

TUGAS AKHIR

**REDESAIN STRUKTUR GEDUNG CORE HOTEL SENGGIGI
DENGAN SISTEM FLAT SLAB DAN SHEAR WALL**

*Re-Design of The Senggigi Core Hotel Building Structure With
Flat Slab System and Shear Wall*



Oleh :
ADHI JOKO SETIAWAN
F1A114001

JURUSAN TEKNIKSIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITASMATARAM
2019

TUGAS AKHIR

REDESAIN STRUKTUR GEDUNG CORE HOTEL SENGGIGI DENGAN
SISTEM FLAT SLAB DAN SHEAR WALL

Re-Design of Core Hotel-Senggigi Building Structure With Flat Slab and
Shear Wall Systems

Oleh:

ADHI JOKO SETIAWAN
FIA 114 001

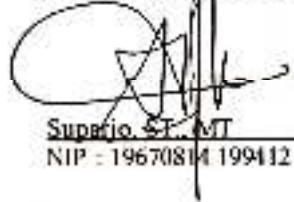
Telah diperiksa dan disetujui oleh Tim Pembimbing:

1. Pembimbing Utama


Hariyadi, ST, MSc(Eng), Ph.D.
NIP : 19731027 199802 1 001

Tanggal: 11/11/2019

2. Pembimbing Pendamping


Supadio, ST, MT
NIP : 19670814 199412 1 001

Tanggal: 11/11/2019

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



TUGAS AKHIR

REDESAIN STRUKTUR GEDUNG CORE HOTEL SENGGIGI DENGAN
SISTEM FLAT SLAB DAN SHEAR WALL

Re-Design of Core Hotel-Senggigi Building Structure With Flat Slab and
Shear Wall Systems

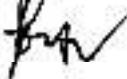
Oleh:

ADHI JOKO SETIAWAN
FIA 114 001

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 07 November 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1
Jurusan Teknik Sipil

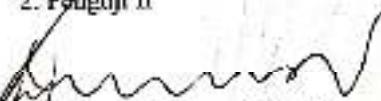
Susunan Tim Penguji

1. Penguji I


Wayan Sugiartha, ST., MT.
NIP : 19690620 199702 1 001

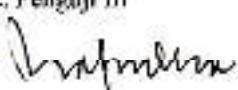
Tanggal: 13/11/2019

2. Penguji II


Nyoman Merdana, ST., MT.
NIP : 19680913 199703 1 001

Tanggal: 13/11/2019

2. Penguji III


Aryani Rofaida, ST., MT.
NIP : 19660729 199403 2 001

Tanggal: 13/11/2019



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Adhi Joko Setiawan

NIM : FIA 114 001

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir penulis yang berjudul "*REDESAIN STRUKTUR GEDUNG CORE HOTEL SENGIGI DENGAN SISTEM FLAT SLAB DAN SHEAR WALL* " ini bersifat asli dan belum pernah dikerjakan sebelumnya.

Bila mana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan Tugas Akhir ini, maka penulis bersedia untuk menerima resiko sesuai dengan aturan hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini penulis buat dengan sesungguhnya dan dengan sebenarnya.

Yang menyatakan,

Adhi Joko Setiawan

NIM: FIA 114 001

LEMBAR PENGHARGAAN

Tugas Akhir ini dalam penyusunannya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan dukungan dari semua pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Akmaluddin,ST.,MSc(Eng).,Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mataram.
2. Bapak Jauhar Fajrin,ST.,MSc(Eng).,Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.
3. Bapak Hariyadi,ST.,MSc(Eng).,Dr.(Eng)., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram dan Dosen Utama yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini, sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Suparjo, S.T., MT., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan saran dan arahan serta motivasinya.
5. Bapak I Wayan Sugiarta, ST.,MT., selaku dosen penguji I, yang telah memberikan kritik dan saran yang di perlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak I Nyoman Merdana, ST.,MT., selaku dosen penguji II, yang telah memberikan kritik dan saran yang di perlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Ibu Aryani Rofaida, ST.,MT., selaku dosen penguji III, yang telah memberikan kritik dan saran yang di perlukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Keluargakutercinta, Istri dan anakku Titik Wahyuningsih, ST., MT. Dan Hilbram Raka Bhima Setiawan yang selalu memberikan dukungan, motivasi serta do'anya.
9. Kedua orang tuaku, Bapak Sujikan dan Ibu Suti'in yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungannya, serta adik – adikku Risma, Vera dan Hellen.

10. Sahabat sekaligus rekan kerja Haryadi dan seluruhkaryawan dan staff PT. INDRA AGUNG yang telah mengerti dan menggantikan posisi saya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Sahabat, rekan kerja sekaligus rekan panel Tugas Akhir (Rio / Ferdiansyah) yang telah sama-sama berjuang dalam penyelesaian Tugas Akhir, semoga beliau dan keluarga selalu dijaga oleh Allah S.W.T.

KATA PENGANTAR

Pujisukurkehadirat Allah SWT, ataslimpahanRahmat dan Karunia-Nya, sehinggapenulis dapat merampungkan Tugas Akhir dengan judul “**REDESAIN STRUKTUR GEDUNG CORE HOTEL SENGGIGI DENGAN SISTEM FLAT SLAB DAN SHEAR WALL**”. Ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi sertifikasi dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Strata Satu pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Mataram.

Penghargaan dan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada seluruh pihak yang telah mendorongkan segenap perhatian serta dukungan moral maupun materiil. Semoga Allah SWT selalu memberikan Rahmat, Kesehatan, Karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budibaik yang telah diberikan kepada penulis.

Penghargaan dan terimakasih penulis berikan kepada Bapak **Dr.Eng. Hariyadi, ST., MSc(Eng)**, selaku Pembimbing I dan Bapak **Suparjo, ST., MT** selaku Pembimbing II yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulismenyadaribahwadalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauhdarikesempurnaan. Karena itu, penulismemohon saran dan kritik yang sifatnyamembangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Amiiin

Mataram, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Landasan Teori.....	5
2.2.1. Ketentuan Perencanaan Pembebatan	5
2.2.2. Pembebatan	5
2.2.3. Deskripsi Pembebatan.....	5
2.2.3.1. Arah Pembebatan Gempa	17
2.2.4. Kombinasi Pembebatan Terfaktor	18
2.2.5. Slab (Pelat).....	19
2.2.6. Flat Slab	21
2.2.6.1. Momen dan Geser pada Pelat.....	23
2.2.6.2. Kuat Geser Nominal Beton, V_c	24
2.2.6.3. Perencanaan Flat Slab	25
2.2.7. Drop Panel	27

2.2.7.1.	Perencanaan Drop Panel	28
2.2.8.	DindingGeser (Shear Wall)	29
2.2.8.1.	ElemenStrukturDindingGeser	32
2.2.8.2.	PerilakuStrukturRangka Kaku, DindingGeser dan StrukturRangkaDindingGeser (Dual System)	33
2.2.8.2.1.	PerilakuStrukturRangka Kaku (Rigid Frame)....	33
2.2.8.2.2.	PerilakuDindingGeser (Shear Wall/Cantilever Wall).....	35
2.2.8.2.3.	PerilakuStrukturRangkaDindingGeser (Dual System)	36
2.2.8.3.	Penulangan Longitudinal dan Transversal DindingGeser	38
2.2.8.4.	SusunanDindingGeser	38
2.2.8.5.	Shear Wall Layouts	40
2.2.9.	Kolom	41
2.2.9.1.	KolomPendek dan Kolom Panjang	42
2.2.9.2.	KekuatanKolomPendekdengan Beban Sentris.....	42
2.2.9.3.	Kondisi Tarik Menentukan.....	42
2.2.9.4.	KondisiKeruntuhan Balanced	43
2.2.9.5.	KondisiTekananMenentukan.....	43
2.2.9.6.	PenulanganGeserKolom.....	43
2.2.10.	Pondasi.....	44
2.2.10.1.	DayaDukung Bore Pile	44
2.2.10.2.	Kontrol Gaya GeserDuaArah (Geser Pons)	45
BAB III	METODE PERENCANAAN.....	47
3.1.	PemodelanStruktur.....	47
3.2.	Data GeometriStruktur	49
3.3.	PembebananStruktur	49
3.4.	Analisis Data	49
3.4.1.	Input Data dan AnalisisStruktur yang ditinjau	49

3.4.2. Output Data dari Struktur yang di analisis	52
3.5. Perencanaan Elemen Struktur	52
3.5.1. Desain Rencana	52
3.5.2. Perencanaan Plat	54
3.5.3. Perencanaan Portal Struktur	55
3.5.4. Perencanaan Pondasi	55
3.6. Bagan Alir Perencanaan	56
 BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	57
4.1. Umum	57
4.2. Data Perencanaan	57
4.2.1. Perencanaan Dimensi Flat Slab	57
4.2.2. Perencanaan Dimensi Drop Panel	58
4.2.3. Desain Dimensi Kolom	59
4.2.4. Desain Shear Wall (Dinding Geser)	59
4.2.5. Desain Dimensi Balok	59
4.3. Pembebanan Struktur	60
4.3.1. Pembebanan Plat Lantai	60
4.3.2. Pembebanan Plat Atap	60
4.3.3. Pembebanan Balok	60
4.4. Beban Gempa Dinamik Respon Spektrum	61
4.4.1. Respon Spektrum Gempa Rencana	61
4.4.2. Koefisien Modifikasi dan Faktor Pembesaran Defleksi	65
4.4.3. Periode Fundamental Pendekatan	66
4.4.4. Kontrol dan Analisis	66
4.5. Analisa Struktur	71
4.5.1. Perhitungan Tangga	71
4.5.1.1. Desain Tangga	71
4.5.1.2. Balok Bordes 25 x 50	73
4.5.2. Balok	79
4.5.3. Desain Pelat	89

4.5.3.1.Perhitungan Drop Panel.....	101
4.5.4.Kolom	102
4.5.5.Shear Wall	115
4.5.6. PerencanaanSloof	122
4.5.7.Pondasi.....	124
4.5.8.PerhitunganPerbandingan Volume PekerjaanStruktur	128
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	130
5.1 Kesimpulan	130
5.2 Saran.....	131
DAFTAR PUSTAKA	132
LAMPIRAN	134

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan Gedung dan non Gedung untuk beban gempa	7
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan I.....	10
Tabel 2.3 Klasifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Beserta Faktor R Untuk Faktor Tahanan Lebih Total Sistem	14
Tabel 2.4 Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior	26
Tabel 2.5 Lendutan Izin Maksimum	26
Tabel 4.1 Respon Spektrum Hitungan dan PU	64
Tabel 4.2 Perhitungan Selisih Periode Waktu (CQC)	67
Tabel 4.3 Perhitungan Selisih Periode Waktu (SRSS)	68
Tabel 4.4 Nilai Partisipasi Massa Setiap Mode	69
Tabel 4.5 Base Shear	70
Tabel 4.6 Simpangan Antar Lantai Arah X	70
Tabel 4.7 Simpangan Antar Lantai Arah Y	71
Tabel 4.8 Harga-Harga α_{min} yang disarankan untuk $\delta_s = 1,0$	93
Tabel 4.9 Distribusi Momen Arah Memanjang	94
Tabel 4.10 Presentase Distribusi Transversal dari Momen Longitudinal	95
Tabel 4.11 Presentase distribusi transversal dari momen longitudinal Portal A....	96
Tabel 4.12 Presentase distribusi transversal dari momen longitudinal Portal B....	96
Tabel 4.13 Presentase distribusi transversal dari momen longitudinal Portal C....	96
Tabel 4.14 Perencanaan Penulangan dan Cek Kapasitas Pada Jalur Kolom Portal A	97
Tabel 4.15 Perencanaan Penulangan dan Cek Kapasitas Pada Jalur Tengah Portal A	97
Tabel 4.16 Perencanaan Penulangan dan Cek Kapasitas Pada Jalur Kolom Portal B.....	98
Tabel 4.17 Perencanaan Penulangan dan Cek Kapasitas Pada Jalur Tengah Portal B.....	98

Tabel 4.18PerencanaanPenulangan Dan CekKapasitas Pada JalurKolom Portal C.....	99
Tabel 4.19PerencanaanPenulangandan CekKapasitas Pada Jalur Tengah Portal C.....	99
Tabel 4.20PerhitunganKolom 75 x 75	114
Tabel 4.21PerhitunganKolom 65 x 65	115
Tabel 4.22PerhitunganEksentrisitasRencana.....	117
Tabel 4.23Koordinat Pusat Massa Pada tiapLantai.....	117
Tabel 4.24Perhitungan Shear Wall	122
Tabel 4.25KuatDukungPondasiBore Pile denganBerbagai Diameter	127
Tabel 4.26Volume Bangunan Existing	129
Tabel 4.27Volume BangunanSistem Flat Slab	129

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ss GempaMaksimum yang DipertimbangkanResikoTertarget (MCER), Kelas Situs SB	11
Gambar 2.2. S1GempaMaksimum yang DipertimbangkanResikoTertarget (MCER), Kelas Situs SB	11
Gambar 2.3. PGA, GempaMaksimum yang Dipertimbangakan Rata – Rata Geomerti (MCEG), Kelas Situs SB	12
Gambar 2.4.KurvaSpektralresponsdesain	14
Gambar 2.5.KombinasiArahPembebatan	18
Gambar 2.6.Tipe – tipePelat.....	20
Gambar 2.7.Flate Plate	22
Gambar 2.8. Flat Slab dengan Drop Panel.....	22
Gambar 2.9.Flat Plate dengan Column Head.....	23
Gambar 2.10.Flat Slab dengan Drop panels dan Column Head	23
Gambar 2.11.Kegagalan Punching Shear	24
Gambar 2.12.Diagram Load Deflection.....	25
Gambar 2.13.Drop Panel.....	27
Gambar 2.14.PersyaratanKetebalanPelat(Drop Panel)	28
Gambar 2.15. JenisDindingGeserBerdasarkanletaknya dan Fungsinya	30
Gambar 2.16. TipeDindingGeser	31
Gambar 2.17. ResponLenturanBalok dan Kolom	34
Gambar 2.18. Simpangan Pada StrukturRangka Kaku	35
Gambar 2.19. Superimpos <i>Mode</i> IndividudariDeformasi.....	37
Gambar 2.20. SistemPenyebar Gaya Lateral	39
Gambar 2.21. SusunanGeometriDindingGeser.....	39
Gambar 2.22. StrukturDindingGeser yang TidakMemenuhiSyarat.....	40
Gambar 2.23. StrukturDindingGeser yang MemenuhiSyarat	41
Gambar 2.24. Gaya Geser Ponds pada Pile Cap	46
Gambar 3.1.SketLokasi Core Hotel Lombok.....	47

Gambar 3.2.Tampakdepan Gedung	48
Gambar 3.3.Denah Gedung Core Hotel	48
Gambar 3.4.DenahEksisting	52
Gambar 3.5.DenahRencana.....	52
Gambar 3.6.TipeDindinggeser	53
Gambar 3.7.DenahDindingGeser	53
Gambar 3.8.DindingGeserTipr L, T, dan Tube.....	54
Gambar 3.9.SketsaDindingGeserTipe L, T, dan Tube.....	54
Gambar 3.10.Bagan AlirPerencanaan	56
Gambar 4.1.DesainSpektra Indonesia	61
Gambar 4.2.Tampilankoordinasilosikasidaerah	62
Gambar 4.3.Parameter percepatangempa Core hotel.....	62
Gambar 4.4.Parameter percepatangempaTanah Lunak	62
Gambar 4.5.Grafikresponsspektrum	65
Gambar 4.6.Desaintangga	72
Gambar 4.7.BalokBordes	74
Gambar 4.8.Hasil Etabs.....	80
Gambar 4.9.Hasil Etabs.....	80
Gambar 4.10.Hasil Etabs.....	87
Gambar 4.11.Pelat.....	90
Gambar 4.12.Portal kakuekivalen	92
Gambar 4.13.Baloktepi Panjang ataupendek	95
Gambar 4.14.Pembagianjalurtengah dan jalurkolom.....	95
Gambar 4.15.Langkah <i>Etabs 2016</i>	116
Gambar 4.16.Diagram interaksishearwall.....	119
Gambar 4.17.Hasil RESPONSE 2000	120
Gambar 4.18.Uji Sondir pada kedalaman 0 m – 5 m Hasil uji boring menunjukanbahwakedalaman 0 m – 5 m adalahtanahsedangdengannilaNspt = 28, pada kedalaman 20 Nspt =36.....	125
Gambar 4.19.Uji sondirsampaikedalaman 20 m.....	126

Gambar 4.20.Denahpondasitiangpanjang.....	128
Gambar 4.21.Langkahke Material List	128

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

- A_v :Bentang geser, mm
- b_w :Lebar badan (web), tebal dinding, atau diameter penampang lingkaran, mm
- α : Sudut yang menentukan orientasi tulangan
- A_{sh} :Luas penampang total tulangan transversal (termasuk kait silang) dalam spasi s dan tegak lurus terhadap dimensi b_c , mm²
- C_m :Faktor yang menghubungkan diagram momen aktual ke diagram momen seragam ekivalen
- E_c :Modulus elastisitas beton, Mpa
- E_s :Modulus elastisitas tulangan dan bahan struktural, Mpa
- I_c :Momen penampang nersi a penampang retak yang di transformasikan ke beton, mm⁴
- M_{nb} :Kekuatan lentur nominal balok termasuk pelat bilamanat tarik, yang merangkak dalam joint, Nmm
- M_{nc} :Kekuatan lentur nominal kolom yang merangkak dalam joint, yang dihitung untuk gaya axial ter faktor, konsisten dengan arah gaya lateral yang ditinjau yang menghasilkan kuat lentur yang terendah, Nmm
- a_b :Luas setiap batang atau kawat individu, mm²
- b_c :Dimensi penampang inti komponen struktur yang diukur ketepiluar tulangan transversal yang membentuk luas A_{sh} , mm
- e_b :Nilai eksentrisitas, mm
- f'_s :Tegangan dalam tulang antekan yang terkena beban ter faktor, MPa
- f_s :Tegangan tarik yang dihitung dalam tulang saat beban layan, Mpa
- δ_s :Faktor pembesaran momen untuk krangka yang tidak di-breising (braced) terhadap simpangan, untuk mencerminkan drift lateral yang dihasilkan dari beban lateral dan grafitasi

