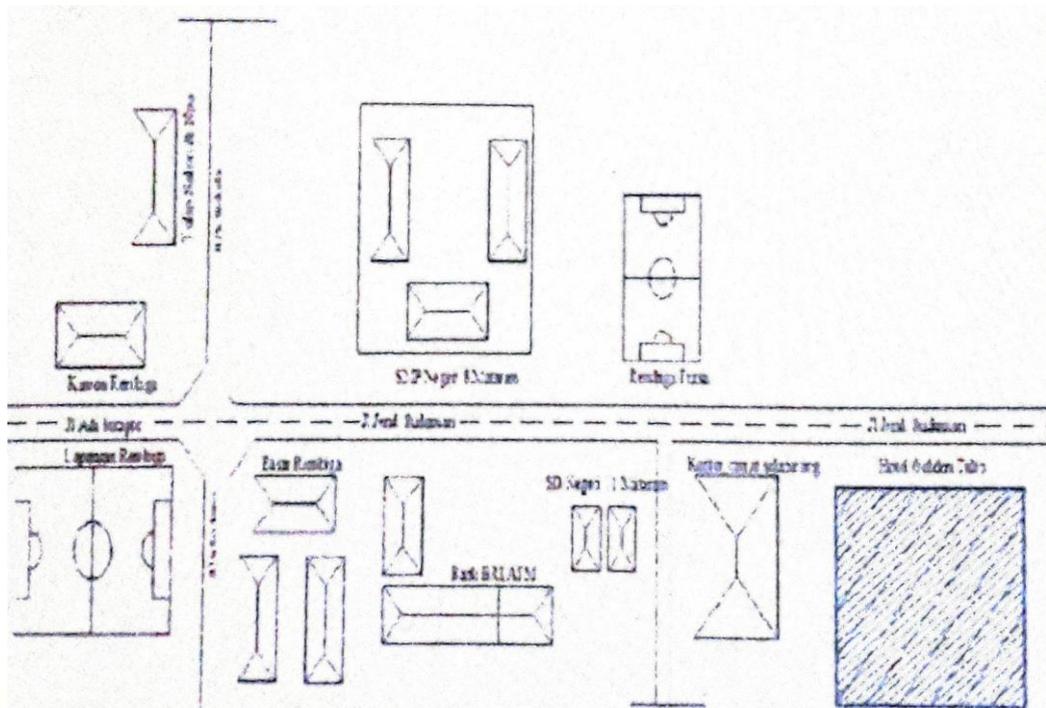
3. BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1.Peta lokasi

Hotel golden tulip atau yang sekarang berganti nama menjadi Hotel Lombok Astoria berada di kota mataram yang lebih tepatnya beralamat di Jln. Jend. Sudirman No 40, Rembiga, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, dengan kode pos 83124, untuk lokasi ini dapat dilihat pada peta dibawah ini





Gambar 3. 1 Lokasi Hotel Lombok Astoria

3.2. Pengumpulan data

3.2.1. Data umum bangunan

- a. Nama Bangunan : Hotel Lombok Astoria
- b. Fungsi : Penginapan dan Pertemuan
- c. Lokasi Gedung : Jln. Jend. Sudirman No 40, Rembiga, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat
- d. Bahan Konstruksi : Beton
- e. Jenis Struktur : Dinding Geser
- f. Bentang Memanjang : 15.500
- g. Bentang Melintang : 40.150
- h. Jumlah Lantai : 12 Lantai
- i. Tinggi Gedung : 43.6 meter
- j. Tinggi Lantai : Lantai dasar = 3.8 meter
Lantai 1 – 3 = 14.6 meter
Lantai 4 – 12 = 25.2 meter

3.2.2. Mutu Bahan Yang Digunakan

- a. Mutu baja ulir (f_y) : 400 MPa
- b. Mutu baja polos (f_y) : 240 MPa
- c. Mutu beton (f_c') : 30 MPa

3.2.3 Pemodelan struktur

Struktur bangunan utama untuk gedung Hotel Lombok Astoria ini direncanakan dengan sistem portal ruangan atau portal terbuka dan kolom terjepit kaku pada pondasi, struktur gedung dimodelkan dan dianalisis dengan semua elemen menggunakan program *SAP 2000*. elemen struktur tersebut antara lain :

- a. Penggambaran plat lantai
- b. Penggambaran sistem penempatan dinding geser
- c. Penggambaran kolom
- d. Pemodelan pondasi

3.2.4 Data bahan

- a. Material

Material yang digunakan dalam merencanakan ulang struktur bangunan ini sama dengan material perencanaan awal yaitu material beton bertulang yang mempunyai mutu beton ($f_c' = 30 \text{ Mpa}$), mutu beton untuk *bore pile* ($f_c' = 20 \text{ Mpa}$). Untuk mutu baja tulangan polos ($f_y = 240 \text{ Mpa}$) dan mutu tulangan deform ($f_y = 240 \text{ Mpa}$) dan mutu baja tulangan deform ($f_y = 400 \text{ Mpa}$)

