

SKRIPSI
STUDI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG
HOTEL GOLDEN TULIP DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM
PELAT LANTAI DATAR (*FLAT PLATE*)

Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi
Pada Program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Mataram



DISUSUN OLEH :

AZALMNI AGUNG

416110070

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

2020

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**STUDI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GOLDEN TULIP
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PELAT LANTAI DATAR (*Flat Plate*)**

Disusun Oleh:

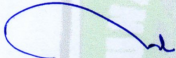
AZLAMNI AGUNG

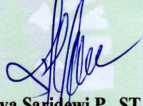
416110070

Mataram, 8 AGUSTUS 2020

Pembimbing I,


Pembimbing II,


Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc. (Eng)
NIDN.0027107301


Mava Saridewi P., ST., MT.
NIDN.0820098001

**Mengetahui,
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,


Dr. Eng. M. Islam Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

SKRIPSI

**STUDI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GOLDEN TULIP DENGAN
MENGUNAKAN SISTEM PELAT LANTAI DATAR (*Flat Plate*)**

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

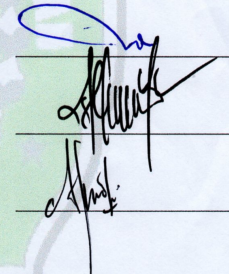
AZLAMNI AGUNG
416110070

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari jum'at, 14 agustus 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji


1. Penguji I : Dr. Eng. Haryadi, ST., MT
2. Penguji II : Maya Saridewi p, ST., MT
3. Penguji III : Agustini Ernawati, ST., M.Tech



Mengetahui,

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK**

Dekan,


Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*Studi Perancangan Struktur Gedung Hotel Golden Tulip dengan menggunakan system pelat lantai datar (flat plate)*" adalah benar merupakan karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat atau disebut plagiatisme.
2. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tugas akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis dalam sumbernya secara jelas dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidak benaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Mataram, Agustus2020

Pembuat pernyataan,



AZLAMNI AGUNG

NIM : 416110070



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN BEBAS
PLAGIARISME

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

Nama : AZLAMNI AGUNG
NIM : 416110070
Tempat/Tgl Lahir : Dasan Agung, 03 September 1997
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : Agung.a.lamni@gmail.com / 085337850416
Judul Penelitian : -

STUDI PERANCANGAN STRUKTUR SEDUNG HOTEL GOLDEN TULIP
DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PELAT LANTAI DATAR (Flat plate)

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 45 ea

Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian dari karya ilmiah dari hasil penelitian tersebut terdapat indikasi plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Mataram.

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

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 20 Agustus 2020

Penulis

MATERAI
TEMPEL
EB416AHF596722480
6000
ENAM RIBU RUPAH
AZLAMNI AGUNG
NIM. 416110070

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat
 Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906
 Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN
 PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : AZLAMNI ASUNG
 NIM : 416110070
 Tempat/Tgl Lahir : Dasan Agung, 03 September 1997
 Program Studi : TEKNIK SIPIL
 Fakultas : TEKNIK
 No. Hp/Email : Agungazlamni@gmail.com / 085 337 850 416
 Jenis Penelitian : Skripsi KTI

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

STUDI PERANCANGAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL GOLDEN TULIP
 DENGAN MENGGUNAKAN SISTEM PELAT LANTAI DATAR (flat plate)

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 25 Agustus 2020

Penulis



AZLAMNI ASUNG
 NIM. 416110070

Mengetahui,
 Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT



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

MOTTO

*“Jangan hanya ingin menggapai sebuah cita-cita, tapi berdiri tegaplah diatas
cita-cita. Ikhtiar dan yakinlah bahwa Allah senantiasa bersama kita“*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas segala berkat, bimbingan dan karunia-Nya, sehingga penyusun Tugas Akhir dengan judul “Studi Perancangan Struktur Gedung Hotel Golden Tulip dengan menggunakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*)“ dapat terselesaikan, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada :

1. Dr. H. Arsyad Abd Gani, M.Pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Dr. Eng. M. Islamy Rusyda, ST., MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Titik Wahyuningsih, S.T.,M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Dr. Eng. Hariyadi, ST., M.Sc (Eng). selaku Dosen Pembimbing Utama.
5. Maya Saridewi P., ST.,MT. selaku Dosen Pembimbing Pendamping.
6. Seluruh staf dan pegawai sekertariat Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya dan masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu pendapat dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan untuk kelancaran penelitian dan penyempurnaan penulisan selanjutnya. Akhir kata semoga karya ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Mataram, 9 Agustus 2020

Penulis,

AZLAMNI AGUNG

NIM : 416110070

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
LEMBAR PERNYATAAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
ABSTRAK	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Lingkup Pembahasan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Sistem Pelat Dua Arah	5
2.3 Metode Perencanaan Langsung	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Tinjauan Umum	8
3.2 Sistem Pelat Lantai Datar (<i>flat Plate</i>)	8

3.2.1	Kelebihan pelat lantai datar (<i>flat plate</i>)	9
3.3	Pembebanan	10
3.3.1	Ketentuan perencanaan pembebanan	10
3.3.2	Kriteria pembebanan	10
3.3.2.1.	Beban mati (<i>dead load</i>)	13
3.3.2.2.	Beban hidup (<i>live load</i>)	14
3.3.2.3.	Beban angin (<i>Wind load</i>)	18
3.3.2.4.	Beban gempa (<i>Earthquake</i>)	22
3.3.3	Arah beban gempa	39
3.3.3.1.	Arah kriteria pembebanan	39
3.3.3.2.	Kategori seismik B	39
3.3.3.3.	Kategori seismik C	39
3.3.3.4.	Kategori desain seismik D sampai F	40
3.3.4	Kombinasi beban terfaktor	41
3.4	Simpangan antar lantai tingkat ijin	41
3.5	Faktor reduksi kekuatan	41
3.6	Dasar – dasar perencanaan beton bertulang	43
3.6.1	Asumsi perencanaan	43
3.7	Pelat lantai konvensional	44
3.7.1	Persyaratan lentur pelat lantai	48
3.7.1.1	Tebal minimum pelat	48
3.7.1.2	Tulangan pelat	52
3.7.1.3	Metode koefisien momen	54
3.8	Kolom	56
3.8.1	Batas tulangan komponen struktural	57
3.8.2	Panjang tekuk kolom	58
3.8.3	Perencanaan kolom	59
3.8.4	Kolom pendek	61
3.8.4.1	Kekuatan kolom pendek dengan beban sentris	61
3.8.4.2	Kekuatan kolom pendek dengan beban uniaxial	61
3.8.5	Kolom panjang	66