ρ_s	: Rasio volume tulangan spiral terhadap volume total inti yang dikekang oleh spiral
A'_s	: Luas tulangantekan, mm^2
A_{ch}	: Luas inti kolom yang dikelilingitulangan spiral, diukurhingga ke diameter terluartulangan spiral, mm^2
A_g	: Luas brutopenampangbeton, mm^2
A_g	: Luas penampangbrutodarikolom, mm^2
A_s	: Luas tulangantarik longitudinal non-prategang, mm^2
C	: Jarakdariserattekanterjauhkesumbunetal, mm
C_c	: Selimutbersih (clear cover) tulangan, mm
d_t	: Jarakdariserattekanbetonterluarketulangantarikterluar, mm
e	: Eksentrisitas, mm
E	: Modulus elastisitasbahan
f'_c	: Kekuatantekanbeton yang disyaratkan, MPa
f_y	: Kekuatantelehtulangan yang disyaratkan, MPa
f_{yt}	: Kuatluluhtulangan transversal, MPa
h	: Tebalatatinggikeseluruhankomponenstruktur, mm
H	: Beban akibattekanan lateral tanah, air dalamtanah, ataubahanlainnya, ataumomen dan gayadalam yang terkait, N
H_x	: Spasi horizontal kaitsilangatau kaki sengkangtertutup (hoop) pusatke pusatmaksimum pada semuamukakolom, mm
I	: Momeninersiapenampangterhadapsumbupusat, mm^4
I_{se}	: Momeninersiatulanganterhadapsumbupusatpenampangkomponen struktur, mm^4
k	: Faktorpanjanefektifuntukkomponenstrukturtekan
l_b	: Panjang komponenstrukturtekandalamrangka yang diukurdaripusat kepusat join, mm
l_{uc}	: Panjang bebaskolomtanpapenopang lateral, mm
M_c	: Momenterfaktor yang diperbesaruntukkurvaturkomponenstruktur yang digunakanuntukdesainkomponenstrukturtekan, N mm
M_e	: Momen yang terjadi pada ujungkolom

- M_m :Momenterfaktor yang dimodifikasiuntukmemperhitungkanpengaruh
 tekanaksial, Nmm
- M_n :Kekuatantlentur nominal pada penampang, N.mm
- M_{pr} :Kekuatantlenturmungkinkomponenstrukturdenganatautanpabeban
 aksial, Nmm
- M_u :Momenterfaktor pada penampang, N.mm
- N_u :Gaya aksialterfaktortegak lurus terhadap penampang yang terjadi
 serentak dengan V_u atau T_u ; diambil sebagai positif untuk tekan dan
 negatif untuk tarik, N
- P_0 :Beban tekanaksial murni, N
- P_b :Kekuatantlentur nominal pada kondisi regangan seimbang, N
- P_n :Beban tekan nominal kolom pada saat lentur dua arah terjadi, N
- $P_{n\perp}$:Kekuatantlentur nominal penampang, N
- $P_{nx,ny}$:Beban tekan nominal yang bekerja dengan eksentrisitas, N
- P_o :Kekuatantlentur nominal pada eksentrisitas nol, N
- P_u :Beban aksialterfaktor, N
- s :Jarak antara tulangan transversal
- T :Pengaruh kumulatif suhu, rangkak, susut perbedaan penurunan, dan
 beton yang dapat mengimbangi susut (*shrinkage compensating concrete*)
- V_c :Kekuatang geser nominal yang disediakan oleh beton, N
- V_e :Gaya geser rencana, N
- Δ :Panjang defleksi akibat kolom tertekuk, mm
- Ψ :Rasio jumlah kekuatan komponen-komponen struktur terhadap
 jumlah kekuatan komponen – komponen struktur lentur yang bertemu
 pada salah satu ujung komponen struktur terkan dan dihitung dalam
 bidang rangka
- ϵ'_s :Regangan pada tulang antekan, MPa
- ϵ_{cu} :Regangan pada saat ultimit, MPa
- ϵ_s :Regangan pada tulang tarik, MPa
- Φ :Faktor reduksi kekuatan
- EI :Kekakuan lentur komponen struktur terkan, Nmm

Q: Indeks stabilitas untuk suatu tingkat

- a : Tinggi blok tegangan per segi empat kivalen, mm
- b : Lebar muka tekank komponen struktur, mm
- d : Jarak dari sisa tekanan jauh ke pusat tulang antarik longitudinal, mm
- β : Rasio dimensi panjang terhadap pendek bentang bersih untuk pelat dua arah
- δ : Faktor pembesaran momen untuk mencerminkan pengaruh kurvatur komponen struktur antara ujung-ujung komponen struktur tekan
- ϵ_t : Baja tarik terjauh
- λ : Faktor modifikasi yang merefleksikan properti mekanis tereduksi dari beton ringan, semuanya relatif terhadap beton normal dengan kuat tekan yang sama

ABSTRAK

Core Hotel dengan ketinggian total 25,57 meter yang terdiridari 7 lantai yang berada di Senggigi Kabupaten Lombok Barat yang merupakan daerah dengan zona gempakuat. Sistem struktural yang digunakan hotel ini adalah dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SPMRK). Agar pekerjaan struktur lebih cepat dan efisien sehingga perlu dilakukan modifikasi yaitu dengan menggunakan sistem struktur *flat slab* dan tambahan dinding geser untuk perekat beban lateral akibat gempa. Keunggulan dari *flat slab* jika dibandingkan dengan SRPMK dengan balok dalam adalah proses pengrajaan yang lebih mudah karena item-item pekerjaan lebih sedikit.

Perencanaan ini menggunakan software ETABS 2016 V16.0.2. Langkah analisis struktur dibagi menjadi tiga tahap yaitu permodelan struktur, pembebanan struktur dan Analisa struktur. Modifikasi yang dilakukan diantaranya dengan mengurangi jumlah kolom dengan cara menambah jarak antar kolom dan menghilangkan balok yang melintang di dalam struktur Gedung Core Hotel sehingga dapatkan ruangan yang lebih luas dan tinggi, juga memudahkan dalam pelaksanaan pekerjaan Mekanikal dan Elektrikalserta mengurangi item pekerjaan berupa pemasangan plafon. Gedung akan dimodelkan 3(tiga) dimensi dengan beban gravitasi dan gempa. Gedung harus memenuhi persyaratan *base shear*, dan harus memenuhi persyaratan *and drift* untuk memenuhi spesifikasi keamanan gedung.

Hasil perencanaan didapatkan dimensi pelat lantai dengan tebal 280 mm, menggunakan tulangan Ø12-100, dengan tambahan penahan geser berupa *drop panel* dengan dimensi 3 m x 3 m dan ketebalan 15 cm menggunakan tulangan D 16-100 mm. Dimensi balok yang digunakan yaitu 500 x 900 mm, dengan tulangan utama pada tumpuan 4 D22 dan sengkang Ø10-100 dan pada lapangan 4 D22 dan Sengkang Ø10-100. Untuk balok 250 x 500 mm pada tangga dengan tulangan utama pada tumpuan 4 D13 dan tulangan sengkang Ø10-150 dan pada lapangan 4 D13 dan tulangan Sengkang Ø10-150 mm. Dimensi kolom yang digunakan yaitu K1 850 x 850 mm ; K2 750 x 750 mm ; K3 650 x 650 mm. Untuk kolom K1, K2 dan K3 dipasang tulangan utama 16 D22 dan tulangan Sengkang D 10-300. Hasil perencanaan *shear wall* yang digunakan adalah tipe T dan L dengan ketebalan 40 cm dengan menggunakan tulangan vertikal dan horizontal D 19-200 dengan mutu beton f'c 30 Mpa.

Kata kunci :*Flat slab, Drop panel, Shear wall*

ABSTRACT

Core Hotel with a total height of 25.57 meters consisting of 7 floors located in Senggigi, West Lombok Regency which is an area with a strong earthquake zone. The structural system used by this hotel is the Special Moment Resistant Frame System (SPMRK). In order to make structural work faster and more efficient, modifications need to be made, namely by using a flat slab structure system and additional shear walls to reduce lateral loads due to earthquake. The advantage of flat slabs when compared to SRPMK with deep beams is an easier working process because there are fewer work items.

This plan uses ETABS 2016 V16.0.2 software. The structure analysis step is divided into three stages, namely structural modeling, structural loading and structural analysis. Modifications made include reducing the number of columns by increasing the distance between columns and removing transverse beams within the structure of the Core Hotel Building so that a wider and taller room is obtained, also facilitates the carrying out of Mechanical and Electrical work and reduces work items in the form of ceiling installation. The building will be modeled in 3 (three) dimensions with the burden of gravity and earthquake. Buildings must meet base shear requirements, and must meet drift requirements to meet building safety aspects.

The results of the planning obtained dimensions of the floor plate with a thickness of 280 mm, using reinforcement Ø12-100, with the addition of a sliding barrier in the form of a drop panel with dimensions of 3 m x 3 m and a thickness of 15 cm using a reinforcement D 16-100 mm. The dimensions of the beam used are 500 x 900 mm, with the main reinforcement on the support 4 D22 and stirrup Ø10-100 and on the field 4 D22 and Ø10-100. For 250 x 500 mm beams on the stairs with the main bars on the 4D13 support and the stirrups Ø10-150 and on the 4 D13 pitch and the reinforces Ø10-150 mm. The dimensions of the columns used are K1 850 x 850 mm; K2 750 x 750 mm; K3 650 x 650 mm. For columns K1, K2 and K3, 16 D22 main reinforcement and D 10-300 reinforcement are installed. The results of the shear wall planning used are T and L types with a thickness of 40 cm using vertical and horizontal reinforcement D 19-200 with a concrete quality off^c 30 Mpa.

Keywords: Flat slab, Drop panel, Shear wall

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan sarana dan prasarana yang lengkap dengan berbagai fasilitas dipandang sebagai suatu hal yang mutlak untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia di daerah. Pulau Lombok sebagai daerah yang sedang berkembang terutama pada bidang pariwisata masih sangat membutuhkan perbaikan terutama sarana dan prasarana untuk menyediakan pelayanan bagi masyarakat. Salah satu permasalahan yang timbul karena melonjaknya jumlah penduduk suatu wilayah adalah masalah penyediaan lahan. Dari sisi teknik sipil, salah satu upaya untuk mengatasi kekurangannya lahan adalah dengan mengoptimalkan lahan yang tersedia. Alternatif yang dapat diajukan adalah dengan membangun ketinggian bangunan yang terbatas dimaksudkan untuk menekan kan kebutuhan lahan yang luas. Dengan semakin tinggi bangunan maka semakin banyak kruang yang bisa disediakan.

Gedung

yang dibangun dengan sistem rangkap emikulmomen khusus (SRPMK) dengan balok masih memiliki kekurangan bilangan dilinija dan kurangnya perlantai dan ekonomi. Dari segi teknis, pada lantai tinggi ruang sedikit berkurang dikarenakan finishing plafond (jika diperlukan) untuk menutup atap karena adanya balok.

Finishing

dilakukan untuk memperindah tampilan gedung. Dari segi ekonomi, beton yang diperlukan untuk membentuk struktur lebih banyak karena adanya balok jika dibandingkan dengan SRPMK tanpa balok. Ditambah lagi biaya untuk keperluan bekisting dan perancah balok.

Salah satu solusi yang

digunakan untuk menutupi kekurangan SRPMK dengan balok adalah penggunaan metode *flatslab*. Struktur *flatslab* merupakan struktur gedung tanpa menggunakan balok.

Adapenebalan plat disekitar kepala kolom yang disebut dengan *rop panel*. Diujung kepala kolom bisa dibuat semakin besar atau tidak. Fungsikeduanya adalah untuk menahan geser

pons dan momen negatif tumpuan karenanya tidak ada yang balok.

Keunggulan dari *flat slab* jika dibandingkan dengan

SRPMK dengan balok adalah lantai yang

didapatkan terasalebihluasdantinggikarenajika dibutuhkan,tidak perlukan finishing dengan plafon, hemat biaya proyek karena namengurangipemakaian beton dan bekisting untuk elemen balok serta pekerjaan lebih cepat dan efisien karena tidak ada yang pekerjaan balok.

Beberapa keunggulan motif *flat slab* yaitu, hemat waktu konstruksi, kecukupan untuk menempatkan utilitas pengkondisian udara dan pipa air, dan fleksibilitas penggunaan ruang tanpa hambatan.

Maka dalam perencanaan ini, gedung akan direncanakan dengan menggunakan metode *flat slab*. Metode *flat slab* sendiri sebenarnya masih memiliki kelemahan bahwa kantong tidak diperlukan untuk dibangun pada

daerah gempakuat.Untuk itu gedung tersebut direncanakan dengan memadukan metode *flat slab* dan dinding geser (*shear wall*), dimana seluruh beban gempa akan dipikul oleh dinding geser (*shear wall*) sehingga metode *flat slab* dapat digunakan pada daerah gempakuat.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana merencanakan bangunan tanggap gempa pada gedung *Core Hotel Lombok* dengan metode *Flat Slab* yang diberi *Shear Wall* di wilayah resiko gempa pada wilayah Nusa Tenggara Barat.

1.3 Tujuan

Untuk mengetahui cara perencanaan bangunan tanggap gempa pada gedung *Core Hotel Lombok* dengan metode *Flat Slab* dan *Shear Wall* di wilayah resiko gempa.

1.4 Batasan Masalah

1. Dalam perencanaan menggunakan data-data proyek bangunan eksisting.
2. Analisa struktur menggunakan program (*Extended Three Dimension Analysis of Building Systems*) *Etabs 2016 v 16.0.3*.
3. Program bantugambar teknik menggunakan *Autocad 2011*.

4. Analisa struktur menggunakan anggapan dinding hanya sebagai beban (*Methode Opened Frame*).
5. Tidak meninjau diri segi arsitekturalnya.
6. Pada perencanaan ini tidak memperhitungkan dari segi analisis biaya proyek dan sistem struktural tersebut.

1.5 Manfa'at

1. Dapat dijadikan alternatif untuk perencanaan sistem struktur gedung bertingkat.
2. Dapat dijadikan acuan untuk mensosialisasikan cara perencanaan gedung menggunakan *Flat Slab* dan *Shear Wall* yang benar sesuai dengan peraturan perencanaan yang berlaku sekarang.
3. Menjadi referensi bagi mahasiswa tentang perencanaan *Flat Slab* dan *Shear Wall* yang merupakan konstruksi yang jarang digunakan di masyarakat.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sistem lantai yang populer digunakan saat ini adalah pelat-balok. Dalam masa awal gedung bertingkat, sistem lantai seperti ini pernah diterapkan konsultan asing. Demikian pula dengan penggunaan sistem post-tensioned. Namun perkembangan selanjutnya tidak mendukung kedua jenis sistem di atas, karena studi dan lain hal. Sistem lantai yang umum diterapkan mulai tahun 2000-an adalah pelat balok konvensional dan sistem *flat slab* untuk gedung jenis apartemen (*Sukamta 2010*). Hanya saja sistem *flat slab* dalam lingkup konstruksi di Indonesia masih sedikit yang diterapkan.

Sistem *flat slab* konstruksinya secara luas digunakan pada bangunan kantor, struktur kelembagaan, bangunan apartemen, dan hotel. Keunggulannya yaitu sederhana, hemat waktu konstruksi, kecukupan untuk menempatkan utilitas pengkondisian udara dan pipa air, dan fleksibilitas penggunaan ruang tanpa hambatan (*Tayel, Soliman, dan Ibrahim A 2004*).

Dalam suatu perencanaan gedung, cenderung selalu mengutamakan penghematan penghemat yang manfaatnya perlu dilakukan. Secara ekonomis *flat slab* sangat hemat semen jika tidak memakai balok dan dapat mengurangi tinggi lantai 10-15%. Lebih lanjut lagi carapengerjaannya lebih mudah dan struktur lebih elegan (*Bharath, Ravishankar, dan Chandrashekhar 2008*).

Dari hasil analisa, *drop panel* pada *flat slab* penting dalam menahan momen tumpuan yang besar serta gaya geser pelat disekitar lokasi kontrol *drift* masih sesuai syarat kinerja batas layangan dan kinerja batas ultimate (*SNI 03-1726-2012*).

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Ketentuan perencanaan pembebanan

Dalam studi ini untuk perencanaan pembebanan digunakan beberapa standar sebagai berikut:

1. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013).
2. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 03-1726-2012).
3. Pedoman Perencanaan Gedung dengan peraturan-peraturan lainnya yang sekiranya masih relevan.

2.2.2 Pembebanan

Berdasarkan peraturan-peraturan di atas, struktur sebuah gedung harus direncanakan kekuatannya terhadap kombinasi dari beberapa beban berikut:

1. Beban mati, dinyatakan dengan lambang (DL).
2. Beban hidup, dinyatakan dengan lambang (LL).
3. Beban gempa, dinyatakan dengan lambang (E).

2.2.3 Deskripsi pembebanan

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

1. Beban Mati (DL)

Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen strukturbangunannya yang memiliki fungsi struktural menahan beban dan berat sendiri elemen-elemen tersebut diantaranya sebagai berikut.