- b. Gambar kerja dan *desain* gedung

Ada pun gambar kerja yang terlampir yaitu :

- Denah penempatan dinding geser Hotel Lombok Astoria
- Potongan gedung Hotel Lombok Astoria
- Data penampang elemen gedung Hotel Lombok Astoria

3.2.5 Pembebanan

Perencanaan pembebanan pada struktur gedung Hotel Lombok Astoria ini berdasarkan SNI-1727-2013, SNI-1726-2012 dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1983). Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan antara lain :

a. Beban mati

Beban mati merupakan berat dari seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, *klading* gedung dan komponen arsitektur dan struktural lainnya serta peralatan yang terpasang lain termasuk berat keran, berdasarkan SNI-1727-2013 pasal 3.1

b. Beban Hidup Lantai dan Atap

Beban hidup termasuk beban yang dapat mempengaruhi struktur gedung hotel tersebut, yang termasuk beban hidup adalah beban yang di akibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati, hal ini berdasarkan SNI-1727-2013 pasal 4.1

c. Beban Angin

Pada pembebanan angin untuk gedung hotel golden tulip digunakan sistem pembebanan berdasarkan SNI-1727-2013 pasal 26 dan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983).

d. Beban Gempa

Gempa bumi merupakan proses pelepasan energi gelombang *seismik* yang terjadi secara tiba-tiba. Pelapasan ini di akibatkan karena adanya *deformasi* lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi, dari definisi gempa sebelumnya dapat dipastikan bahwa perhitungan beban gempa berpengaruh penting pada gedung hotel golden tulip, Untuk pembebanan gempa ini direncanakan sesuai dengan SNI-1726-2012 dengan metode dinamik respon spektrum.

3.2.6 Analisa struktur dengan menggunakan SAP2000

3.2.6.1 Proses *input* data

Proses *input* data untuk perencanaan struktur dengan pengoperasian program SAP2000 terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu pemodelan struktur, pembuatan *Grid Line* (*Geometri* struktur), pendefinisian material struktur, perencanaan dimensi elemen struktur, pembebanan struktur, dan analisis struktur.

3.2.6.2 Proses *output* data

Proses *output* yaitu membuat tabulasi dari hasil analisis struktur yang dilakukan pada struktur bangunan. Dari hasil analisa struktur akan digunakan dalam merencanakan analisa dalam *mendesain* denah penempatan dinding geser sesuai dengan *standard* yang telah ditetapkan. Sebelum merencanakan elemen struktur, sebelumnya harus memenuhi hasil dari analisis struktur yang akan di tabulasi, jika belum memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan dalam SNI yang berlaku, maka akan dilakukan analisis ulang.

3.3 Perencanaan Struktur

3.3.1 Perencanaan plat lantai

Langkah-langkah perencanaan pelat sebagai berikut :

- Menentukan tebal pelat lantai
- Menentukan dimensi pelat lantai
- Menghitung pembebanan pada pelat lantai
- Menghitung penulangan pada pelat

3.3.2 Perencanaan Dinding Geser

Langkah– langkah perencanaan dindig geser sebagai berikut :

- Menentukan dimensi dinding
- Menghitung pembebanan pada dinding

- Menghitung statika dinding dengan menggunakan *software SAP2000 V.14*

3.3.3 Perencanaan Kolom

Langkah-langkah perencanaan kolom sebagai berikut :

- Menentukan dimensi kolom
- Menghitung pembebanan kolom dan tulangan kolom
- Menghitung statika dengan *software SAP.V.14*