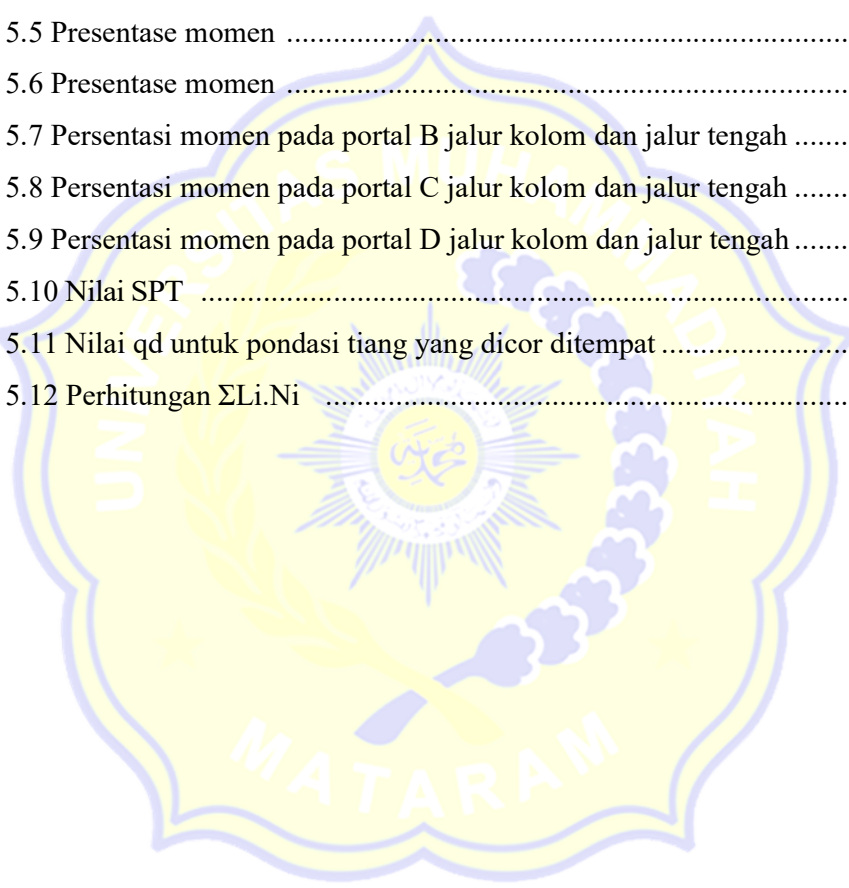
3.8.5.1 Faktor pembesaran untuk kolom panjang	67
3.8.6 Penulangan geser kolom	68
3.9 Pondasi	70
3.9.1 Kapasitas geser	72
BAB IV METODE PERENCANAAN	77
4.1 Peta lokasi	77
4.2 Deskripsi model struktur	77
4.3 Pengumpulan data	78
4.3.1 Data umum bangunan	78
4.3.2 Pemodelan struktur	78
4.3.3 Data bahan	79
4.3.4 Data tanah	79
4.3.5 Pembebanan	79
4.3.6 Analisa struktur dengan menggunakan <i>ETABS V.18</i>	80
4.3.6.1 Proses input data	80
4.3.6.2 Proses output data	81
4.4 Perencanaan struktur	81
4.4.1 Perencanaan pelat lantai	81
4.4.2 Perencanaan kolom	81
4.4.3 Perencanaan pondasi	82
4.5 Bagan alur perencanaan	83
BAB V ANALISIS DAN PERANCANGAN	90
5.1 Umum	90
5.2 Data masukan	90
5.3 Desain struktur	90
5.3.1 Desain pelat	90
5.3.2 Kolom	92
5.4 Pembebanan	94
5.4.1 Beban mati (D)	94

5.4.1.1	Beban mati <i>structural</i>	94
5.4.1.2	Beban mati tambahan	94
5.4.2	Beban hidup (L)	95
5.4.3	Beban air hujan (R)	95
5.4.4	Beban angin (W)	95
5.4.5	Beban gempa (E)	98
5.5	Perencanaan struktur	102
5.5.1	Penulangan pelat lantai datar (<i>flat plate</i>)	102
5.5.2	Perhitungan pembebanan pelat lantai datar (<i>flat plate</i>)	103
5.5.3	Kontrol geser	103
5.5.4	Perhitungan penulangan pelat A	104
5.6	Hitungan tulangan pelat	128
5.7	Penulangan kolom	189
5.8	Pondasi	197
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		213
6.1	Kesimpulan	213
6.2	Saran	214
DAFTAR PUSTAKA		215
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tebal minimum pelat tanpa balok <i>interior</i>	6
Tabel 3.1 Berat sendiri bahan bangunan komponen gedung	11
Tabel 3.2 Berat sendiri untuk komponen gedung	12
Tabel 3.3 Beban hidup pada lantai gedung	15
Tabel 3.4 Koefisien reduksi beban hidup	17
Tabel 3.5 Koefisien reduksi beban hidup komulatif	18
Tabel 3.6 Koefisien angin	19
Tabel 3.7 Kategori resiko bangunan gedung	23
Tabel 3.8 Faktor keutamaan gempa	26
Tabel 3.9 Klasifikasi situs	27
Tabel 3.10 Koefisien situs F_a	29
Tabel 3.11 Koefisien situs F_v	30
Tabel 3.12 Spectrum respon	32
Tabel 3.13 Kategori desain seismik percepatan periode pendek	35
Tabel 3.14 Kategori desain seismik percepatan periode 1 detik	35
Tabel 3.15 Faktor R , C_d dan Ω_0 untuk system gaya gempa	37
Tabel 3.16 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x	37
Tabel 3.17 Koefisien untuk batas atas pada periode yang dihitung	38
Tabel 3.18 Simpangan antar lantai ijin Δ_a	43
Tabel 3.19 Tebal minimum pelat	48
Tabel 3.20 Batas lendutan pelat	49
Tabel 3.21 Persyaratan tulangan susut dan suhu untuk pelat	50
Tabel 3.22 Tebal minimum pelat tanpa balok dalam	51
Tabel 3.22 Tebal minimum pelat tanpa balok dalam	51
Tabel 3.23 Nilai α_{min}	54
Tabel 3.24 Nilai Faktor-faktor momen untuk mendistribusikan M_0	55
Tabel 3.25 Prosentase momen	55
Tabel 3.26 Prosentase momen	56
Tabel 3.27 Prosentase momen jalur kolom dan jalur tengah	56