- a. Beton = 2400 kg/m²
- b. Keramik (tebal 0,5 cm) = 12 kg/m²
- c. Spesi (tebal 1 cm) = 21 kg/m²

d. Mekanikal&Elektrikal = 25 kg/m²

e.Dinding½bata = 250kg/m²

Beban tersebut harus disesuaikan dengan volume elemen strukturyang akandigunakan,karena analisis dilakukan dengan program *Etabs 2016 v 16.0.3* makaberat sendiriakandihitung secara langsung.

2. Beban Hidup(LL)

Bebanhidup yang diperhitungkan adalah beban hidup selama masa layan, beban hidup selama masa konstruksi tidak diperhitungkan karena di perkirakan beban hidup masalayanyan lebih besar daripada beban hidup pada masa konstruksi.

Bebanhidup yang direncanakan adalah sebagai berikut:

a) Beban Hidup Pada Lantai Gedung Hotel

Bebanhidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman pembebanan yang gada,yaitu sebesar 250kg/m².

b) Beban Hidup Pada Atap Gedung

Bebanhidup yang digunakan mengacu pada standar pedoman pembebanan yang gada,yaitu sebesar 150kg/m².

3. Beban Gempa(E)

Beban Gempa(E), adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada struktur yang menirukan pengaruh dari gerak tanah akibat gempa. Dalam studi penerapan, bangunan gedung ini direncanakan terletak pada wilayah resiko gempa pada setiap gempa Indonesia, dan termasuk dalam kategori beresiko gempa tinggi. Indonesia ditetapkan bagaimana wilayah gempa, dengan wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah 6 dengan kegempaan paling tinggi. Pembagian wilayah gempa ini, didasarkan atas percepatan puncak batu andas arakibat pengaruh gempa dengan periode ulang 2500 tahun.

Lebih rincidalam SNI

1726-

2012 disebutkan adu aman camp pengaruh bebangempa sebagai berikut :

1. Gempa Horisontal

Pengaruh bebangempa horizontal, Eh , ditentukan sebagai berikut :

$$Eh = \rho QE \quad (2.1)$$

Dimana ρ adalah faktor redundasi dan Q adalah pengaruh gaya gempa horizontal.

2. Gempa Vertikal

Pengaruh beban gempa horizontal, EV , ditentukan sebagai berikut :

$$EV = 0,2 SDS \quad (2.2)$$

Dimana SDS adalah parameter percepatan spektrum respons desain pada periode pendek dan D adalah pengaruh beban mati.

a) Faktor utama angempa dan kategori resiko struktur bangunan

Untuk berbagai kategori resiko struktur bangunan gedung dan non gedung sesuai pasal 4.1.2 SNI-03-1726-2012 tabel 1 gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan angka suatu faktor utama I. Berikut disajikan Tabel untuk faktor utama gedung I pada Tabel 2.2 untuk masing-masing kategori gedung dan faktor modifikasi respons R pada Tabel 2.3 untuk masing-masing sistem struktur.

Tabel 2.1 Kategori resiko bangunan Gedung dan non Gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapa tidak dibatasi untuk, antara lain: <ul style="list-style-type: none"> - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecillainnya 	I

<p>Semuagedung dan strukturlain, kecuali yang termasukdalamkategoririsiko I,III,IV, termasuk, tapitidakdibatasiuntuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perumahan - Rumahtoko dan rumahkantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumahsusun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunanindustri - Pabrik - Fasilitasmanufaktur 	II
<p>Gedung dan non gedung yang memilikirisikotinggiterhadapjiwamanusia pada saatterjadikegagalan, termasuk, tapitidakdibatasiuntuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitaskesehatan yang tidakmemiliki unit bedah dan unit gawatdarurat - Fasilitaspenitipanananak - Penjara - Bangunanuntuk orang jompo <p>Gedung dan non gedung, tidaktermasukdalamkategoririsiko IV, yang memilikipotensiuntukmenyebabkan dampakekonomi yang besar</p> <p>dan/ataugangguanmassalterhadapkehidupanmasyarakatsehari-hari bilaterjadikegagalan, termasuk, tapitidakdibatasiuntuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pusat pembangkitlistrikbiasa - Fasilitaspenanganan air - Fasilitaspenangananlimbah 	III

<p>- Pusat telekomunikasi</p> <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebih dari batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	III
<p>Gedung dan non gedung 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 kesiapsiagaan 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 	IV

disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV
---	----

Tabel 2.2. Faktor Keutamaan I

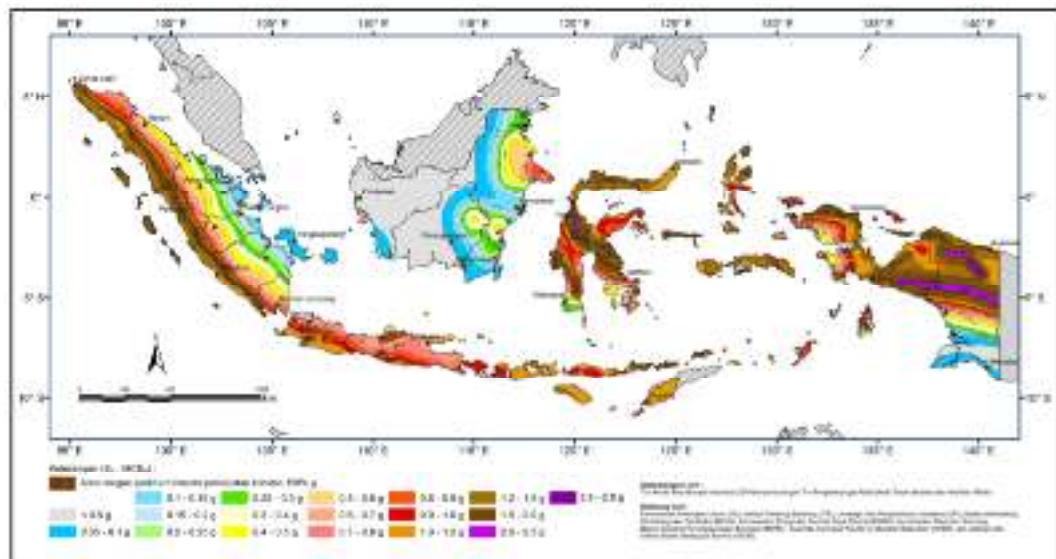
Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa, I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Selanjutnya, Berat total struktur Wtditetapkan sebagai jumlah beban-beban berikut ini:

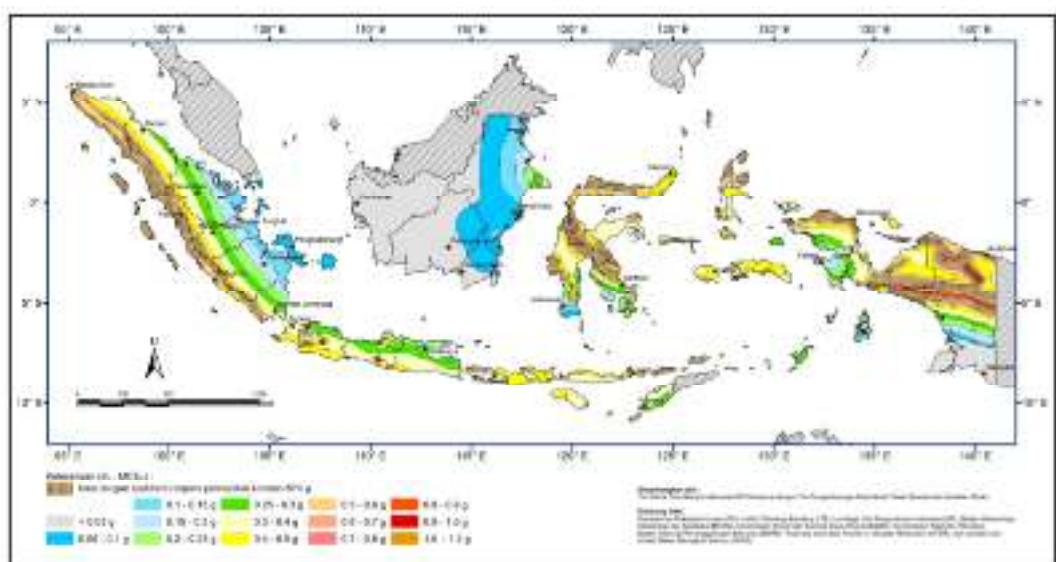
1. Beban mati total dari struktur bangunan
2. Pada gudang-gudang dan tempat penyimpanan barang maka sekurang-kurangnya 25% dari beban hidup rencana harus diperhitungkan
3. Beban tetap total dari seluruh peralatan dalam struktur bangunan harus diperhitungkan

b) Parameter percepatan gempa

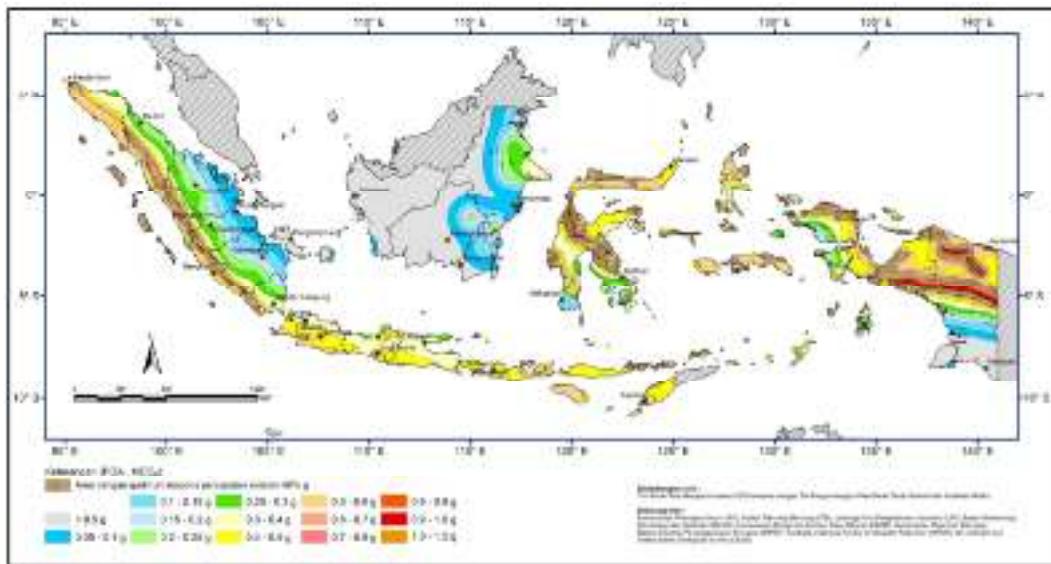
Parameter batu andas pada periode pendek (S_s) dan percepatan batu andas pada periode 1 detik (S_1) harus ditetapkan masing-masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam petageraktanah seismic dengan kemungkinan 2 persen terlampau dalam 50 tahun dan dinyatakan dalam bilangan decimal terhadap percepatan gravitasi. Menentukan S_s dan S_1 dengan melihat peta gempa, ditunjukkan pada http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/



Gambar 2.1. S_s Gempamaksimum yang dipertimbangkan resikotertarget (MCE_R), kelas situs SB



Gambar 2.2. S_1 Gempamaksimum yang dipertimbangkan resikotertarget (MCE_R), kelas situs SB



Gambar 2.3. PGA, Gempamaksimum yang dipertimbangkan rata-rata geometrik (MCE_G), kelas situs SB

c) Kelas situs

Berdasarkan sifat-sifattanah pada situs maka situs diklasifikasisebagaikelas situs SA,SB,SC,SD,SE,SF yang mengikutipasal 5.3 SNI-03-1726-2012. Bilasifat-sifattanahidakteridentifikasi secara jelas dan tidak bias ditentukansitusnyamaka kelas situs SE dapatdigunakankecualipemerintahataudinas yang berwenangmemiliki data geoteknik yang dapatmenentukankelas situs SF.

d) Koefisien situs dan parameter respons spectral percepatangempa

Untuk penentuan respons spectral percepatangempa di permukaantanah, diperlukansuatu factor amplifikasi seismik pada periode 2 detik dan periode 1 detik, faktor amplifikasi meliputifaktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaranperiode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili periode 1 detik (F_y), parameter spectral respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs,

harusditentukandenganperumusansesuaipasal 6.2 SNI-03-1726-2012 berikutini:

$$S_{MS} = F_a x S_s \quad (2.3)$$

$$S_{MI} = F_y x S_I \quad (2.4)$$

Dengan :

S_s = parameter respons spectral percepatangempauntukperiodependek

S_I = parameter respons spectral percepatangempauntukperiode 1 detik

Koefisien F_a dan F_y akanmengikuti table 4 dan table 5 SNI-03-1726-2012

e) Parameter percepatan spectral desain

Parameter percepatanspektraldesainuntukperiodependek, S_{DS} dan pada periode 1 detik S_{DI} , harusditentukanmelaluiperumusansesuaipasal 6.3 SNI-03-1726-2012 sebagaberikut :

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2.5)$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{MI} \quad (2.6)$$

f) Spektralresponsdesain

Kurva spectral responsdesainharusdikembangkanmengacugambar 1 pasal 6.4 SNI-03-1726-2012. Ketentuandalammebuatkurvadiatursebagaberikut :

1) Untukperiode yang lebihkecildari T_o , spectral responspercepatandesain, yaitu S_a , harusdiambil daripersamaan :

$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_o}) \quad (2.7)$$

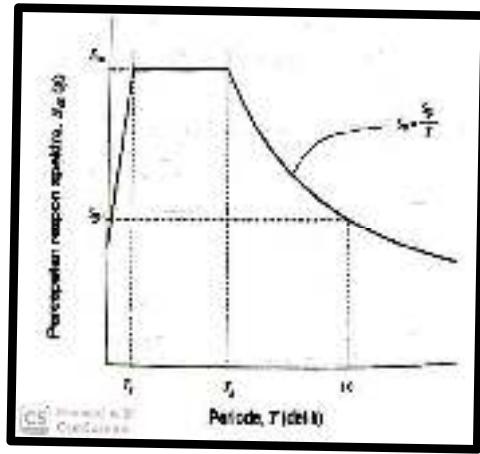
2) Untukperiodeantara T_o dan T_s , $S_a = SDS$ (2.8)

3) Untukperiode yang lebihbesardari T_s , $S_a = \frac{SD1}{T}$ (2.9)

Dengan :

$$T_o = 0,2 \frac{SD1}{SDS}$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS}$$



Gambar 2.4.Kurva Spektral respons desain

g) Kategoridesainseismik

Semua struktur harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risiko (Pasal 4.1.2 SNI-03-1726-2012 tabel 1) dan parameter respon spektral percepata dan desainnya, S_{DS} dan S_{D1} , sesuai pasal 6,3 SNI-03-1726-2012. Masing-masing bangunan dan struktur harus ditetapkan kedalam kategori desain seismic yang lebih parah dengan megacu pada table 6 dan table 7 pasal 6,5 SNI-03-1726-2012.

h) Koefisien modifikasi respons

Koefisien modifikasi respons (R) bisa dilihat pada table 9 pasal 7.2.2 SNI -03-1726-2012

Tabel 2.3. Klasifikasi Sistem Rangka Pemikul Momen Beserta Faktor R

Untuk Faktor Tahanan Lebih Total Sistem

Kategori Desain Seismik	Jenis Struktur yang Dapat Digunakan	Faktor Modifikasi respons (R) Berdasarkan SNI Gempa
	Sistem Rangka Pemikul Momen - SRPMB	

KDS B	- SRPMM - SRPMK SistemDindingStruktural - SDSB - SDSK	3 5 8 4 – 5 5 – 6
KDS B	SistemRangkaPemikulMomer - SRPMB - SRPMK SistemDindingStruktural - SDSB - SDSK	8 5 4 – 5 5 – 6
KDS C	SistemRangkaPemikulMomer - SRPMK SistemDindingStruktural - SDSK	8 4 – 5 5 – 6
KDS D, E dan F	SistemRangkaPemikulMomer - SRPMK SistemDindingStruktural - SDSK	8 5 – 6

i) Geserdasarseismik

Geserdasar seismic V dalamarah yang ditetapkanharusditentukansesuaipasal 7.8.1 SNI-03-1726-2012

$$V = C_s \times W \quad (2.10)$$

C_s = koefisienrespons seismic yang ditentukan pada pasal 7.8.1.1

W = beratbangunan

$$C_s = \frac{SDS}{\frac{R}{Ie}} \quad (2.11)$$

Dengan :

SDS = parameter percepatan spectral responsdesainperiodependek

R = faktormodifikasirespons

I_e = faktorkeutamaangempa

Nilai C_s tidak perlumelebih

$$C_s = \frac{SD1}{(T_{Ie}^R)} \quad (2.12)$$

$$C_s = 0,44S_{DS} \times I_e \geq 0,01 \quad (2.13)$$

j) Periode fundamental pendekatan

SNI-03-1726-2012 pasal 7.8.2.1 periode fundamental pendekatan(T_a) harus ditentukan dengan persamaan :

$$T_a = C_t h_n^x \quad (2.14)$$

Sebagai alternatif, diizinkan untuk periode fundamental (T_a), dari persamaan berikut, untuk struktur tidak lebih dari 12 tingkat dimana sistem penahan gaya gempa tersebut diridai rangkap nahan momen beton atau baja secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m.

$$T_a = 0,1 \times N \quad (2.15)$$

Periode fundamental dari 2 carater tersebut tidak boleh melebihi $C_u \times C_t \times h_n^x$, dimana koefisien C_u didapat dari tabel 14 SNI-03-1726-2012.

Bila T yang diperoleh dari hasil perhitungan ETABS > $C_u \times C_t \times h_n^x$ maka $C_u \times C_t \times h_n^x$ harus digunakan sebagai pengganti T dalam arah tersebut.