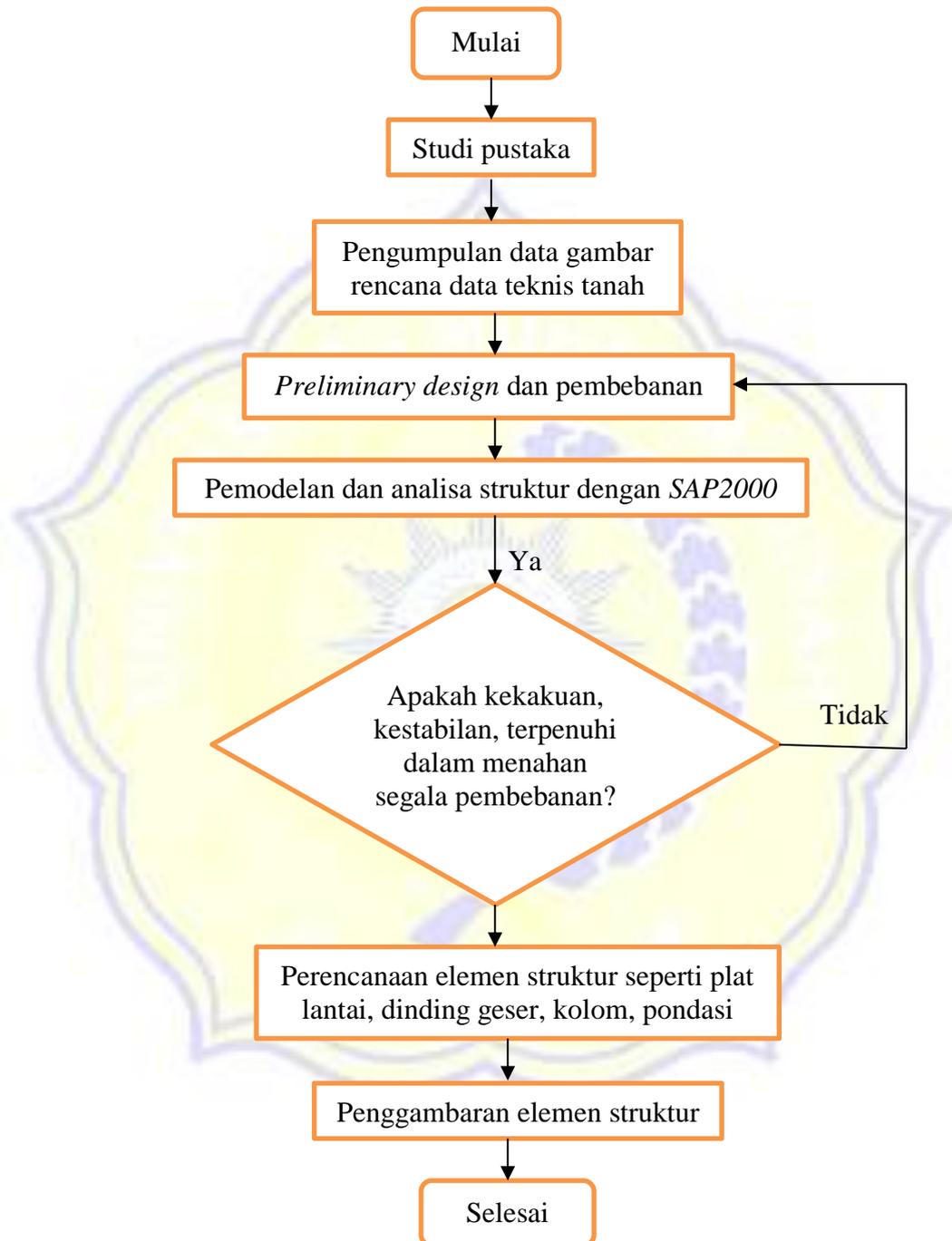
3.3.4 Perencanaan Pondasi

Langkah-langkah perencanaan pondasi yang direncanakan menggunakan *bore pile* adalah sebagai berikut :

- Menganalisa karakteristik tanah
- Menghitung pembebanan untuk menentukan daya dukung tanah,
- Menghitung jenis dan dimensi tiang *bore*
- Menghitung daya dukung individual tiang *bore*
- Menentukan jarak antar tiang dan jumlah tiang *bore*

3.4 Bagan alir perencanaan struktur

Untuk lebih jelasnya proses perencanaan, berikut ini disajikan bagan aliran pada gambar 3.5



Gambar 3. 2 bagan aliran struktur

Penjelasan mengenai tahapan pada bagan alir struktur diatas

➤ Tahapan awal yaitu pengumpulan data dan studi pustaka

Pada tahapan awal ini dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan pembangunan hotel yaitu berupa gambar rencana dan data teknis tanah, dari kedua data tersebut dapat dijadikan panduan studi dalam melakukan perancangan sesuai dengan judul skripsi ini. Dalam merancang hotel ini diperlukan studi pustaka dari berbagai sumber yang pada intinya dapat mendukung terselesaikannya skripsi ini.

➤ Preliminary Design dan Pembebanan

Preliminary design adalah penguraian rumus yang berkaitan dengan perancangan struktur dimana pada setiap masing – masing komponen memiliki pembahasan rumus, sedangkan untuk pembebanan terkait struktur tersebut diambil dari buku yang berkaitan dengan pembebanan misalnya seperti SNI 1727 2013 dan buku lain – lainnya.

➤ Pemodelan dan Analisa Struktur dengan SAP 2000 V.14

Untuk pemodelan struktur digunakan aplikasi SAP 2000 V.14 sesuai dengan saran dosen pembimbing.

➤ Analisa Struktur Terpenuhi

Terpenuhinya analisa struktur apabila model dari struktur mampu menahan beban yang berkerja dalam setiap komponennya.

➤ Penggambaran Elemen Struktur

Penggambaran merupakan tahapan akhir setelah dari serangkaian tahapan yang sebelumnya telah terpenuhi.