Tabel 3.28 Nilai SPT	75
Tabel 3.29 Nilai q_d untuk pondasi tiang yang dicor ditepat	76
Tabel 3.30 Perhitungan $\Sigma Li.Ni$	76
Tabel 5.1 Dimensi kolom	92
Tabel 5.2 <i>Spectrum</i> respon (S_a)	101
Tabel 5.3 Harga-harga yang disyaratkan untuk $\delta_s = 1.0$	106
Tabel 5.4 Distribusi momen di arah longitudinal	108
Tabel 5.5 Presentase momen	111
Tabel 5.6 Presentase momen	112
Tabel 5.7 Persentasi momen pada portal B jalur kolom dan jalur tengah	115
Tabel 5.8 Persentasi momen pada portal C jalur kolom dan jalur tengah	116
Tabel 5.9 Persentasi momen pada portal D jalur kolom dan jalur tengah	116
Tabel 5.10 Nilai SPT	199
Tabel 5.11 Nilai q_d untuk pondasi tiang yang dicor ditempat	200
Tabel 5.12 Perhitungan $\Sigma Li.Ni$	201



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pelat dua arah	4
Gambar 2.2 Pelat lantai datar (<i>flat plate</i>)	5
Gambar 3.1 Jenis-jens pelat	9
Gambar 3.2 Spektrum respons desain	33
Gambar 3.3 Portal Kaku ekivalen perencanaan pelat <i>flat plate</i>	46
Gambar 3.4 Portal jalur kolom dan jalur tengah	47
Gambar 3.5 Jenis – jenis pelat	47
Gambar 3.6 Diagram tegangan dan regangan kolom	57
Gambar 3.7 Tegangan gaya – gaya kolom	62
Gambar 4.1 Lokasi hotel golden tulip	77
Gambar 4.2 Bagan alir struktur	83
Gambar 4.3 Analisa dan desain <i>ETABS V.18</i>	84
Gambar 4.4 Analisa dan desain <i>ETABS V.18</i>	86
Gambar 4.5 <i>Displacement</i> Maksimum dan Gaya-gaya dalam	87
Gambar 4.6 <i>Displacement</i> Maksimum dan Gaya-gaya dalam	88
Gambar 4.7 <i>Displacement</i> Maksimum dan Gaya-gaya dalam	89
Gambar 5.1 Tipe pelat	91
Gambar 5.2 Denah struktur gedung	93
Gambar 5.3 Model 3d struktur gedung	93
Gambar 5.4 Desain spectra Hotel Golden Tulip Mataram.....	98
Gambar 5.5 Respon spektrum	102
Gambar 5.6 Portal kaku ekivalen perencanaan pelat <i>flat plate</i>	104
Gambar 5.7 Pembagian jalur kolom dan jalur tengah	112
Gambar 5.8 Hasil Uji Sondir pada 6 Titik	197
Gambar 5.9 Hasil Uji N_{spt} Sampai Kedalaman 21 m	198
Gambar 5.10 Jumlah tiang pancang yang digunakan	202

DAFTAR NOTASI

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

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

ρ_b	: Rasio tulangan penampang kondisi <i>balance</i>
ρ_{max}	: Rasio tulangan maksimum yang diijinkan
ρ_{min}	: Rasio tulangan minimum yang diijinkan
λ	: faktor modifikasi
Δ	: defleksi, mm
ϕ	: Faktor reduksi kekuatan
Ψ	: Faktor kekangan ujung



ABSTRAK

Flat plate (pelat datar) adalah pelat beton pejal dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok atau kepala kolom atau *drop panel*. *Flat plate* dapat dibuat dengan cepat karena bekisting dan susunan tulangan yang sederhana.

Flat plate direncanakan dengan dimensi 7300x6000 mm sebanyak 18 panel dengan dimensi yang berbeda-beda, ketebalan pelat 200 mm dengan mutu beton 30 MPa, mutu tulangan 400 MPa dan berdasarkan ketentuan pada SNI 1727;2013 dan SNI 2847;2013. Analisis *flat plate* menggunakan metode perencanaan langsung, dan program ETABS V.18.

Perhitungan momen dapat menjadi acuan untuk merencanakan tulangan sehingga perlu adanya analisis dari sistem *flat plate* ini untuk mengetahui kekuatan pelat. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, flat plate mampu untuk menahan momen lentur dan gaya geser yang terjadi. Momen lapangan yang terjadi pada *flat plate* lebih besar dibandingkan dengan sistem pelat yang lainnya, dikarenakan tidak adanya balok dan tambahan drop panel atau kepala kolom.

Kata kunci: *Flat plate*, Metode perencanaan langsung, ETABS V.18, Hotel Golden Tulip Mataram.



Nama : azlamni agung

Nim : 416110070

judul : studi perancangan struktur gedung hotel golden tulip dengan menggunakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*)

**STUDY ON THE DESIGN OF THE GOLDEN TULIP HOTEL BUILDING
STRUCTURE USING A FLAT FLOOR PLATE SYSTEM.**

AZLAMNI AGUNG

ABSTRAK

The flat plate is a solid concrete plate with even thickness that transfers the load directly to the supporting column without the help of beams or column heads or drop panels. Flat plates can be made quickly because of the simple formwork and reinforcement.

The flat plate was designed with dimensions of 7300x6000 mm as many as 18 panels with different dimensions, and plate thickness was 200 mm with the concrete quality was 30 MPa, reinforcement quality was 400 MPa, and based on the provisions of SNI 1727; 2013 and SNI 2847; 2013. The flat plate was analyzed by using direct planning methods and the ETABS V.18 program.

The moment calculation can be used as a reference for planning the reinforcement. So, it is necessary to have an analysis of this flat plate system to determine the strength of the plate. Based on the results, the flat plate was able to withstand the bending moments and shear forces that occurred. The field moment that happened in the flat plate was higher than other plate systems, due to the absence of beams and additional drop panels or column heads.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Struktur bangunan gedung terdiri dari beberapa komponen meliputi pelat, balok anak, balok induk, kolom dan pondasi. Struktur pelat merupakan salah satu elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Realisasi struktur pelat dapat dijumpai dalam gedung berupa pelat lantai ataupun pelat atap, jembatan dan pelabuhan.