Dengan :

N = jumlah lantai

H_n = ketinggian struktur dalam m yang diukur di atas dasar
sampaikan keterangan tentang struktur

C_t dan x = ditentukan dari tabel 15 SNI-03-1726-2012

k) Skala milaidesain untuk responster kombinasi

SNI-03-1726-2012 pasal 7.9.4.1 kombinasirespons untuk dasar ragam (V_t) yang lebih kecil 85% dari geser dasar yang dihitung (V) menggunakan prosedurgaya lateral
ekuivalen sehingga gaya harus dikalikan dengan 0.85 V/V_t .

Dengan ;

V = geser dasar prosedurgaya lateral ekuivalen

V_t = geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan

1) Gaya gempa lateral ekuivalen

Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul disebut angkatan harus ditentukan sesuai pasal 7.8.3 SNI-03-1726-2012 sebagai berikut :

$$C_{vx} = C_{vx} V \quad (2.16)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (2.17)$$

Dengan :

C_{vx} = faktor distribusi vertical

V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur

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_x = tinggi dari dasar tingkat I dan x

k = eksponen yang terkait dengan periode destruktur sebagai berikut :

untuk struktur yang mempunyai periode besar ≤ 0.5 detik, $k = 1$

untuk struktur yang mempunyai periode besar ≤ 2.5

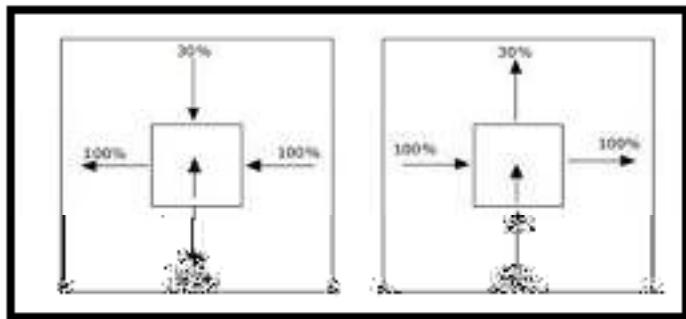
detik, $k = 2$

untuk struktur yang mempunyai periode antara 0.5 dan

2.5 detik, $k = 2$ atau ditentukan dengan interpolasi linear antara 1 dan 2.

2.2.3.1 Arah pembebanan gempa

Dalam perencanaan struktur gedung, arah utama pengaruh gempa perencanaan harus ditentukan sedemikian rupa, sehingga pengaruh terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan sistem struktur secara keseluruhan



Gambar 2.5.KombinasiArahPembebanan(SNI 03-1726-2010)

Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarangan terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa dalam perencanaan adalah utama yang ditentukan harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa pada arah tegak lurus pada arah utama dan pembebanan antar arah tetapi dengan efektifitasnya hanya 30%. Hal ini telah ditetapkan pada SNI 1726-2002 Pasal 5.8.2. adapun arah gempa yang ditinjau dapat dilihat secara skematik pada Gambar 2.5 di atas.

2.2.4.KombinasiPembebananTerkonfirmasi

Kombinasi beban untuk metode ultimit yang digunakan dalam metode perencanaan ini adalah sesuai dengan menurut SNI 2847-2013 pasal 9.2 sebagai berikut:

- 1) Kombinasi 1. 1,4 D
- 2) Kombinasi 2. 1,2D + 1,6L + 0,5 L_r
- 3) Kombinasi 3. 1,2 D + 1,6 L_r + 1,0 L
- 4) Kombinasi 4. 1,2 D + 1,0 L + 0,5 L_r
- 5) Kombinasi 5.a 1,2 D + 0,5 L + 1,0 EQX + 0,3 EQY
- 6) Kombinasi 5.b 1,2 D + 0,5 L - 1,0 EQX + 0,3 EQY
- 7) Kombinasi 5.c 1,2 D + 0,5 L + 1,0 EQX - 0,3 EQY
- 8) Kombinasi 5.d 1,2 D + 0,5 L - 1,0 EQX - 0,3 EQY
- 9) Kombinasi 6.a 1,2 D + 0,5 L + 1,0 EQY+ 0,3 EQX

- 10) Kombinasi 6.b 1,2 D + 0,5 L - 1,0 EQY+ 0,3 EQX
- 11) Kombinasi 6.c 1,2 D + 0,5 L + 1,0 EQY- 0,3 EQX
- 12) Kombinasi 6.d 1,2 D + 0,5 L - 1,0 EQY- 0,3 EQX
- 13) Kombinasi 7. 0,9 D
- 14) Kombinasi 8.a 0,9 D+ 1,0 EQX + 0,3 EQY
- 15) Kombinasi 8.b 0,9 D- 1,0 EQX + 0,3 EQY
- 16) Kombinasi 8.c 0,9 D+ 1,0 EQX- 0,3 EQY
- 17) Kombinasi 8.d 0,9 D- 1,0 EQX- 0,3 EQY
- 18) Kombinasi 9.a 0,9 D+ 1,0 EQY + 0,3 EQX
- 19) Kombinasi 9.b 0,9 D- 1,0 EQY + 0,3 EQX
- 20) Kombinasi 9.c 0,9 D+ 1,0 EQY- 0,3 EQX
- 21) Kombinasi 9.d 0,9 D- 1,0 EQY- 0,3 EQX
- 22) Kombinasi 10.a 1,2 D + 1,0 L + 1,0 RSX+ 0,3 RSY
- 23) Kombinasi 10.b 1,2 D + 1,0 L + 1,0 RSY+ 0,3 RSX
- 24) Kombinasi 11.a 0,9 D + 1,0 RSX + 0,3 RSY
- 25) Kombinasi 11.b 0,9 D + 1,0 RSY+ 0,3 RSX

Dengan :

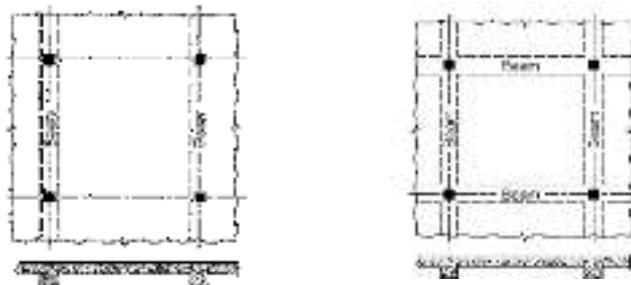
- D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen
- L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung
- Lr = beban hidup yang diakibatkan oleh pembebanan atap
- E = beban gempa

2.2.5 Slab(Pelat)

Dalam konstruksi beton bertulang, slab digunakan untuk menyediakan permukaan rata dengan berbagai macam penggunaan. Sebuah slab beton bertulang haruslah luas, slab datar, biasanya horizontal dengan permukaan atas dan bawah paralel. Slab bisa jadi didukung oleh balok beton bertulang (biasanya dicor secara monolit dengan balok), dinding beton bertulang, baja struktural, langsung dengan kolom, atau langsung ke tanah (Nilson 2004).

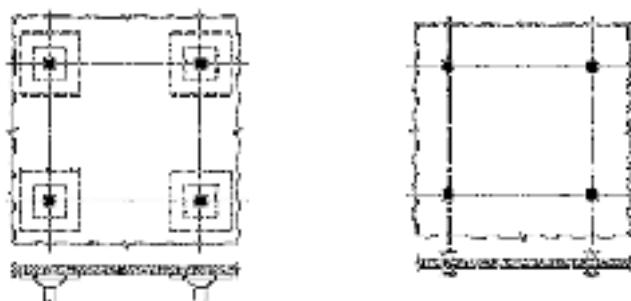
Slab didukung hanya pada dua sisi nya, seperti ditunjukkan gambar 2.6a, yang akhir struktural slabnya hanya terjadi pada

asatuarah(*slab satuarah*). Initerjadikarenaperbandinganbentangterpanjangdenganbentangterpendek plat lebihbesardua. Beban-bebanyang terjadisebagianbesardisalurkankebalokterpanjang, balokterpendekmenerimasebagian kecilbebansecaralangsung. Bilaperbandinganbentangpanjangterhadapbentangpendek seperti padagambar2.6bkurangpadasekitardua. Permukaan lendutandarislab akan mempunyai dualendutan. Bebanlantaidipikul dalam keduaaraholebalokpenduku

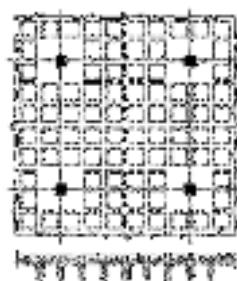


ngsekelingslab,dengandemikianplatmenjadisuatuslab duaarah(Wang dan Salmon 1989).

a.Slabsatuarah b.Slabduaarah



c.FlatSlab d.FlatPlate



e.WafelSlab

Gambar2.6.Tipe-tipe Pelat(Wang dan Salmon 1989)

2.2.6FlatSlab

Flatslab adalah pelat beton pejal dengan tebal merata yang menyerap beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok. *Flat slab* disebut juga konstruksi pelat beton bertulang tanpa balok yang sering digunakan danewasapada konstruksi beton bertulang pada bangunan, seperti kantor, tempat tinggal, atau fasilitasi industri lainnya dengan gantung menengah (*medium-rise office*) karena efisiensi darirasio bentang/tebal (*span/depth ratios*) dan sejekonomiskarenamengurangi tinggilantai. *Flatslab* termasuk pelat beton dua-arah dengan *capital, droppanel*, atau keduanya (McCormac , 2000).

Keuntungan yang didapat bila menggunakan *flat slab* sangat banyak, adapun keuntungan *flat slab* menurut (Asroni, 2010) yaitu fleksibilitasnya terhadap tataruang; waktu pengerjaannya relatif lebih pendek, hal ini dapat dilihat dari proses pembuatan bekisting pelat yang langsung dapat dibuat merata secara keseluruhan tanpa harus membuat bekisting balok-baloknya terlebih dahulu; kemudahan dalam pememasangan instalasi mekanik dan elektrikal; menghemat tinggi bangunan (tinggi ruang bebas lebih besar dikarenakan tidak ada anyape ngurang kettinggian akibat balok dan komponen pendukung struktur lainnya); pemakaian tulangan pelat bisa dengan tulangan fabrikasi (*welded wire mesh*). Dengan berbagai keuntungan diatas diharapkan penggunaan metode *flatslab* banyak digunakan pada pembangunan infrastruktur di Indonesia.

Sistem *flatslab*

tanpa balok, memungkinkan kettinggian struktur yang minimum, fleksibilitas pemasangan saluran penghawaan buatan (AC), fleksibilitas pemasangan alat penerangan dan fleksibilitas dalam mengatur ukuran ruangan. Dengan kettinggian antar lantai minimum, tinggi kolom-kolom dan pemakaian partisi relatif berkurang.

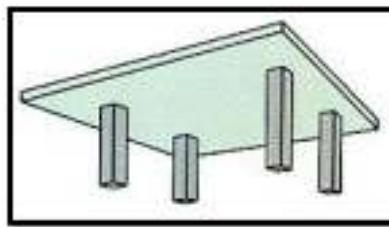
Namun, akibat tidak adanya balok, kelemahan terbesar dari sistem konstruksi ini adalah kemampuan hubungan kolom-pelat dalam menahan gaya geser yang dapat menyebabkan penyebaran kerusakan secara

horizontal dan menyebabkan pelat dapat runtuh atau lebih dikenal dengan *punching shear*. Selain itu, biasanya konstruksi *flat slab* memiliki pelat yang lebih tebal dibandingkan dengan pelat konvensional.

Berikut ini adalah tipe-tipe dari *flat slab*:

- Flat plate

Dengan desain *flat plate* yang sederhana dalam *formwork*nya, memiliki kelebihan kecepatan pengerjaannya yang relatif jauh lebih cepat dibandingkan dengan *flat slab* lainnya.

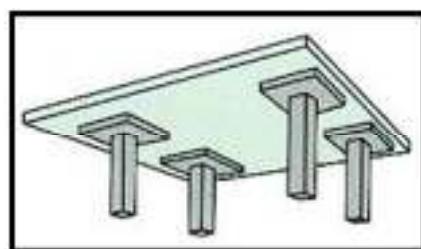


Gambar 2.7. FlatPlate

(*Analysis and Design of Commercial Building with Flat Slab*:
Abrar, Rahileta et al :2015)

- Flat slab dengan drop panel

Desain slab ini memiliki penambahan *drop panels* yang berfungsi untuk meningkatkan ketahanan pelat memikul *punching shear* dan momen negatif pada hubungan pelat kolom.

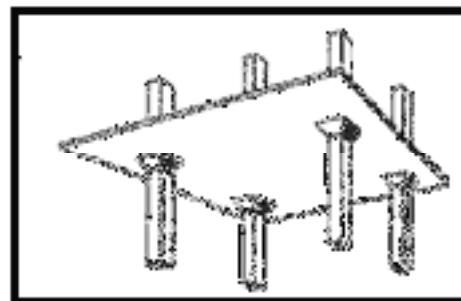


Gambar 2.8. FlatSlab dengan DropPanels

(*Analysis and Design of Commercial Building with Flat Slab*:
Abrar, Rahileta et al :2015)

- Flat slab dengan column head

Penambahan *column head* pada pelat selain meningkatkan ketahanan geser pelat, juga mengurangi momen pada pelat karena namem perpendek bentang.

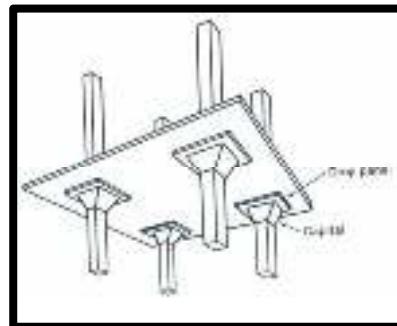


Gambar 2.9.FlatSlabdenganColumn Head

(*AnalysisandDesignofCommercialBuildingwithFlatSlab:*
Abrar, Rahiletal:2015)

- Flat slabdengandroppanel dancolumnhead

Desainflat slabdengandroppanel
 dancolumnheadmemberikanlebihbanyakkeuntungankarenalangsungmeningk
 atkantahanangeser,tahananmomentumpuandanmemperkecilmomenlapanganp
 adapelat.



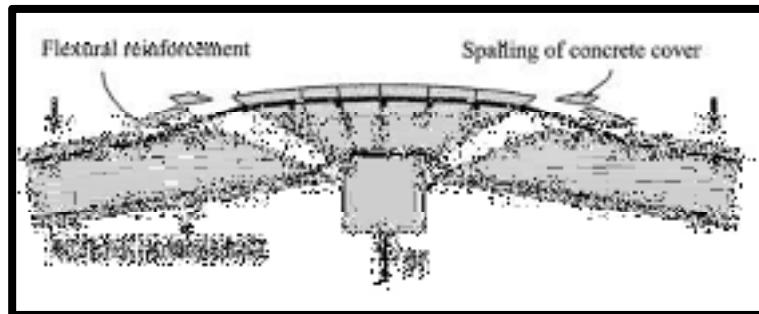
Gambar 2.10.Flat SlabdenganDropPanelsdanColumnHead

(*ReinforcedConcrete:Mechanics&Design,JamesK.Wigh&*
JamesMcGregor:2011)

2.2.6.1 Momen dan GeserpadaPelat

Dalamflatplate atau $flat slab$, pelatditopangsecaralangsungolehkoloamtanpaadanyabalok. Momente

rbesaradapadaerahantarkolomkekolom. Dan geseryang terjadipadaflatplatedanflatslabhanyatwo-way shearataupunchingshearyangterjadidijointantarapelat-kolomyang menyebabkanterbentuknyakerucutterpanctungataupiramidayang ditunjukanpadaGambar 2.11.



Gambar 2.11.KegagalanPunchingShear

(*Post-Punching Behavior of Flat Slab: Fernandes Ruiz et al. 2013*)

Peraturan SNI 2847 2013, menyakatan kekuatan geser yang direncanakan harus memenuhi kriteria berikut:

$$\emptyset V_n \geq V_u \quad (2.18)$$

Dengan V_u adalah gaya geser faktor pada penampang yang ditinjau V_n adalah kekuatan geser nominal yang dihitung dengan rumus dibawah ini. Untuk geser, faktor reduksi, \emptyset , diambil 0,75.

$$V_n = V_c + V_s \quad (2.19)$$

Dimana V_c adalah kekuatan geser nominal yang disediakan oleh beton dan V_s adalah kekuatan geser nominal yang disediakan oleh tulang geser.

2.2.6.2 Kuat Geser Nominal Beton, V_c

Desain pelat dua arah setelah adanya *punching shear* berdasarkan peraturan SNI, ditentukan V_c harus diambil terkecildari(a),(b), dan (c):

$$a). V_c = 0,33\lambda\sqrt{f'_c}b_o d \quad (2.20)$$

Dengan λ adalah faktor untuk jenis beton ringan (beton biasa digunakan $\lambda=1$), adalah mutu beton, dan d adalah tebal efektif pelat.

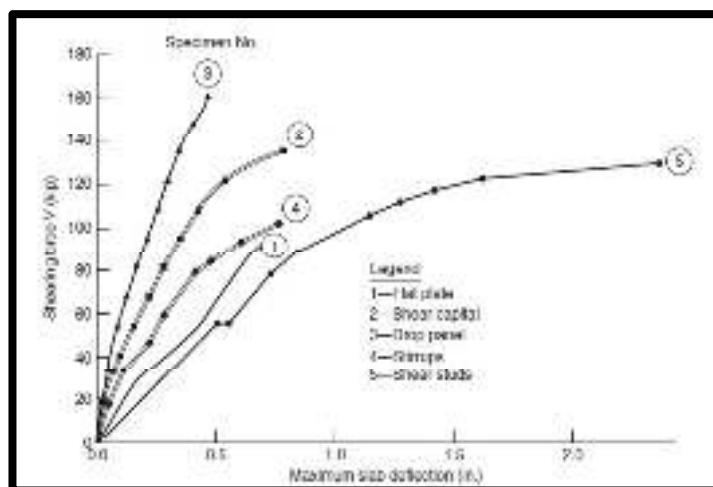
$$b) Vc = 0.833 \left(\frac{as}{b_0} d + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \quad (2.22)$$

Dimana α adalah 40 untuk kolom interior, 30 untuk kolom tepi, dan 20 untuk kolom eksterior.

$$c) Vc = 0.17 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \quad (2.23)$$

Dengan β adalah rasio sisi terpanjang dan terpendek kolom, beban terpusat atau daerah breakksi

Percobaan yang dilakukan oleh Ghali dan Megally menunjukkan diagram hubungan *load-deflection* untuk lima jenis hubungan pelat-kolom untuk membandingkan kekuatan dan perilaku dari penambahan tiga dari empat metode yang ada. Gambar 2.12



Gambar 2.12. Diagram Load-deflection

(*Reinforced Concrete: Mechanics & Design*, James K. Wight & James McGregor: 2011)

2.2.6.3 Perencanaan Flat Slab

1. Penentuan tebal pelat *Flat Slab*

Tebal minimum pelat tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan dan mempunyai rasio bentang Panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari dua harus memenuhi ketentuan yang tercantum pada

Tabel 2.5 berikut sertatidak boleh kurang dari:

- a. Tanpa panel drop (*droppanel*) seperti yang definisikan dalam SNI 2817 – 2013 pasal 9.5.3.2.....125 mm
- b. Dengan panel drop (*droppanel*) seperti yang definisikan dalam SNI 2817 – 2013 pasal 9.5.3.2.....100 mm

Tabel 2.4 Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Interior

Tegangan leleh, f_y MPa ¹	Tanpa penekanan ²		Dengan penekanan ³			
	Panel eksterior		Panel interior	Panel eksterior		Panel interior
	Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ⁴		Tanpa balok pinggir	Dengan balok pinggir ⁵	
280	$t_n/33$	$t_n/36$	$t_n/36$	$t_n/36$	$t_n/40$	$t_n/40$
420	$t_n/30$	$t_n/33$	$t_n/33$	$t_n/33$	$t_n/36$	$t_n/36$
520	$t_n/28$	$t_n/31$	$t_n/31$	$t_n/31$	$t_n/34$	$t_n/34$

Untuk konstruksi dua arah, t_n adalah panjang bentang bersih dalam arah panjang, diukur muka ke muka tumpuan pada pelat tanpa balok dan muka ke muka balok atau tumpuan lainnya pada kasus yang lain.
 Untuk f_y antara nilai yang diberikan dalam tabel, tebal minimum harus ditentukan dengan interpolasi linier.
¹Panel drop didefinisikan dalam 13.2.5.
²Pelat dengan balok di antara kolom-kolomnya di sepanjang lapis eksterior. Nilai α_0 untuk balok tepi tidak boleh kurang dari 0,8.

(SNI – 2847 – 2013 Pasal 9.5.3.2)

Dengan :

h = tebal pelat.

L_n = jarak antar kolom dihitung dari sumbu.

Tabel 2.5. Lendutan Izin Maksimum

Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Atap datar yang tidak menutupi atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup L	$L/180^{\circ}$
Lantai yang tidak menutupi atau tidak disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan seketika akibat beban hidup L	$L/360$
Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batas lendutan
Konstruksi atap atau lantai yang menutupi atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstruktural (jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja, dan lendutan seketika, akibat penambahan beban hidup) ⁷	$L/480^{\circ}$
Konstruksi atap atau lantai yang menutupi atau disatukan dengan komponen nonstruktural yang mungkin tidak akan rusak oleh lendutan yang besar		$L/240^{\circ}$

(SNI – 2847 – 2013 Pasal 9.5.3.1)

2. Pembebanan pada *FlatSlab*

Beban Matidan Beban Hidupdiamambilberdasarkan pada SNI-2847-2013 dan SNI 1726-2012

3. Penentuan karakteristik material beton

4. Analisis dan desain penulangan pelat lantai jalur tengah

5. Perhitungan penulangan *flat*

Slab jalur tengah sama seperti perhitungan penulangan pelat lantai pada perencanaan pelat

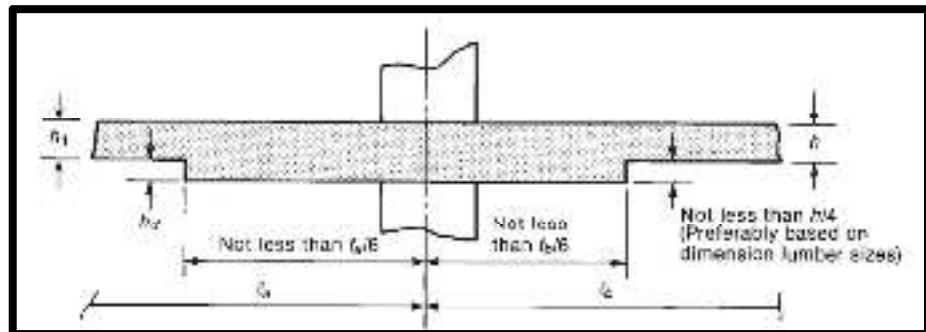
6. Perhitungan penulangan *flat*

Slab jalur kolom sama seperti perhitungan penulangan pelat lantai pada perencanaan balok

2.2.7 Drop Panel

Drop Panel merupakan pertambahan tebal pelat di area kerukolom yang berfungsi dalam mengurangi tegangan geser ponsel yang ditimbulkan oleh kolom terhadap pelat. Penyalinan juga dapat meningkatkan besar momen lawan dan itempat-tempat daerah momen negatif bekerja (More and Sawant, 2015). Penggunaan *flat slab* dengan sistem *drop panel* ini akan meningkatkan kekuatan pelat terhadap gaya geserpons dan lentur serta dapat menahan beban yang berat dan bentang yang lebih panjang.

Ukuran minimum *drop panel* berdasarkan ketentuan SNI 2847-2013 pasal 13.2.5 digambarkan dalam Gambar 2.13.



Gambar2.13.Droppanel

(*ReinforcedConcrete:Mechanics&Design,JamesK.Wigh&
JamesMcGregor:2011*)

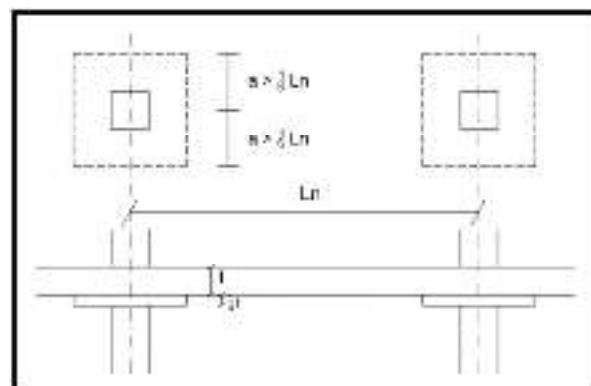
2.2.7.1 PerencanaanDropPanel

1. Pendimensiandroppanel

Pendefiniandi dimensi *drop panel* berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 13.2.5 sebagai berikut:

- a. Lebar *drop panel* pada setiap arah minimum $1/6 L$ panjang bentang dari sumbu kesumbukolom.
- b. Tebal *drop panel* minimum $1/4 t$ (t =tebal pelat lantai).
- c. Dalam menghitung tulangan pelat yang diperlukan, tebal *drop panel* dibawah pelat tidak boleh di sampaikan lebih besar dari jarak antara tiap penebala npelan sampai tepi kolom.

Persyaratan ketebalan Pelat *drop panel* ditampilkan pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14.PersyaratanKetebalanPelat(DropPanel)

(Chu-Kia Wang, 1992)

2. Analisis dan desain penulang androp panel

3.

Perhitungan tulang androp panel (Tulangan arah x dan y) Perhitungan penulang androp panel sama seperti perhitungan penulang an pelat lantai pada perencanaan pelat.

4. Perhitungan kapasitas droppanel (Kapasitas arah x dan arah y)

$$M_u < \phi M_n \quad (2.24)$$

Momen nominal,

$$M_n = As x f_y x (d - \frac{a}{2}) \quad (2.25)$$

Tinggi blok regangan,

$$a = \frac{As x f_y}{0.85 x f'_c x b} \quad (2.26)$$

5. Perhitungan geserpons drop panel. Berdasarkan SNI 03-2847-2013, pasal 13.12.2 besarnya tidak boleh melebihi darin nilai terkecil dari ketiga nilai berikut ini:

$$Vc1 = (1 + \frac{2}{\beta}) \lambda \frac{\sqrt{f'_c} x b o x d}{6} \quad (2.27)$$

$$Vc2 = (\frac{as x d}{bo} + 2) \frac{\sqrt{f'_c} x b o x d}{6} \quad (2.28)$$

$$Vc3 = \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f'_c} x b o x d \quad (2.29)$$

$V_{terjadi}$ = Reaksi Vertikal Kolom – Gaya aksial di atas Drop Panel

Syarat : $V_{terjadi} < V_{cijin}$

2.2.8 Dinding Geser (Shear Wall)

Dinding geser merupakan suatu dinding struktural yang sangat berguna dalam gedung tingkat tinggi. Dimana dinding geser merupakan pengaku vertical yang dirancang untuk menahan gaya lateral atau gempa yang bekerja pada

bangunan (*Schueller, 2001*). Secara umum fungsi dinding geser adalah sebagai berikut :

1. Memperkokoh Gedung

Dengan struktur dinding beton bertulang, maka dinding geser bukan hanya sebagai penekat ruang saja tetapi juga sebagai struktur bangunan yang memikul gaya beban yang bekerja pada bangunan.

2. Meredam goncangan akibat gempa

Gaya gempa yang terjadi akan direduksa sehingga mampu mengurangi akibat yang terjadi pada bentuk banguna yang ada.

3. Mengurangi biaya perawatan Gedung

Dengan semakin kokohnya Gedung yang menggunakan dinding geser, maka kerusakan-kerusakan yang timbul dapat diminimalisir sehingga akan mengurangi biaya perawatan pada Gedung.

4. Daya pikul beban di sekitar lampu ditingkatkan.

Dengan dinding geser kemampuan lantai beton di atasnya untuk menerima beban semakin naik, besarnya kekuatan lantai akan berbanding lurus dengan ketebalan dinding geser itu sendiri.

Berdasarkan letak dan fungsinya, dinding geser dapat dibagi dalam 3 jenis yaitu:

1. *Bearing walls*

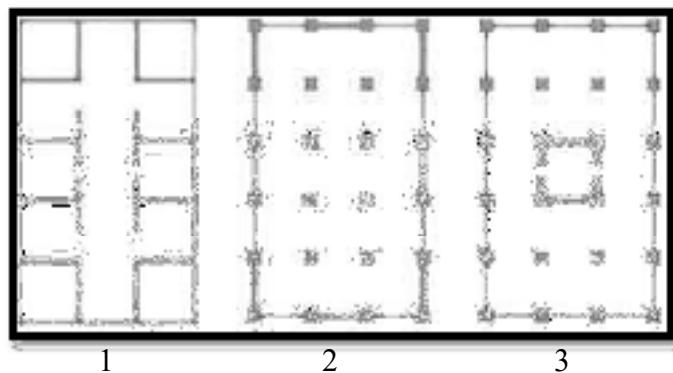
Bearing wall adalah jenis dinding geser yang mempunyai fungsi lain sebagai penahan beban gravitasi. Tembok-tebok ini juga menggunakan dinding partisi antara apartemen yang berdekatan.

2. *Frame walls*

Frame walls adalah dinding geser yang berfungsi sebagai penahan gaya lateral, geser dan pengaku pada sisi luar bangunan. Dinding ini terletak di antara dua kolom struktur.

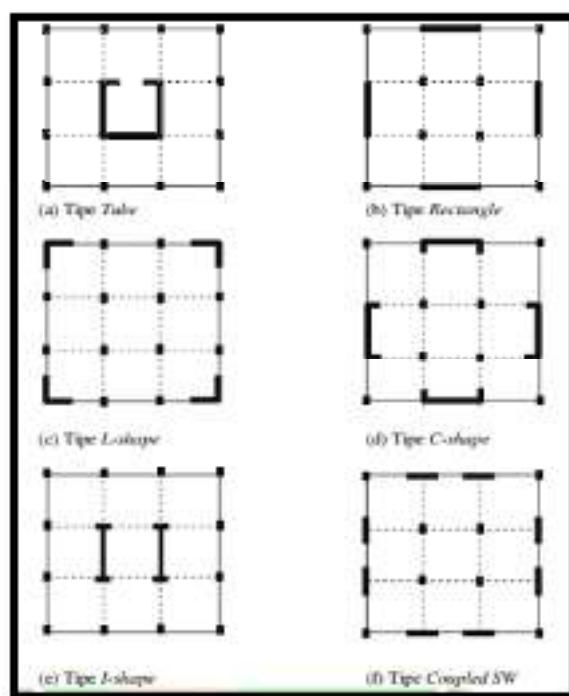
3. *Core walls*

Core walls adalah dinding geser yang terletak dalam wilayah inti pusat dalam Gedung yang biasanya diisitangga atau poros lift. Dinding geser yang terletak di kawasan inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan paling ekonomis.



Gambar 2.15.Jenis dinding geser berdasarkan letak dan fungsinya
(Nur A, 2011)

Letak pemasangan dinding geser dilapangan pada umumnya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.16.Tipedindinggeser

(Nur A, 2011)

Menurut SNI 1726-2012
Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur dinding geser dibagi menjadi dua jenis yaitu :

1. Dinding Geser Beton Bertulang

Suatu subsistem struktur yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang runtuhanya disebabkan oleh momen lentur (bukan oleh gaya geser) dengan terjadinya sendiplastis pada kakinya, dimana nilai momen lemahnya dapat mengalami peningkatan terbatas akibat pengerasan regangan. Rasio antara tinggi dan lebar dinding geser tidak boleh kurang dari 2 dan lebar tersebut tidak boleh kurang dari 1,5 m.

2. Dinding Geser Beton Bertulang Berangkai

Suatu subsistem struktur gedung yang fungsi utamanya adalah untuk memikul beban geser akibat pengaruh gempa rencana, yang terdiri dari dua atau lebih dinding geser dan dirangkaikan oleh balok perangkai dan yang runtuhanya terjadi akibat sendiplastis yang terjadi di keduaujung balok perangkai dan pada kaki semuanya dinding geser, masing-masing momen lemah sendiplastis dapat mengalami peningkatan hampir sepenuhnya akibat pergeseran regangan rasio antara bentang dan tinggi balok perangkai tidak boleh lebih dari 4.

2.2.8.1 Elemen Struktur Dinding Geser

Pada umumnya dinding geser dikategorikan berdasarkan geometri yaitu (*Imran dkk, 2008*):

- a. *Flexural wall* (dinding langsing), yaitu dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \geq 2$, dimana desain dikontrol terhadap perlakuan lentur,
- b. *Squat wall* (dinding pendek), yaitu dinding geser yang memiliki rasio $h_w/l_w \leq 2$, dimana desain dikontrol terhadap perlakuan lentur,

c. *Coupled shear wall*(dindingberangkai),dimanamomengulinyang terjadiakibatbebangempaditanolehsepasangdindinggeseryang dihubungkandenganbalok-balokpenghubungsebagaiayatarikdantekanyang bekerja padamasing-masingdasardindingtersebut.

Dalammerencanakandindinggeser,perludiperhatikanbahwadindinggeseryang berfungsiuntukmenahangayalateralyang besarakibatbebangempatidakbolehruntuhakibatgayalateral,karenaapabiladindinggeser runtuhkarenagaya lateralmakakeseluruhanstrukturbangunanakanruntuhkarenatidakadaelemenstrukturya ng mampumenahangayalateral.Olehkarenaitu,dindinggeserharusdidesainuntukmampum enahangayalateralyang mungkinterjadiakibatbebangempa,dimanaberdasarkanSNI 03-2847-2013pasal14.5.3.1,tebal minimum dindinggeser(t_d) tidakbolehkurangdari 100 mm.

Dalampelaksanaannyaadindinggeserselaludihubungkandengansistemrangka pemikulmomen.Dindingstrukturalyang biasadigunakan padagedungtinggiadalahdindinggeserkantilever, dindinggeserberangkai, dan sistemrangka-dindinggeser(*dualsystem*).Kerjasamaantarasistemrangkapenahanmomendandindinggesermerupakansuatukeadaankhusus,dimanaduastrukturyangberbedasifatdanperilakun yadigabungkansehinggaadiperolehstrukturyang lebihekonomis.KerjasamainidapatdibedakanmenjadibeberapaamacamsistemstrukturberdasarkanSNI03-1726-2012 pasal 3.49-52yaitu:

a.

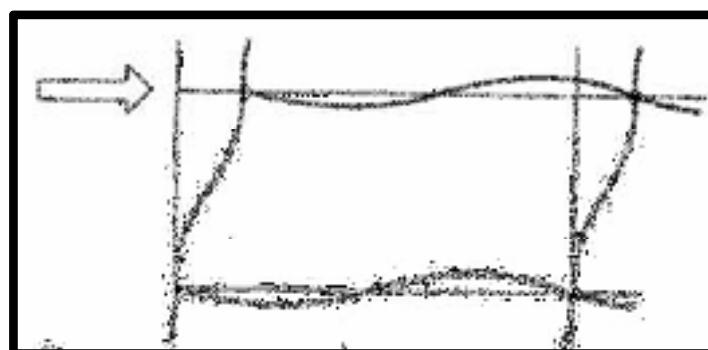
Sistemgandayaitusistemstrukturyangmerupakangabungandarisistemrangkapemikulmomendengandindinggeserataubresing.Rangkapemikulmomensekurang-kurangnyamampumenahan25%darigayalateraldan sisanyaditahan oleh dindinggeser.Nilai koefisienmodifikasirespons(R) yangdirekomendasikanuntuksistemgandadenganSistemRangkaPemikulMomen Khusus (SRPMK) adalah 8.