Pelat merupakan struktur bidang yang lurus (datar atau tidak melengkung) yang tebalnya jauh lebih kecil dibanding dengan dimensinya yang lain. Ditinjau dari segi statika, kondisi tepi pelat bisa bebas (*free*), bertumpuan sederhana (*simply supported*) dan jepit, termasuk tumpuan elastis dan jepit elastis atau dalam beberapa hal dapat berupa tumpuan titik/ terpusat. Beban statis atau dinamis yang dipikul oleh pelat umumnya tegak lurus permukaan pelat.

Flat plate (pelat datar) adalah pelat beton pejal dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok atau kepala kolom atau *drop panel*. *Flat plate* dapat dibuat dengan cepat karena bekisting dan susunan tulangan yang sederhana. Pelat ini memerlukan tinggi lantai terkecil untuk memberikan persyaratan tinggi ruangan dan memberikan fleksibilitas terbaik dalam susunan kolom dan partisi. Pelat ini juga memberikan sedikit penghalang untuk pencahayaan dan ketahanan api yang tinggi karena hanya ada sedikit sudut-sudut tajam dimana pengelupasan beton dapat terjadi. *Flat plate* mungkin merupakan sistem pelat yang paling umum dipakai saat ini untuk hotel beton bertulang bertingkat banyak, hotel, apartemen, rumah sakit, dan asrama. Dalam tugas akhir ini akan di analisa “ **Perancangan Struktur Gedung Hotel Golden Tulip dengan Menggunakan Sistem Pelat Lantai Datar (*Flat plate*)** “ sebagaimana keseluruhan beban pada pelat di salurkan oleh sistem lantai pada arah melintang dan membujur menuju ke kolom sehingga dapat menyebabkan suatu keadaan dimana kolom akan menembus pelat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah mengetahui hasil perancangan struktur gedung hotel golden tulip dengan menggunakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*).

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan alternatif perancangan struktur pelat lantai menggunakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*) dan memahami bagaimana merencanakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*).

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat merencanakan struktur gedung Hotel Golden Tulip dengan menggunakan sistem pelat lantai datar (*flat plate*).
2. Memberikan referensi mengenai analisis sistem pelat lantai datar (*flat plate*).
3. Dapat dijadikan solusi dalam mengurangi jumlah balok sehingga dapat memberi ruang yang cukup luas.

1.5 Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasan dalam studi kasus ini adalah :

1. Bangunan yang dimodelkan adalah bangunan hotel golden tulip mataram yang memiliki jumlah lantai sebanyak 11 lantai.
2. *Software* permodelan menggunakan aplikasi *ETABS V.18* permodelan dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya dalam secara otomatis yang selanjutnya dari data tersebut dapat dirancang kebutuhan dimensi elemen strukturnya.
3. Perencanaan Struktur Hotel Golden Tulip meliputi pondasi, plat, dan kolom.
4. Struktur pelat yang ditinjau merupakan *flat plate* tanpa balok dan tidak ada *drop panel*.

5. Untuk perancangan pelat lantai, pembebanan yang ditinjau adalah beban tetap yang merupakan gabungan beban mati dan beban hidup, sedangkan beban sementara dan beban khususnya diabaikan pengaruhnya terhadap sistem pelat lantai ini. Hal ini diambil untuk mempermudah perhitungan karena beban sementara dan beban khususnya dianggap dapat diterima oleh bagian struktur yang lain.
6. Pembebanan di hitung berdasarkan SNI 1727-2013, untuk perencanaan struktur beton berdasarkan SNI 2847-2013, dan analisa pengaruh gempa berdasarkan SNI 1726-2012.
7. Pengaruh *vibrasi* pada pelat tidak diperhitungkan.
8. Perencanaan tidak meliputi instalasi *mekanikal elektrik* dan *plumbing*.
9. Untuk analisis struktur pelat lantai datar (*flat plate*) Metode yang digunakan adalah metode perencanaan langsung (*direct design method*).
10. Tidak meninjau dari segi metode pelaksanaan, analisa biaya, arsitektural, dan manajemen konstruksi.



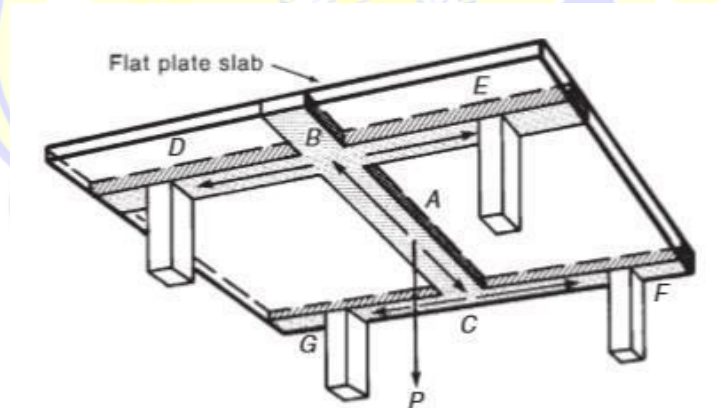
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Pelat adalah elemen struktur datar yang memiliki ketebalan yang lebih kecil dari dimensi lainnya. Pelat berdasarkan mekanisme *transfer* beban terdiri dari pelat satu arah dan pelat dua arah.

Pada struktur pelat satu arah beban disalurkan ke balok kemudian beban disalurkan ke kolom. Jika balok menyatu dengan ketebalan pelat itu sendiri, menghasilkan sistem ditunjukkan beban ditransfer dalam dua arah pada gambar 2.1 beban di A ke B dan C oleh satu jalur pelat, kemudian dari B ke D dan E, dan menuju ke pelat lainnya.

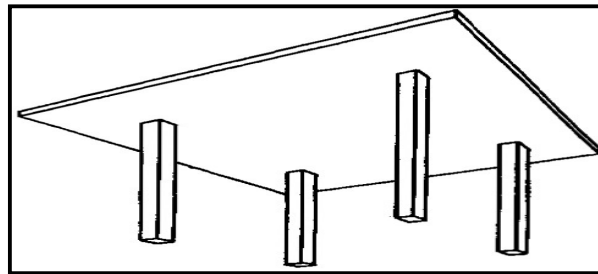


Gambar 2.1 Pelat Dua Arah

Sumber: Planning, 2011

Pelat dua arah adalah sistem struktur yang efisien, ekonomis, dan luas. Dalam prakteknya, pelat dua-arah mempunyai berbagai macam bentuk. Untuk beban yang relatif ringan, contohnya apartemen atau gedung beraturan, digunakan

flat plate. Seperti pada gambar 2.2 yaitu pelat dengan tebal merata yang disokong kolom.



Gambar 2.2 Pelat Lantai Datar (*Flat Plate*)

Sumber : Sanjaya, 2018

2.2 Sistem Pelat Dua Arah

Menurut SNI 2847 2013 tebal minimum pelat yang di desain sesuai dengan Pasal 9.5 harus seperti yang diisyaratkan.

Untuk pelat tanpa balok interior yang membentang di antara tumpuan dan mempunyai rasio bentang panjang terhadap bentang pendek yang tidak lebih dari 2, tebal minimumnya harus memenuhi ketentuan Tabel 2.1. dan tidak boleh kurang dari nilai berikut :

- a) Dengan panel drop (*drop panel*) seperti yang digunakan untuk mengurangi jumlah tulangan momen negatif pada kolom atau tebal pelat perlu minimum maka tebal pelat adalah 100 mm.
- b) Sedangkan jika menggunakan tanpa panel drop (*drop panel*) tebal pelat adalah 125 mm.

Tabel 2.1. Tebal minimum pelat tanpa balok *interior*

Tegangan leleh f_y MPa	Tanpa penebalan		Dengan Penebalan			
	Panel eksterior	Panel <i>interior</i>	Panel <i>Eksterior</i>		Panel <i>Interior</i>	
			Tanpa balok Pinggir	Dengan balok pinggir		Tanpa balok Pinggir
280	ln / 33	ln / 36	ln / 36	ln / 36	ln / 40	ln / 40
420	ln / 30	ln / 33	ln / 33	ln / 33	ln / 36	ln / 36
520	ln / 28	ln / 31	ln / 31	ln / 31	ln / 34	ln / 34

Sumber : Tata Cara Perhitungan Bangunan Gedung SNI 2847 2013

2.3 Metode Perencanaan Langsung (*Direct Design Method*)

Pada peraturan perhitungan tata cara perhitungan struktur bangunan gedung SNI 2847 2013 memberikan dua alternatif dalam melakukan analisis dan perencanaan sistem pelat dua arah yaitu Metode Perencanaan Langsung (*Direct Design Method*) dan Metode Rangka Ekuivalen (*Equivalent Frame Method*).

1. Batasan-batasan metode perencanaan langsung berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 13.16.11 :
 - a) Minimum harus ada tiga bentang menerus dalam masing-masing arah.

- b) Panel pelat harus berbentuk persegi dengan rasio antara bentang yang lebih panjang terhadap bentang yang lebih pendek tidak lebih dari 2.
- c) Panjang bentang yang berurutan pusat ke pusat tumpuan dalam masing-masing tidak boleh berbeda dengan lebih dari sepertiga bentang yang lebih panjang.
- d) Pergeseran (*offset*) kolom maksimum sebesar 10 persen dari bentangnya (dalam arah pergeseran) dari sumbu antara garis-garis pusat kolom yang berurutan diizinkan.
- e) Semua beban harus akibat gravitasi saja dan didistribusikan merata pada panel keseluruhan. Beban hidup tak terfaktor tidak boleh melebihi 2 kali beban mati tak terfaktor.
- f) Untuk suatu panel pelat dengan balok di antara tumpuan pada semua sisinya, kekakuan relatif balok dalam dua arah yang tegak lurus. Dapat dihitung dengan persamaan 2-1 dan persamaan 2-2.

$$2 \leq \frac{\alpha_{f1} I_b}{\alpha_{f2} I_s} \leq 5,0 \quad (2-1)$$

dengan α_{f1} dan α_{f2} dihitung sesuai persamaan

$$\alpha_f = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cs} I_s} \quad (2-2)$$

dengan :

α_{f1} : Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat dalam arah l_1 .

α_{f2} : Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar pelat dalam arah l_2 .

E_{cb} : Modulus elastisitas beton.

E_{cs} : Modulus elastisitas pelat beton.

BAB III

LANDASAN TEORI

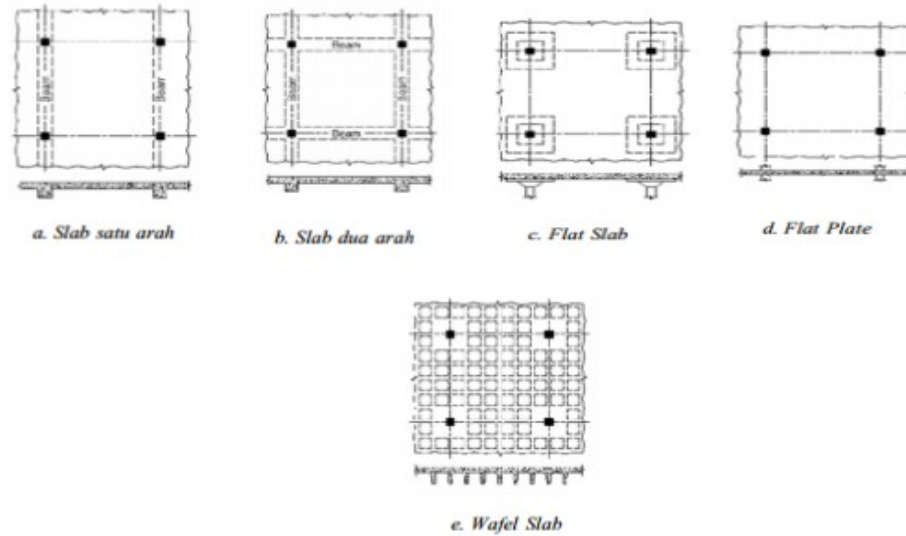
3.1 Tinjauan Umum

Pelat lantai pada bangunan bertingkat merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan berfungsi sebagai tumpuan/berpijak bagi penghuni yang ada di atasnya. Pelat lantai umumnya mempunyai ketebalan yang ukurannya *relative* sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga sifat kaku dari pelat sangat kurang. Kekakuan yang kurang ini akan mengakibatkan *defleksi* atau lendutan dari pelat menjadi besar. (Puspantoro, 1993)

3.2 Sistem Pelat Lantai Datar (*Flat Plate*)

Dalam sistem ini, pelat lantai didukung langsung oleh kolom, tanpa adanya balok pengaku, kecuali balok sisi (*optional*). Pelat biasanya memiliki ketebalan seragam sekitar 125-250 mm untuk bentang 4,5-6 m. Kapasitas pemikul bebannya dibatasi oleh kuat geser dan kapasitas momen pada kolom pendukung. Sistem ini biasanya disenangi karena memiliki nilai arsitektural yang tinggi, dan biasanya digunakan di negara-negara berkembang (hotel maupun *apartment*), dimana beban lantai masih rendah dan bentang tidak terlalu lebar.