- b. Sistem interaksi dinding geser dan rangka yang merupakan gabungan dari sistem rangka beton bertulang dan dinding geser biasa. Nilai R yang direkomendasikan untuk sistem interaksi dinding geser dan rangka adalah 4,5.
- c. Sistem rangka gedung yang merupakan sistem struktural yang memiliki irangkuat ruang pemikul beban gravitas secara lengkap. Pada sistem ini, gaya lateral akibat gempa yang terjadi dipikul oleh dinding geser atau rangka bresing.

2.2.8.2 Perilaku Struktur Rangka Kaku, Dinding Geser, dan Struktur Rangka-Dinding Geser (*Dual System*)

2.2.8.2.1 Perilaku Struktur Rangka Kaku (*Rigid Frame*)

Sistem rangka kaku atau *rigid frame* biasanya berbentuk rangka segi empat teratur yang terdiri daripada balok horizontal dan kolom vertikal yang terhubung pada suatu bidang secara kaku (*rigid*), sehingga pertemuan antara kolom dan balok dapat menahan momen. Pada dasarnya rangka kaku akan ekonomis digunakan sampai 30 lantai untuk rangka baja dan sampai 20 lantai untuk rangka beton bertulang (Schueller, 1989). Karena sifat hubungan yang kontinuitas antara kolom dan balok, maka mekanisme rangka kaku dalam menahan beban lateral merupakan suatu respons bersama daripada balok dan kolom, terutama respons melalui lentur dari ikeduajenis elemen tersebut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.17.



Gambar 2.17 Respons lenturan balok dan kolom (Schueller: 1989)

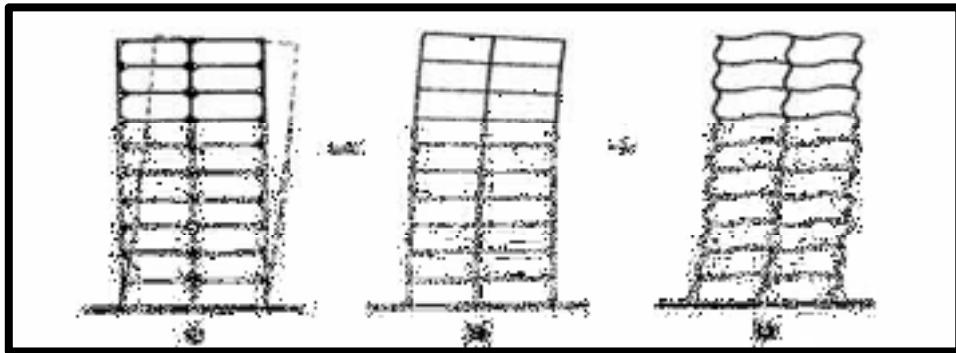
Schueller(1989) menjelaskan bahwa lenturan lateral yang terjadi pada balok dan kolom pada struktur rangka akibat disebabkan oleh dua hal, yaitu:

- a. Lenturan disebabkan oleh lentur kantilever

Lenturan ini dikenal sebagai *chord drift*, yaitu dimana saat menahan momen guling (*overturning moment*) akibat beban lateral, struktur rangka beraksara sebagai satu unit balok kantilever vertikal yang melentur dalam bentuk deformaasi sial darikolom-kolom penyusunnya. Lentur kantilever ini kira-kira menyumbangkan 20% dari total simpangan struktur.

- b. Deflaksi karena lentur balok dan kolom

Perilaku struktur akibat lentur balok dan kolom dikenal sebagai *shear lag* atau *frame wracking*. Adanya gaya geser yang terjadi pada kolom dan balok akan menimbulkan momen lentur pada kedua elemen tersebut. Lenturan pada kolom dan balok menyebabkan terjadinya distorsi secara keseluruhan pada rangka gedung. Tipedeformasi ini menyebabkan $\pm 80\%$ dari total simpangan struktur yang terdiri dari 65% akibat lentur balok dan 15% akibat lentur kolom



Gambar 2.18 Simpangan pada struktur rangka kaku (Schueller: 1989)

Pada Gambar 2.18 menunjukkan suatu struktur rangka kaku yang menerima gaya lateral akan mengalami simpangan ke arah bebas yang bekerja (Gambar 2.18c), yang merupakan kombinasi simpangan yang diakibatkan oleh lentur kantilever (Gambar 2.18a) sebesar 20% dari total keseluruhan simpangan dan lentur balok dan kolom (Gambar 2.18b) sebesar 80% dari total keseluruhan simpangan (Schueller, 1989)

2.2.8.2.2 Perilaku Dinding Geser (Shearwall/Cantilever Wall)

Dinding geser merupakan suatu subsistem gedung yang memiliki fungsi utama untuk menahan gaya lateral akibat benda gempa. Keruntuhan pada dinding geser disebabkan oleh momen lentur karena terjadinya sendiplastis pada kaki dinding. Semakin tinggi suatu gedung, simpangan horizontal yang terjadi akibat gaya lateral akan semakin besar, untuk itu sering digunakan kandinding geser pada struktur bangunan tinggi untuk memperkuat kaku struktur sehingga simpangan yang terjadi dapat berkurang. Dinding geser juga berfungsi untuk mereduksimomen yang diterima struktur rangka sehingga dimensi struktur rangka dapat dibuat seefisien mungkin pada struktur bangunan tinggi akibat gaya lateral.

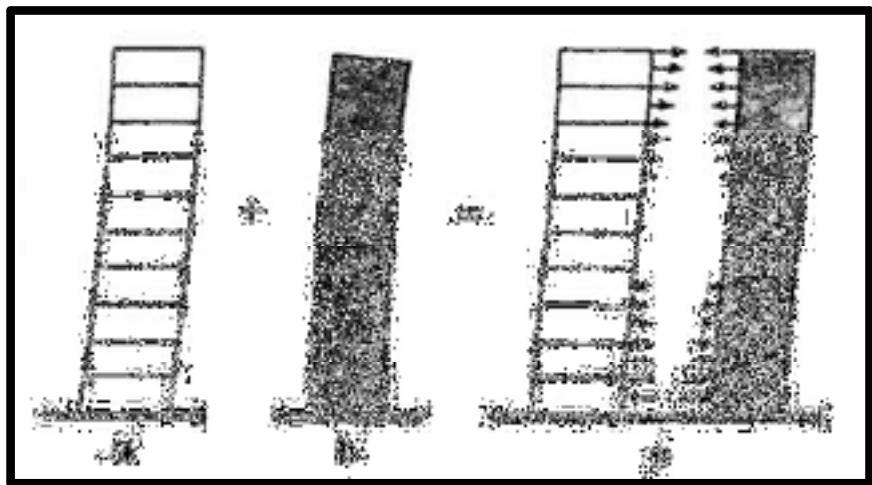
Gaya lateral yang terjadi pada suatu gedung, baik diakibatkan oleh benda gempa maupun angin akan disebarkan melalui struktur lantai yang berfungsi sebagai diafragma horizontal yang kemudian akan ditahan oleh dinding geser karena memiliki kekakuan yang besar untuk menahan gaya lateral (Schueller, 1989). Dinding geser dapat dianggap sebagai balok yang tebal karena kekakuannya dan

berinteraksiterhadapgaya lateral sertalenturterhadapmomenguling (*overtuning momen*). Kemampuandindinggeserdalammen ahangaya lateral, torsi, dan momengulingtergantungdarikonfigurasigeometri, orientasi, dan lokasidindinggeser pada suatubangunan.

2.2.8.2.3 Perilaku Struktur Rangka-Dinding Geser (*Dual System*)

Semakintinggisuatu gedung, penggunaan struktur rangka saja untuk menahan gaya lateral akibat beban gempa menjadikurang ekonomis karena akan menyebabkan dimensi struktural balok dan kolom yang dibutuhkan akan semakin besar untuk menahan gaya lateral. Oleh karenaitu, untuk meningkatkan kekakuan dan kekuatan struktur terhadap gaya lateral dapat digunakan kombinasi antara rangka kakakudengandinding geser (*dual system*). Pada struktur kombinasi ini, dinding geser dan kolom-kolom struktur akan dihubungkan secara kaku (*rigid*) oleh balok-balok pada setiap lantai bangunan. Dengan adanya hubungan yang rigid antara kolom, balok, dan dinding geser akan memungkinkan terjadinya interaksi antara struktur rangka dan dinding geser secara menyeluruh pada bangunan, dimana struktur rangka dan dinding geser akan bekerja bersama-sama dalam menahan beban yang bekerja baik itu beban gravitasimaupun beban lateral. Selain itu, dengan menggunakan sistem ganda ini, makasimpangan lateral akan jauh berkurang seiring dengan peningkatan jumlah lantai struktur.

Semakin tinggi suatu struktur gedung, semakin kecil simpangan yang terjadi. Besarnya simpangan keseluruhan yang terjadi pada sistem rangka kakakudinding geser diperoleh dengan cara menggabungkan perilaku kedua elemen tersebut seperti yang terdapat pada gambar 2.19.



Gambar2.19Superimposmodeindividuarideformasi (Schueller:1989)

a. Deformasimodegeseruntukrangkakaku(Gambar2.19a)

Pada struktur rangkakaku, sudut deformasi (lendutan) paling besar terjadi pada dasar struktur dan menerjadi geser maksimum.

b. Deformasimodelenturuntukdindinggeser(Gambar2.19b)

Pada struktur dinding geser, sudut deformasi (lendutan) paling besar terjadi pada bagian atas bangunan sehingga sistem dinding geser memberikan kekuatan palin gkecil pada bagian atas bangunan.

c. Interaksiantararangkakaku dan dindinggeser(Gambar2.19c)

Interaksiantara struktur rangkakaku dan dinding geser diperoleh dengan membuat superposisi modes defleksiterpisah yang menghasilkan kurva S datar. Perbedaan sifat defleksian taradinding geser dan rangkakaku menyebabkan dinding geser menahan simpangan rangkakaku pada bagian bawah, sedangkan rangkakaku akan menahan simpangan dinding geser pada bagian atas. Dengan demikian, geser akibat gaya lateral akan dipikul oleh rangka pada bagian atas bangunan dan dipikul oleh dinding geser di bagian bawah bangunan.

2.2.8.3 Penulangan Longitudinal dan Transversal Dinding Geser

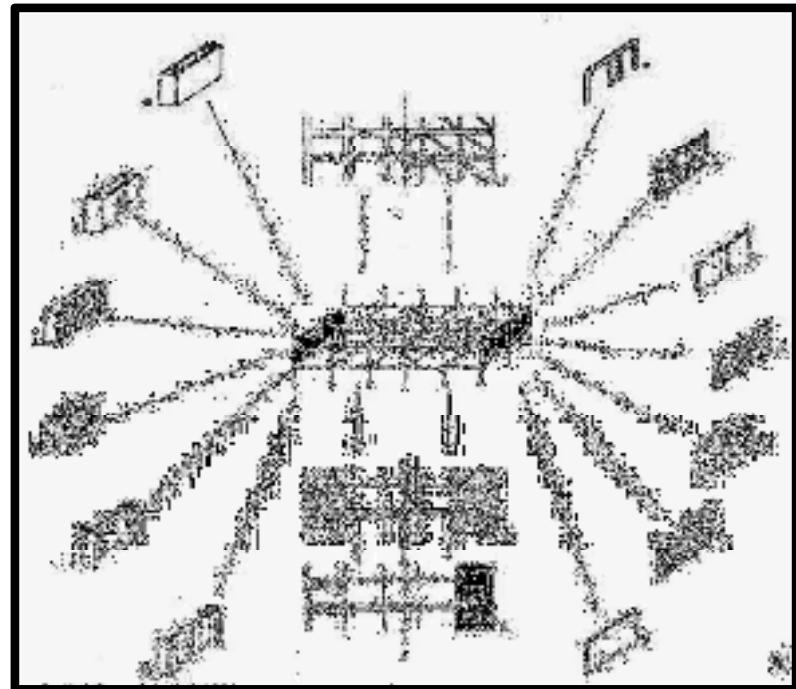
Sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 14.3, disyaratkan :

1. Rasio minimum untuk kluas tulangan vertikal terhadap laju sifat beton haruslah :
 - 0,0012 untuk batang ulir \leq D16 dengan tegangan leher yang disyaratkan ≥ 420 Mpa.
 - 0,0015 untuk batang ulir lainnya.
 - 0,0012 untuk tulangankawat las $\leq \phi 16$ atau D16.
2. Rasio minimum untuk kluas tulangan horizontal terhadap laju sifat beton haruslah :
 - 0,0020 untuk batang ulir \leq D16 dengan tegangan leher yang disyaratkan ≥ 420 Mpa.
 - 0,0025 untuk batang ulir lainnya.
 - 0,0020 untuk jaringkawat bajalas (polosata uulir) $\leq \phi 16$ atau D16.

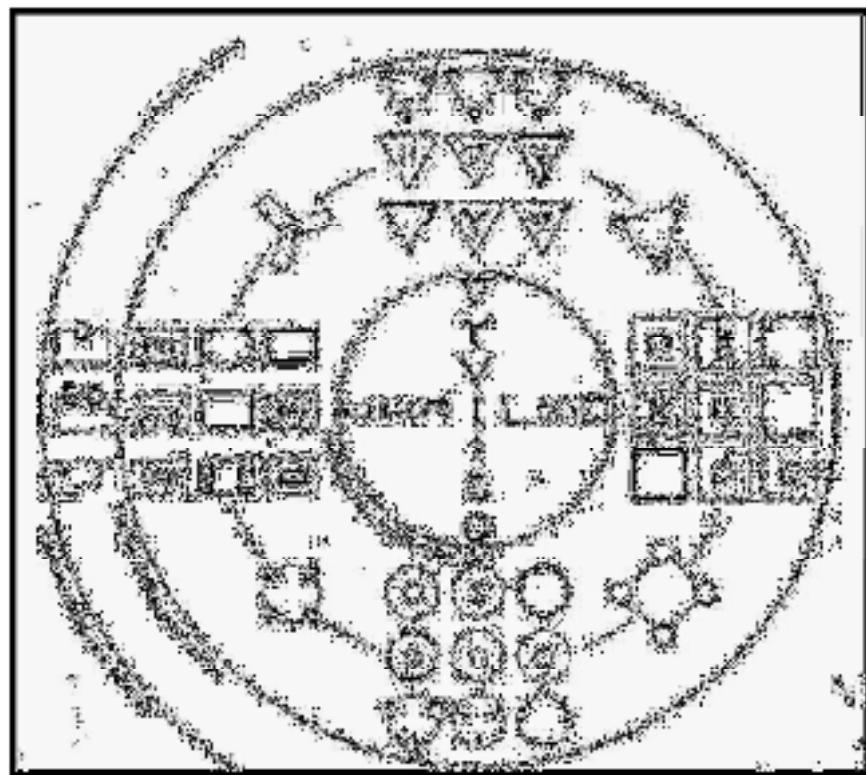
2.2.8.4 Susunan Dinding Geser

Gambar

dibawah ini memperlihatkan dinding geser sebagai dinding luar atau dalam, ataupun berupa inti yang memuat ruang lift atau tangga. Susunan geometri sistem dinding geser tidak terbatas, bentuk-bentuk dasar yang umum diperlihatkan pada lingkaran pusat. Bentuk-segitiga, persegi panjang, sudut, kanal dan flenslebar adalah contoh-contoh bentuk yang dikenal dalam bahasa arsitektur. Sistem dinding geser pada dasarnya dapat dibagi menjadi sistem terbuka dan tertutup. Sistem terbuka terdiri dari unsur linear tunggal atau gabungan unsur yang tidak lengkap melingkupi ruang geometris, seperti bentuk : L, X, V, Y, T, H. Sebaliknya sistem tertutup melingkupi ruang geometris seperti bentuk : bujur sangkar, segitiga, persegi panjang dan bulat.



Gambar 2.20 Sistem Penyebar Gaya Lateral



Gambar 2.21 Susunan Geometri Dinding Geser

2.2.8.5 LayoutDindingGeser

Menurut pakar struktur,

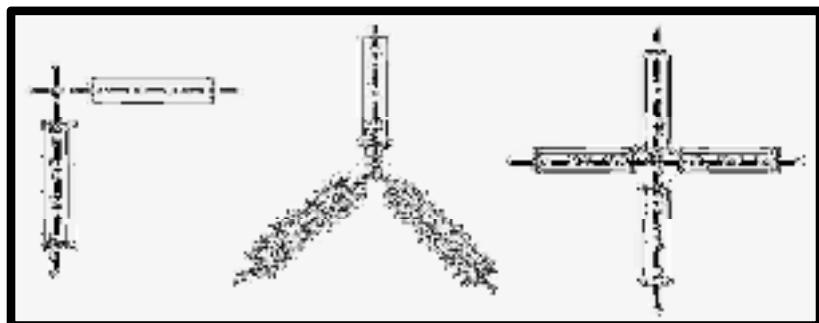
sebuah bangunan yang dapat didefinisikan sebagai bangunan yang sistem strukturnya harus dimodifikasi kancan sedemikian rupa sehingga dapat menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin di dalam kriteria terhadap kekuatan, simpangan dan kenyamanannya. Pada bangunan berlantai banyak, dinding geser adalah salah satu bentuk struktur yang dapat menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin. Stabilitas bangunan lantai banyak diterima oleh dinding geser.

Untuk dapat menahan gaya lateral yang disebabkan oleh gempa atau angin maka dinding geser harus dibentuk sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Dalam sebuah bangunan paling sedikit terdapat tiga buah dinding geser sebagai penahan gaya lateral.

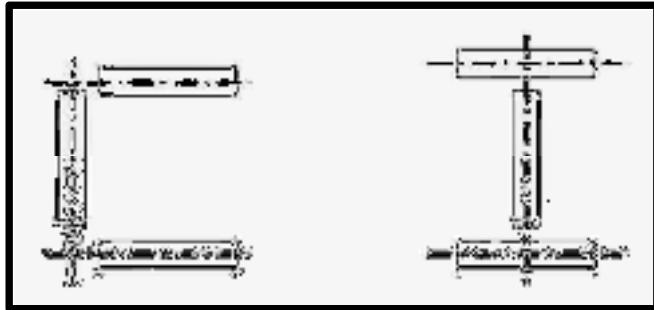
2. Garis pengaruh dari dinding geser tersebut tidak boleh berpotongan pada satutitik.

Dinding geser yang tidak memenuhi syarat-syarat tersebut di atas dapat menyebabkan struktur menjadi tidak stabil, antara lain seperti terlihat pada gambar dibawah ini



Gambar 2.22 Struktur dinding geser yang tidak memenuhi syarat

Dinding geser yang memenuhi syarat-syarat di atas tersebut akan memberikan stabilitas yang baik pada bangunan berlantai banyak. Dinding geser yang memenuhi syarat-syarat lain seperti terlihat dibawah ini



Gambar 2.23Strukturdindinggeser yang memuhisyarat

2.2.9 Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok (jika ada). Kolom meneruskan beban beban dan elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ketanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, makanya keruntuhan pada satukolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (runtuhnya) lantai yang bersangkutan, dan juga runtuh total seluruh strukturnya. Oleh karena itu, dalam merencanakan kolom perlu diwaspadai, yaitu dengan memberikan kekuatan cadangan yang lebih tinggi daripada yang dilakukan pada balok dan elemen struktural horizontal lainnya, terlebih lagi jika keruntuhan teknik tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas (*Nawy 1985*).

Menurut *Sudarmoko (1994)*, luas tulang komponen struktur tekandibatasi oleh ketentuan berikut.

- a. Luas tulangan longitudinal A_{st} komponen struktur tekandikannya nonkomposit tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas brutopenampang A_g .
- b. Jumlah minimum batang tulangan longitudinal pada komponen struktur teknologi 4 untuk batang tulangan didalam sengkang ikat segiempat dan lingkaran, 3 untuk batang tulang dan didalam sengkang ikat segitiga, dan 6 untuk batang tulang yang dikelilingi oleh spiral.

2.2.9.1 Kolom Pendek dan Kolom Panjang

Suatu komponen struktur tekan pada portal bergoyang, dikatakan pendek jika upanjangnya tidak dapat berbanding dengan kelangsungan nyamemenuhi syarat perbandingan panjang tekuk kolom (kl_u) terhadap radius girasi (r) seperti yang terdapat dalam Persamaan berikut.

$$\frac{kl_u}{r} \leq 22 \quad , \text{untuk kolom pendek} \quad (2.30)$$

$$100 \geq \frac{kl_u}{r} \geq 22, \text{untuk kolom panjang} \quad (2.31)$$

Dengan :

Nilai r boleh diambil $0,3 h$ untuk kolom persegi.

Apabila nilai perbandingan kelangsungan untuk kolom pendek tidak terpenuhi, maka komponen struktur akan dikatakan kolom panjang. Sehingga perlukan suatu faktor pembesaran momen agar dapat menambah kekuatan nominal dari kolom panjang tersebut.

2.2.9.2 Kekuatan Kolom Pendek dengan Beban Sentris

Beban sentris menyebabkan tegangan tekantekanyangmerata diseluruh bagian penampang. SNI-2847-2013 memberikan persyaratan bahwa kuat tekanknominal daristruktur teknik tidak boleh diambil lebih besar daripada tentuan berikut, sesuai dengan Persamaan berikut.

$$\phi P_{n(m)} = 0,8 \phi / 0,85 f'c (Ag - As) + fy As J, \text{untuk kolom bersengkang} \quad (2.32)$$

Jika P_n adalah bebanaksial dan P_{nb} adalah bebanaksial dalam kondisi balanced maka ada tiga kemungkinan jenis runtuhan yaitu :

- | | |
|----------------|-----------------------------|
| $P_n < P_{nb}$ | terjadi keruntuhan tarik |
| $P_n = P_{nb}$ | terjadi keruntuhan balanced |
| $P_n > P_{nb}$ | terjadi keruntuhan tekan |

2.2.9.3 Kondisi Tarik Menentukan

Awal keadaan runtuhan dalam haleksentrissitasyang besar dapat terjadi dengan lehnyat ulangan baya yang tertarik. Peralihan dari keruntuhan tekan ke keruntuhan tarik terjadi pada eksentrissitassam

adengane b . Jika elebih besar daripada e atau $P_n < P_{nb}$, maka keruntuhannya yang gaterjadi adalah akheruntuhantarik yang diawalidengan lehnya tulang antarik. Bebanaksial nominal pada kondisi ini dapat dihitung sesuai dengan persamaan berikut.

$$P_n = 0,85 f' c b \left[\left(\frac{h-2e}{2d} \right) + \sqrt{\left(\frac{h-2e}{2d} \right)^2 + 2m\rho \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right] \quad (2.33)$$

2.2.9.4 Kondisi Keruntuhan Balanced

Jika eksentrisitas makin mecil maka ada suatu transisi dari keruntuhan hantark ke keruntuhan tekan. Keruntuhan *balanced* terjadi apabila tulang antarik mengalami regangan lelah dan saat itu pulalah beton mengalami regangan batasnya.

Bebanaksial nominalnya dapat dihitung dengan Persamaan berikut.

$$P_n = 0,85 f'_c b a_b + A_s' f'_s - A_s f_y \quad (2.34)$$

2.2.9.5 Kondisi Tekan Menentukan

Keruntuhan tekandi awalidenganhancurnyabeton. Eksentrisitas gaya normal yang terjadilebih kecil daripada e dan beban tekan P_n melampaui kekuatan berimbang P_{nb} . Bebanaksial nominal pada kondisi ini dapat dihitung dengan Persamaan berikut.

$$P_n = \frac{A_s' f_y}{\frac{e}{d-d'}+0,5} + \frac{b h f'_c}{\frac{3h_e}{d^2}+1,18} \quad (2.35)$$

2.2.9.6 Penulangan Geser Kolom

Bagianujung kolom harus mendapat perhatian khusus sebagai syarat bagis uat struktur bangunan beton bertulang yang tahan gempa. Kemampuan geser beton untuk struktur yang dibebani tekanaksial dapat dihitung berdasarkan Persamaan berikut.

$$V_c = 0,17 \left(1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c b_w d} \quad (2.36)$$

2.2.10 Pondasi

Sardjono (1991) menyatakan bahwa, pondasi bore

piled dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut buttidak mempunyai daya ukung yang

cukup untuk memikul berat bangunan dan bebananya, atau tanah kerasnya terdapat sangat dalam. Pada umumnya *bore pile* *piled* dibor tegak lurus ke dalam tanah, tetapi apabila diperlukan untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal maka *bore pile* akan dibor secara miring.

2.2.10.1 Daya Dukung Bore pile

Jika tiang dibor sampaikan ketanah keras melalui lapisan tanah lempung, maka daya dukung tiang dihitung berdasarkan tanah anujung (*end bearing*) dan cleef (*friction pile*).

- Daya dukung bore pile tetunggal dapat dihitung sesuai dengan Persamaan berikut

Berdasarkan cleef (*friction pile*)

$$Q_{ti} = c_b \cdot N_c \cdot A + k \cdot c_b \cdot \odot \cdot l \quad (2.37)$$

Berdasarkan *end bearing* dan *friction pile*

$$Q_{ti} = \frac{A_{ti} \times p}{3} + \frac{\odot \times l \times c_b}{5}, \text{ untuk beban statis} \quad (2.38)$$

$$Q_{ti} = \frac{A_{ti} \times p}{3} + \frac{\odot \times l \times c_b}{5}, \text{ untuk beban dinamis} \quad (2.39)$$

Dipilih yang paling besar di antara keduanya.

Dengan :

*Q*tiang = daya dukung kesetimbangan tiang, kg.

P = nilai konus dari hasil sondir, kg/cm².

\odot = keliling bore pile, cm.

L = panjang tiang yang berada dalam tanah, cm.

C_b = kohesi tanah di sekitar jung tiang, kg/cm².

Selain itu, daya dukung bore pile juga dapat dihitung berdasarkan nilai N-SPT dengan Persamaan berikut.

$$Q_u = \frac{Q_b + Q_s}{SF} - W_s \quad (2.40)$$

dengan,

Q_u = Dayadukungultimit (kN)

Q_b = Tahananujungbawahultimit (kN)

Q_s = Tahananujunggesek (kN)

SF = FaktorKeamanan(2,5-3,0)

W = Beratborepile (kN)

- Dayadukungkelompok**borepile** dapat dihitung dengan persamaan berikut.

Berdasarkan *point bearing piles*

$$Q_p = n \times Q_s \quad (2.41)$$

Dengan :

Q_{pg} =dayadukungkelompoktiang

n = jumlah**borepile**

Q_s = dayadukung**borepile** tunggal

Berdasarkan *cleeffriction piles*, dihitung dengan persamaan berikut.

$$Q_p = \frac{Q_t}{3} = \frac{c \cdot N_c \cdot A + 2 \cdot (b+y) \cdot l \cdot c}{3} \quad (2.42)$$

dengan,

Q_{pg} =dayadukung yang diijinkan pada kelompok**borepile**.

Q_t = dayadukung keseimbangan pada kelompoktiang.

3 = faktor keamanan.

c = kekuatan geser tanah.

N_c = faktor dayadukung yang didapat dari grafik *Skempton*.

A = luas kelompok**borepile**, $b \times y$.

b = lebar kelompok**borepile**.

y = panjang kelompok**borepile**.

2.2.10.2 Kontrol Gaya Geser Dua Arah(Geser Ponds)

Perhitungan geserpons bertujuan untuk mengetahui apakah tebal *pile cap* cukup kuat untuk menahan beban terpusat yang terjadi, gaya geserpons itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.23. Bidang kritis untuk perhitungan geserpons dapat dianggap tegak lurus bidang pelat yang ter-

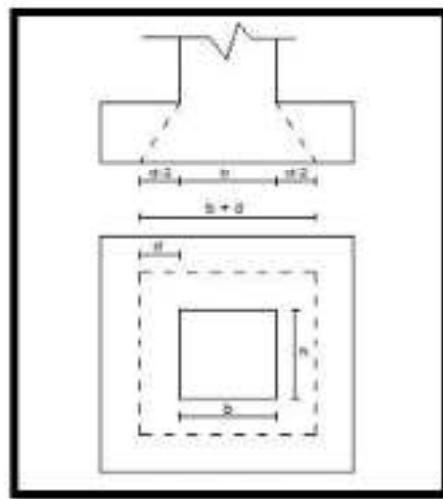
letak pada jarak 0,5 d darikeliling beban reaksitersebut, dimana d adalah tinggi efek tif pelat. Untuk mengontrol geser pons pada pile cap dapat menggunakan Persamaan berikut.

$$Vc1 = 0.17 \left(I + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \frac{\sqrt{f'c} x b o x d}{6} \quad (2.43)$$

$$Vc2 = 0.083 \left(\frac{\alpha s x d}{b o} + 2 \right) \frac{\sqrt{f'c} x b o x d}{6} \quad (2.44)$$

$$Vc3 = \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f'c} x b o x d \quad (2.45)$$

Dipilih nilai terkecil diantaranya dan harus memenuhi syarat $\phi V_c > P_u$



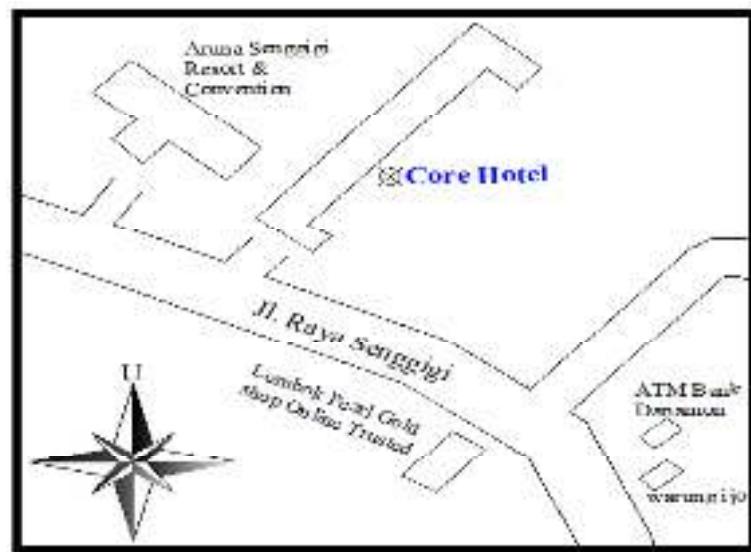
Gambar 2.23. Gaya geser pons pada pile cap

BABIII

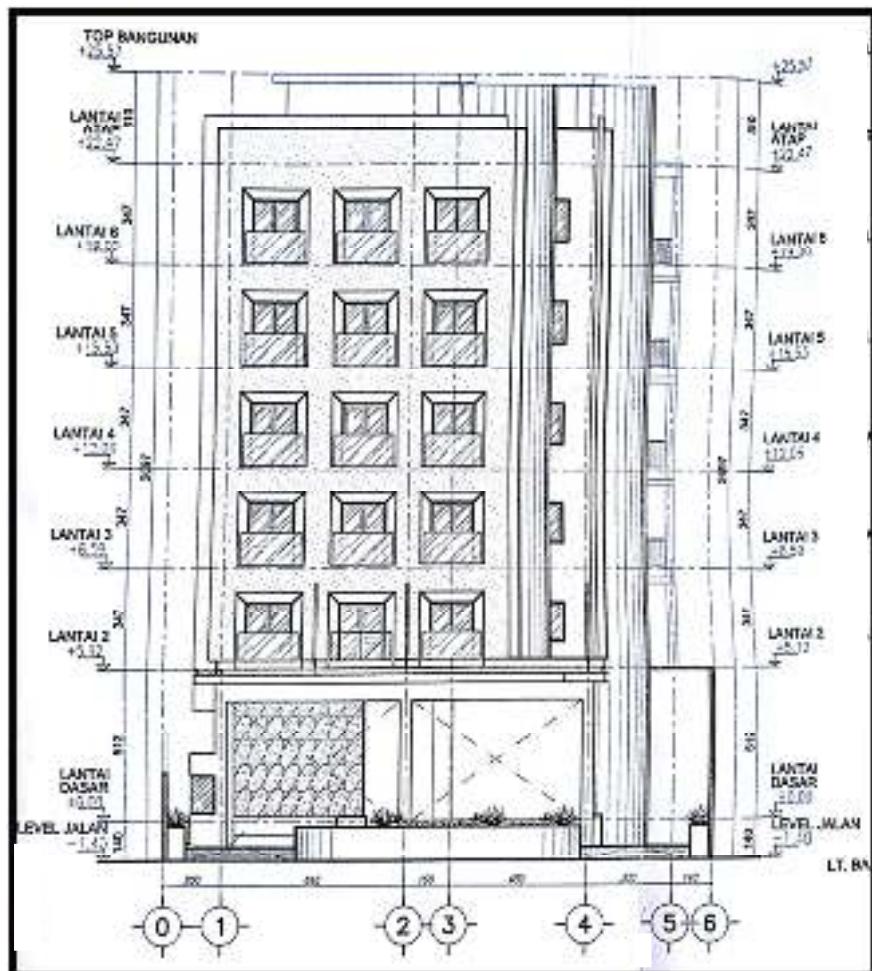
METODEPERENCANAAN

3.1 PemodelanStruktur

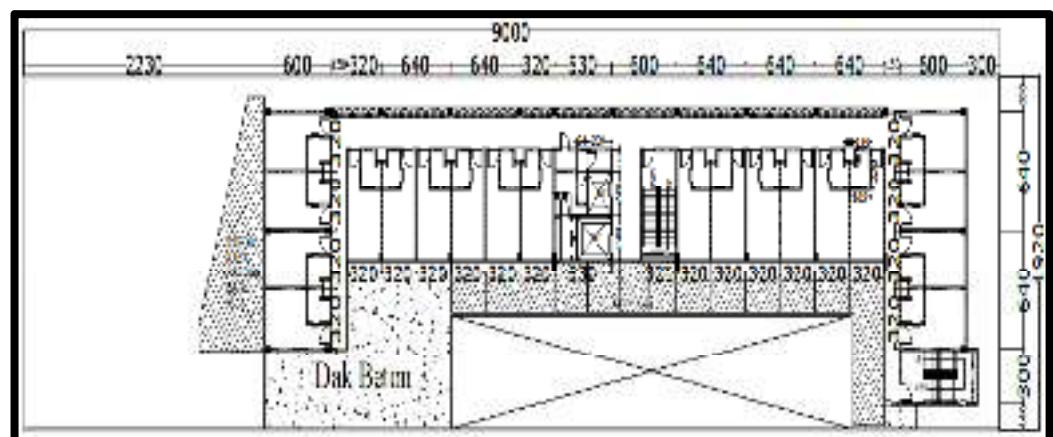
Strukturbangunan Core Hotel Lombok adalah struktur gedung yang simetris. Padakondisieksistingnyabangunangedunganimenggunakan sistem temporal dan rangkapemikulbeban lateral shear wall. Dalam perencanaan ini Gedung akan direncanakan menggunakan sistem struktur *flat slab* (Plat Tanpa Balok). Pemodelan struktur kondisi eksisting ditampilkan pada Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar3.1.SketLokasiCore HotelLombok



Gambar3.2.TampakDepanGedung



Gambar 3.3. Denah Gedung Core Hotel

3.2 Data Geometri Struktur

Pengerjaan dimulai dengan menggambar desain struktur bangunan pada program Etabs 2016 v 16.0.3. Tugas akhir ini akan merealisasikan struktur bangunan gedung Hotel 6 lantai dengan lokasi wilayah resikogempa. Data karakteristik geometri bangunan adalah sebagai berikut:

1. Bangunan dengan jenis tidak beraturan untuk fungsi Hotel 6 lantai.
2. Tinggi lantai basement adalah 2,85 meter, tinggi lantai dasar adalah 5,12 meter, kemudian tinggi lantai dua sampaianya adalah 3,47 meter, serta tinggi lantai atas adalah 3 meter dan total tinggi bangunan adalah 25,57 meter.
3. Struktur utama direncanakan dengan system *Flat Slab* dan *Shear Wall*. Konstruksikolom menggunakan struktur beton bertulang, pelat atap dan pelat lantai menggunakan pelat beton bertulang.
4. Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material beton bertulang yang mempunyai mutu f'c30 MPa untuk kolom, *flat slab*, *drop panel*, *shear wall* dan tegangan leleh yaitu fy 400 MPa. Pendefinisian material akan dilakukan pada program Etabs 2016 v 16.0.3.
5. Data tanah menggunakan data tanah di lapangan yaitu data sondir dan boring.