Ditinjau dari umur teori, konstruksi dan pemakaiannya sudah banyak digunakan pada gedung-gedung di Indonesia, struktur Pelat lantai datar (*flat plate*) ini bukanlah sistem struktur yang baru, tetapi sifat kaku dan kelebihan, struktur Pelat lantai datar (*flat plate*) ini dapat mendukung system perancangan arsitektur yang menghendaki variasi bentuk pelat atau plafonnya. Umumnya Pelat lantai datar (*flat plate*) menggunakan bahan dari konstruksi beton bertulang dengan ketebalan pelat yang tipis dan pemakaian tulangan yang lebih hemat. Lihat pada Gambar 3.1(d)



Gambar 3. 1 Jenis-Jenis Pelat

Sumber : Setiawan, 2016

3.2.1 Kelebihan Pelat Lantai Datar (*flat plate*)

Beberapa keuntungan dari system Pelat lantai datar (*flat plate*) adalah :

1. Fleksibilitas terhadap tata ruang.
2. Tidak adanya balok-balok disepanjang garis kolom.
3. Kemudahan dalam pemasangan instalasi mechanical dan electrical.
4. Menghemat tinggi bangunan.
5. Tinggi ruang bebas lebih besar dikarenakan tidak adanya penerangan akibat balok dan komponen pendukung struktur lainnya.
6. Pemakaian tulangan plat bisa dengan tulangan fabrikasi.
7. Waktu pengerjaan yang relatif lebih pendek dari penggunaan balok konvensional biasa, karena hal ini dapat dilihat dari proses pembuatan dimana pengecoran plat dapat langsung dilakukan tanpa mengecor balok terlebih dahulu.
8. Secara arsitektural lebih bagus.

3.3 Pembebanan

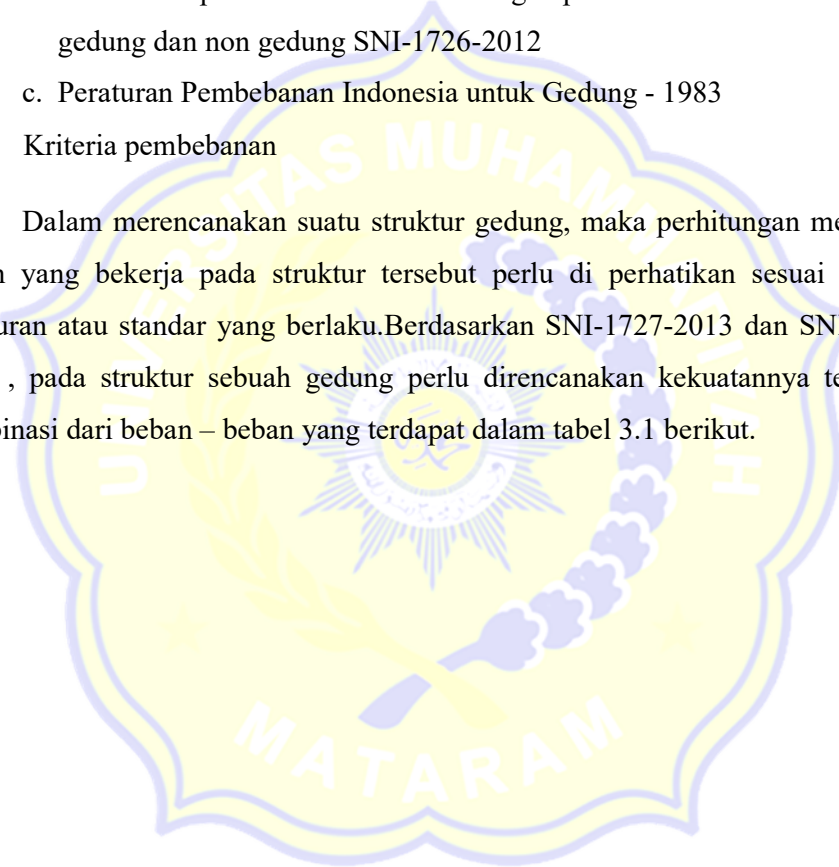
3.3.1 Ketentuan perencanaan pembebanan

Dalam perencanaan hotel Golden Tulip ini digunakan beberapa acuan standar pembebanan sebagai berikut :

- a. Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan Struktur lain SNI-1727-2013
- b. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI-1726-2012
- c. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung - 1983

3.3.2 Kriteria pembebanan

Dalam merencanakan suatu struktur gedung, maka perhitungan mengenai beban yang bekerja pada struktur tersebut perlu di perhatikan sesuai dengan peraturan atau standar yang berlaku. Berdasarkan SNI-1727-2013 dan SNI-1726-2012 , pada struktur sebuah gedung perlu direncanakan kekuatannya terhadap kombinasi dari beban – beban yang terdapat dalam tabel 3.1 berikut.



Tabel 3.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan Komponen Gedung

No	Bahan bangunan	Beban	Satuan
1	Baja	7.850	kg/m ³
2	Batu alam	2.600	kg/m ³
3	Batu belah, batu bulat batu gunung (berat tumpuk)	1.500	kg/m ³
4	Batu karang (berat tumpuk)	700	kg/m ³
5	Batu pecah	1.450	kg/m ³
6	Besi tuang	7.250	kg/m ³
7	Beton	2.200	kg/m ³
8	Beton bertulang	2.400	kg/m ³
9	Kayu (Kelas I)	1.000	kg/m ³
10	Kerikil koral (kering udara sampai lembap tanpa diayak)	1.650	kg/m ³
11	Pasangan bata merah	1.700	kg/m ³
12	Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200	kg/m ³
13	Pasangan batu cetak	2.200	kg/m ³
14	Pasangan batu karang	1.450	kg/m ³
15	Pasir (kering udara sampai lembap)	1.600	kg/m ³
16	Pasir (jenuh air)	1.800	kg/m ³
17	Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembap)	1.850	kg/m ³
18	Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembap)	1.700	kg/m ³
19	Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000	kg/m ³
20	Tanah hitam	11.400	kg/m ³

Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

Tabel 3.2 Berat Sendiri Untuk Komponen Gedung

No	Komponen gedung	Beban	Satuan
1	Adukan per cm tebal:		-
	<ul style="list-style-type: none"> • Dari semen • Dari kapur,semen merah atau tras 	21 17	kg/m ² kg/m ²
2	Aspal, termasuk bahan – bahan mineral penambahan,per cm	14	kg/m ²
3	Dinding pasangan bata merah :		
	<ul style="list-style-type: none"> • Satu batu • Setengah batu 	450 250	kg/m ² kg/m ²
4	Dinding pasangan batako		
	Berlubang:		
	<ul style="list-style-type: none"> • Tebal dinding 20 cm (HB 20) • Tebal dinding 10 cm (HB 10) 	200 120	kg/m ² kg/m ²
	Tanpa lubang		
	<ul style="list-style-type: none"> • Tebal dinding 15 cm • Tebal dinding 10 cm 	300 200	kg/m ² kg/m ²
5	Langit–langit dan dinding (termasuk rusuk–rusuknya, tanpa penggantung langit–langit atau paku terdiri dari :		
	<ul style="list-style-type: none"> • Semen asbes (enterit dan bahan lain sejenis) dengan tebal maksimum 4 mm • Kaca dengan tebal 3-4 mm 	11 10	kg/m ² kg/m ²
6	Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit–langit dengan bentang maksimum 5m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m ²	40	kg/m ²
7	Penggantung langit–langit (dari kayu) dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s minimum 0,80 m	7	kg/m ²

Lanjutan Tabel 3.2 Berat Sendiri Untuk Komponen Gedung

8	Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	50	kg/m ²
9	Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso per m ² bidang atap	40	kg/m ²
10	Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10	kg/m ²
11	Penutup lantai dari ubin semen Portland, terasodan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24	kg/m ²
12	Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11	kg/m ²

Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

3.3.2.1 Beban mati (*Dead Load*)

Beban mati merupakan berat dari seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung dan komponen arsitektur dan *structural* lainnya serta peralatan layan terpasang lain termasuk berat keran.

a. Berat bahan dan konstruksi

Dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang.

b. Berat bahan dan konstruksi

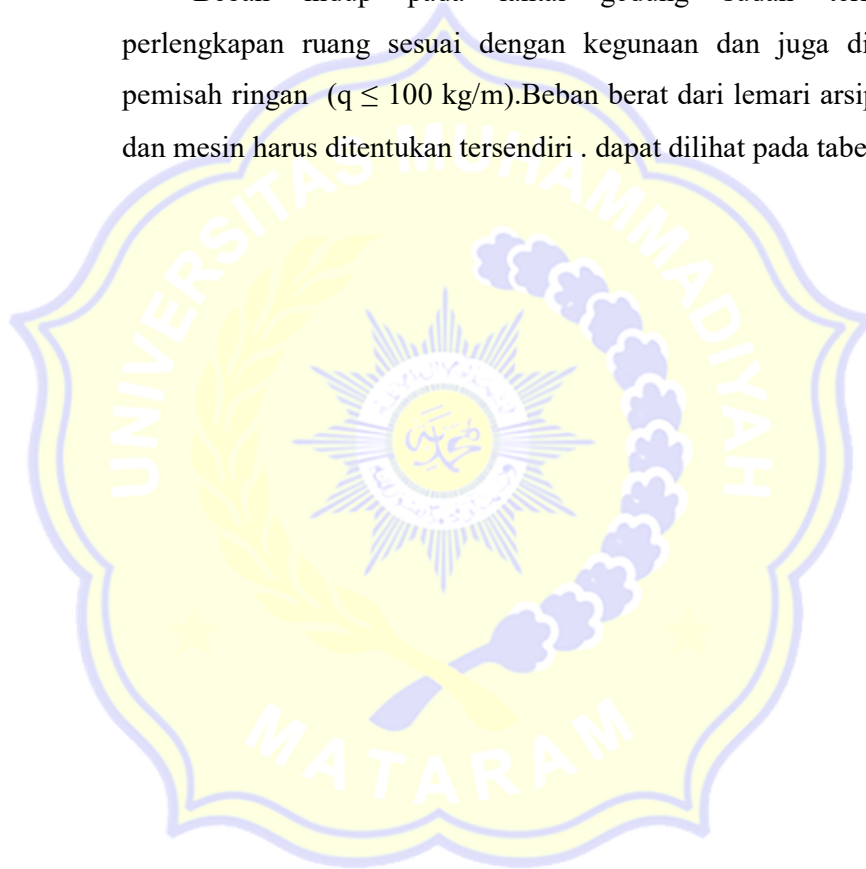
Dalam menentukan beban mati rencana harus diperhitungkan berat peralatan layanan yang digunakan dalam bangunan gedung seperti plambing, mekanikal elektrikal, dan alat pemanas, ventilasi, dan sistem pengondisian udara.

3.3.2.2 Beban hidup (*Live Load*)

Beban yang di akibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

a. Beban hidup pada lantai gedung

Beban hidup pada lantai gedung sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan dan juga dinding pemisah ringan ($q \leq 100 \text{ kg/m}$).Beban berat dari lemari arsip, alat dan mesin harus ditentukan tersendiri . dapat dilihat pada tabel 3.4.