3.3. Pembebaan Struktur

Perencanaan pembebaan adalah pendefinisian beban-beban yang bekerja pada struktur sesuai SNI.

Struktur tersebut harus direncanakan kekuatan yang terhadap kombinasi beban-beban berikut:

1. Beban mati.
2. Beban hidup.
3. Beban gempa.

3.4. Analisis Data

3.4.1 Input data dan analisis struktur yang ditinjau

Pemodelan struktur tiga dimensi yang dianalisis dengan program Etabs 2016 v 16.0.3 diberikan *reinstrain* jelek pada perletakan struktur karena struktur bawah gedung se

pertipondasidianggapsebagaioperletakanjepit pada redesainstrukturnya,kemudianmenginputmutubahan(material) sepertimutubeton($f'c$) danmutubaja(fy).Setelahitumendefinisikandimensielemenstrukturkolom, flatslab, dan shear wall, selanjutnyastrukturdiberikanpembebanan(bebanmati, bebanhidupdanbebangempa)

lalupembanantersebutdikombinasikansesuaidenganpembananterfaktor.

Sehingga didapatgaya-

gayadalamdaristrukturyangdidesainberupagayageserdasar(*base shear*),*displacementmaksimum*,

momenlentur,dangayaaksial.Selanjutnyadaridatagaya-gaya dalamyang dihasilkanikutungunkuntukmendesaintulangan dan pendetailantulanganyang dibutuhkanstrukturkolom, *shearwall* dan*flat slab*.

Ada3(tiga)bagianutamadalammengoperasikansoftware*Etabs2016 v 16.0.3* dalamperencanaaniniantaralain:

1. Pemodelanstruktur
2. Pembebananstruktur
3. Analisisstruktur

Berikutpenjelasan tahapandalam proses mengoperasikan*Etabs2016 v 16.0.3*.

1. RedesainStruktur

Proses redesainstruktdilakukandenganmemasukkan data sekunderuntukmengoperasikan*Etabs2016 v 16.0.3*Langkah-langkahnya antaralain:

a. Pembuatangrid *lines* (geometristruktur)

*Grid lines*adalahpembuatangeometristrukturyang akandidesainsesuaidenganbentangdantinggidaristrukturrencana.Inimerupakantahapawaldalampengoperasian program.

b. Pendefinisan material struktur

Pada perencanaanini digunakanpenampangbetonbertulangyang sebelumnyatelahditentukanmaterialpenyusunnya sesuaidenganperencanaan. n. Material bajatulangandan beton pada *define materials* tidakmenyatutetapidibuatpendefinisansecaratersendirimisalnya pada

beton dibuat namamaterial BETON sedangkan untuk baja tulang dan dibuat dengan nama TULANGAN, sehingga pada saat *frame property* nantinya tinggal di definisikan material beton dan baja tulangan menggunakan MPa. Setelah material dimasukkan, kemudian data masukannya adalah dimensi struktur (kolom, *Shear Wall* dan pelat).

2. Pembebaan struktur

Sebelum melakukannya pembebaan pada struktur, terlebih dahulu definisikan beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, yang telah dihitung terlebih dahulu. Untuk analisis struktur diperlukan dua macam *load case* (pembebaan) statis dan dua pembebaan dinamis.

a. Pembebaan statis (beban mati dan hidup)

Penentuan beban mati dan hidup merupakan pendefinisian awal untuk meng tipe beban yang akan dikenakan pada struktur.

b. Pembebaan dinamik *Respon Spektrum Analysis*.

Dalam SNI-1726-2012 menjelaskan khusus tentang gempa, untuk menimbulkan arah pengaruh beban gempa yang sembarangan perludimodelkan arah pembebanan angempa *orthogonal*. Dari geometri struktur bisa ditetapkan arah Y adalah arah yang memberikan pengaruh terbesar. Sehingga arah pembebanan dapat dimodelkan sebagai berikut:

a. Beban gempa dinamis *respon spektrum Analysis* (Y): 100% untuk arah Y (B-T) dan 30% untuk arah X (U-S).

b. Selain arah pembebanan,

dalam analisis beban gempa dinamis dimasukkan juga data jenistanah, zona wilayah gempa, faktor keutamaan struktur (I), faktor reduksi gempa (R), Massa titik, titik berat dan titik kekakuan.

3. Analisis struktur

Tahapan analisis struktur merupakan tahap akhir dari proses mengoperasikan program, artinya setelah data yang telah di definisikan bisa langsung dianalisis. Hasil analisisnya adalah *displacement*, gaya geser dasar dan gaya dalam struktur yang didesain.

3.4.2 Outputdata dari struktur yang dianalisis

Pada

tahapan ini adalah membuat tabel sifat dan analisis struktur berupa *displacement* maksimum, gaya geser dasar maksimum dan gaya dalam dari *Spektrum Respons*. Data tersebut akan digunakan untuk merancang Struktur Sistem *flat slab* dan dinding geser pada struktur gedung *Core Hotel Lombok* yang terletak pada wilayah resiko gempa.

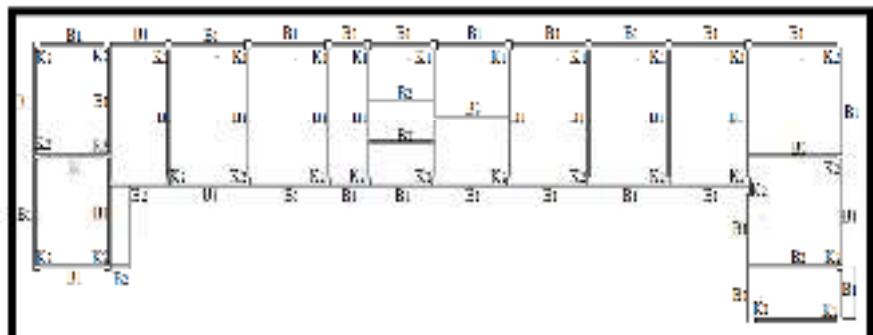
Sebelum merencanakan elemen struktur terlebih dahulu harus terpenuhi hasil dari analisis strukturyang akanditabulasi. Hasil ini adalah berupa gaya geser dasar maksimum dari responden dinamik struktur akibat pembebaan gempa dan kinerja batas layan struktur, yang ditinjau dari *displacement* struktur. Jika gaya geser dasar struktur belum terpenuhi, artinya belum melebihi 80%

gayageserragampertamamakadilakukananalisisulangdenganfaktorskelayangditentuk
andalamSNI yang berlaku.

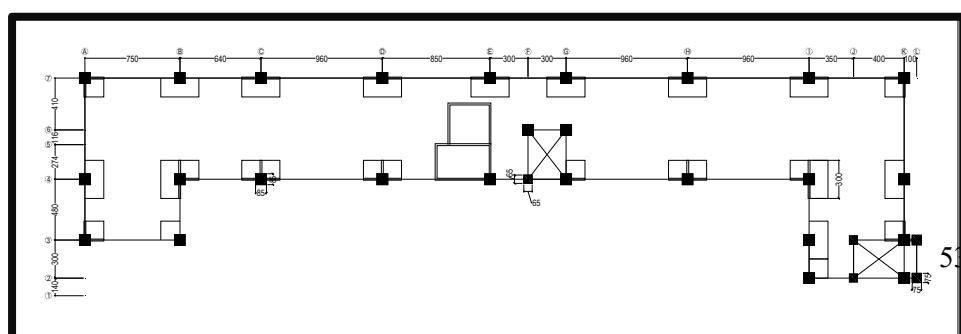
3.5 Perencanaan Elemen Struktur

3.5.1 DesainRencana

a. Denah



Gambar 3.4.Denaheksisting



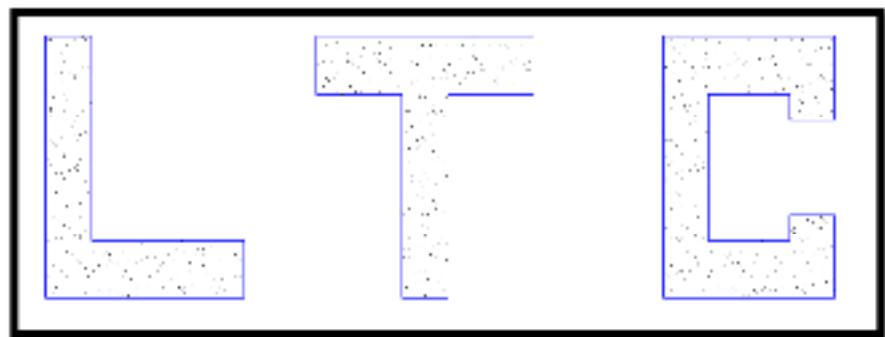
Gambar 3.5.DenahRencana

dengan:

- | | | | |
|-----|-----------------------|-----|-----------------------|
| -K1 | : Kolom 85 cm x 85 cm | -B1 | : Balok 50 cm x 90 cm |
| -K2 | : Kolom 75 cm x 75 cm | -B2 | : Balok 75 cm x 40 cm |
| -K3 | : Kolom 65 cm x 65 cm | -B3 | : Balok 50 cm x 25 cm |

b. PemilihanTipeDindingGeser

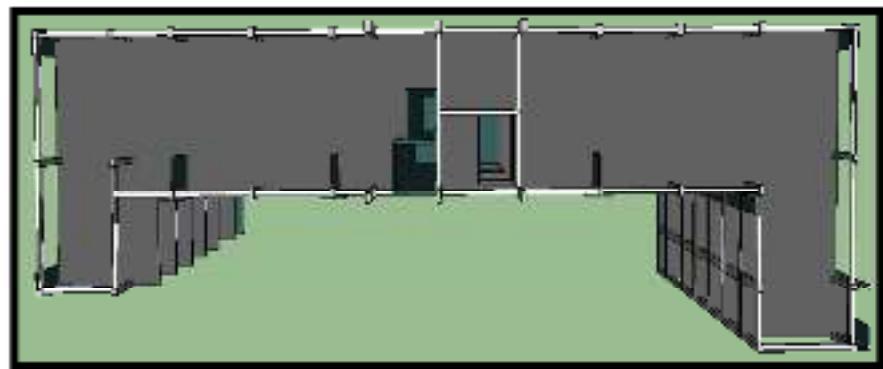
Dindinggeser yang digunakan pada perencanaan*Core hotel* :



Gambar 3.6.TipeDindingGeser



Gambar 3.7.DenahDindingGeser



Gambar 3.8.DindingGeserTipe L, T, dan Tube



Gambar 3.9.SketsaDindingGeserTipe L, T, dan Tube

Dindinggeser yang digunakan yaitu *frame walls* dan *core walls* serta tipe L, T, dan *Tube*. Dinding geser tersebut digunakan karena namanya membangun bentuk Gedung *Core* *Hotel* sebelumnya, agar tidak mengurangi fungsi atau nilai bangunan tersebut.

c. Pendimensiandindinggeser

Dalam pendimensian struktur dinding geser digunakan standar nasional Indonesia (SNI) 2847-2013 pasal 14.5.3.1, yang menyebutkan bahwa ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang dari 1/25

tinggiatau Panjang bagiandindingditopangsecara lateral, diambil yang terkecil dan tidakbolehkurangdari 100.

3.5.2 Perencanaan Plat

Langkah-langkahperencanaan plat adalah :

- a. Menentukansyarat-syaratbatas, tumpuan, dan panjangbentang
- b. Menentukantebalpelat
- c. Menghitungpembebanan
- d. Menghitungpenulangan

3.5.3 Perencanaan Portal Struktur

Langkah-langkahperencanaan portal strukturadalahsebagaberikut:

- a. Menentukandimensipelat dan kolom
- b. Menghitungpembebananpadaportal
- c. Menghitungstatikadenganbantuan program
- d. Menghitungpenulanganpelat
- e. Menghitungpenulangankolom

3.5.4 PerencanaanPondasi

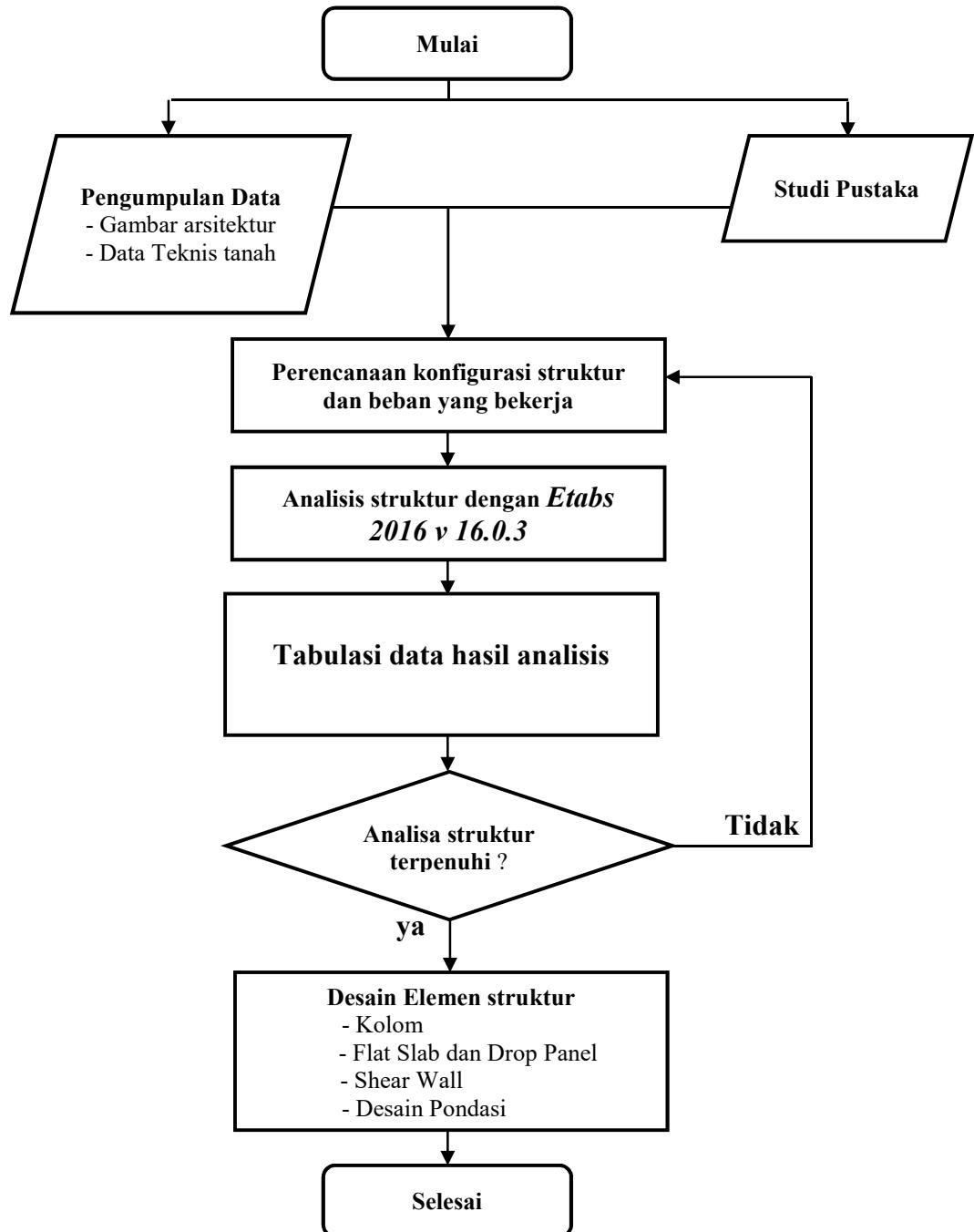
Langkah-

langkahperencanaanpondasiyangdirencanakanmengunkantiangpancahdalahs ebagaiberikut:

- a. Menganaliskarakteristiktanah
- b. Menghitungpembebananuntukmenentukandayadukungbatastanah
- c. Menentukanjenistiangpancahd
- d. Menghitungdayadukungindividual tiangpancahd
- e. Menghitungdayadukungkelompoktiangpancahd

3.6 Bagan Alir Perencanaan

Untuk lebih jelasnya proses perencanaan, berikut ini disajikan diagram alir perencanaan



Gambar 3.10. Bagan Alir Perencanaan