Tabel 3.3 Beban hidup pada lantai gedung

No	Komponen Lantai	Beban	Satuan
1	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam 2	200	kg/m ²
2	Lantai dan tangga rumah sederhana dan gedung – gedung tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel.	125	kg/m ²
3	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250	kg/m ²
4	Lantai ruang olah raga	400	kg/m ²
5	Lantai ruang dansa	500	kg/m ²
6	Lantai dan balkon dalam ruang – ruang untuk pertemuan yang lain pada yang disebut dalam 1 – 5 seperti masjid, gereja, ruang penganjuran, ruang rapat, bioskop, dan panggung penonton.	400	kg/m ²
7	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri.	500	kg/m ²
8	Tangga, bordes tangga, dan gang dari yang disebut dalam 3	300	kg/m ²
9	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam 4,5,6 dan 7.	500	kg/m ²
10	Lantai ruang perlengkapan dari yang disebut dalam 3,4,5,6 dan 7.	250	kg/m ²
11	Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400	kg/m ²
12	Lantai gedung parkir bertingkat : <ul style="list-style-type: none"> • Untuk lantai bawah • Untuk lantai tingkat lainnya. 	800 400	kg/m ² kg/m ²
13	Balkon – balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300	kg/m ²

Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

b. Beban hidup pada atap gedung

Beban hidup pada atap gedung yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil minimum sebesar 100 kg/m^2 bidang datar. bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil yang menentukan terbesar dari :

- Beban terbagi rata air hujan

$$W_{ah} = 40 - 0,8 \alpha$$

dengan,

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

W_{ah} = Beban air hujan kg/m^2 (min. W_{ah} atau 20 kg/m^2)

- Beban terpusat bersal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg .

c. Beban hidup horizontal

Beban hidup horizontal perlu ditinjau akibat gaya desak orang yang nilainya berkisar $5\% - 10\%$ dari beban hidup vertical (gravitasi).

d. Reduksi Beban hidup

Pada perancangan balok induk dan portal (beban *vertical*/gravitasi). Untuk memperhitungkan peluang terjadinya nilai beban hidup yang berubah – ubah, beban hidup merata tersebut dapat dikalikan dengan koefisien reduksi. Dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Koefisien reduksi beban hidup

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

Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

Tabel 3.5 Koefisien reduksi beban hidup komulatif

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

Sumber Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

3.3.2.3 Beban angin (*Wind Load*)

Beban angin menganggap adanya tekanan positif (*Pressure*) dan tekanan negatif / isapan (*suction*) bekerja tegak lurus bidang yang ditinjau.

Tekanan Tiup

- Daerah jauh dari tepi diambil minimum 25 kg/m²
- Dilaut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai, diambil minimum 40 kg/m² atau diambil rumus pendekatan. Dapat dihitung dengan persamaan (3-1) dan persamaan (3-2).

$$p = \frac{v^2}{16} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \quad (3-1)$$

V = kecepatan angin m/det (ditentukan intansi terkait)

c) Struktur cerobong ditentukan dengan rumus persamaan (3-2).

$$q_{wind} = (42,5 + 0,6 \cdot h) \quad (3-2)$$

dengan,

q_{wind} = tekanan tiup, kg/m^2

h = tinggi total cerobong, m

Tabel 3.6 Koefisien angin

No	Jenis gedung	Bagan beban angin Angka – angka / rumus yang menunjukkan koefisien angina
1	Gedung Tertutup	

Lanjutan Tabel 3.6 Koefisien Angin

<p>2</p>	<p>Gedung Terbuka Sebelah</p>							
<p>3</p>	<p>Atap pelana biasa tanpa dinding</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">I</th> <th style="width: 50%;">II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <p>$0 < \alpha < 20$</p> </td> <td> <p>$\alpha = 0$</p> </td> </tr> <tr> <td> <p>$\alpha > 50$</p> </td> <td> <p>$\alpha > 30$</p> </td> </tr> </tbody> </table> <p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p>	I	II	<p>$0 < \alpha < 20$</p>	<p>$\alpha = 0$</p>	<p>$\alpha > 50$</p>	<p>$\alpha > 30$</p>
I	II							
<p>$0 < \alpha < 20$</p>	<p>$\alpha = 0$</p>							
<p>$\alpha > 50$</p>	<p>$\alpha > 30$</p>							

Lanjutan Tabel 3.6 Koefisien Angin

<p>4</p>	<p>Atap pelan terbalik tanpa dinding</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">I</th> <th style="width: 50%;">II</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p> </td> </tr> </tbody> </table>	I	II					<p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p>	
I	II									
<p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p>										
<p>5</p>	<p>Atap miring sepihak tanpa dinding</p>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p> </td> </tr> </tbody> </table>					<p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p>			
<p>UNTUK α YANG TERDAPAT DI ANTARANYA, DIADAKAN INTERPOLASI LINIER</p>										

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung – 1983

3.3.2.4 Beban gempa (*Earthquake*)

Gempa bumi merupakan proses pelepasan energi gelombang *seismic* yang terjadi secara tiba – tiba. Pelapasan ini diakibatkan karena adanya deformasi lempeng tektonik yang terjadi pada kerak bumi.(evi rine hartuti).

a. Gempa rencana

Tata cara menentukan gempa rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan dan evaluasi struktur bangunan gedung dan non gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewati besarnya selama umur struktur bangunan 50 tahun adalah sebesar 2%.

b. Kategori resiko bangunan

Untuk berbagai kategori risiko bangunan struktur gedung dan non gedung sesuai tabel 3.8 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dengan suatu faktor keutamaan I_e menurut tabel 3.9 .khususnya untuk tabel kategori IV, bila dibutuhkan pintu masuk untuk operasiaonal dari struktur bangunan yang berseblahan, maka struktur bangunan yag berseblahan tersebut harus di desain sesuai dengan kategori risiko IV. Dapat dilihat pada tabel 3.8 dan tabel 3.9.

Tabel 3.7 Kategori resiko bangunan gedung

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"> d) Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan e) Fasilitas sementara f) Gudang penyimpanan g) Rumah jaga dan struktur lainnya. 	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kegagalan risiko I,III,IV termasuk, tapi tidak dibatasi untuk.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Perumahan •Rumah toko dan rumah kantor •Pasar •Gedung perkantoran •Gedung apartemen/rumah susun •Pusat perbelanjaan/mall •Bangunan industry •Fasilitas manufaktur •Pabrik 	II

Lanjutan Tabel 3.7 Kategori Resiko Bangunan Gedung

<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bisokop • Gedung pertemuan • Stadion • Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat • Fasilitas penitipan anak • Penjara • Bangunan untuk para jompo <p>Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko Iv yang memiliki potensi untuk menyebarkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari – hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pusat pembangkit listrik biasa • Fasilitas penanganan air • Fasilitas penanganan limbah • Pusat telekomunikasi <p>Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori Iv, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, pengguan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahayanya melebihi nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	<p>III</p>
---	------------

Lanjutan Tabel 3.7 Kategori Resiko Bangunan Gedung

<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 kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat. • Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat kendaraan 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 diisyaratkan untuk beroperasi pada saat darurat. <p>Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan yang lain termasuk kedalam kategori risiko IV</p>	<p>IV</p>
--	-----------

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

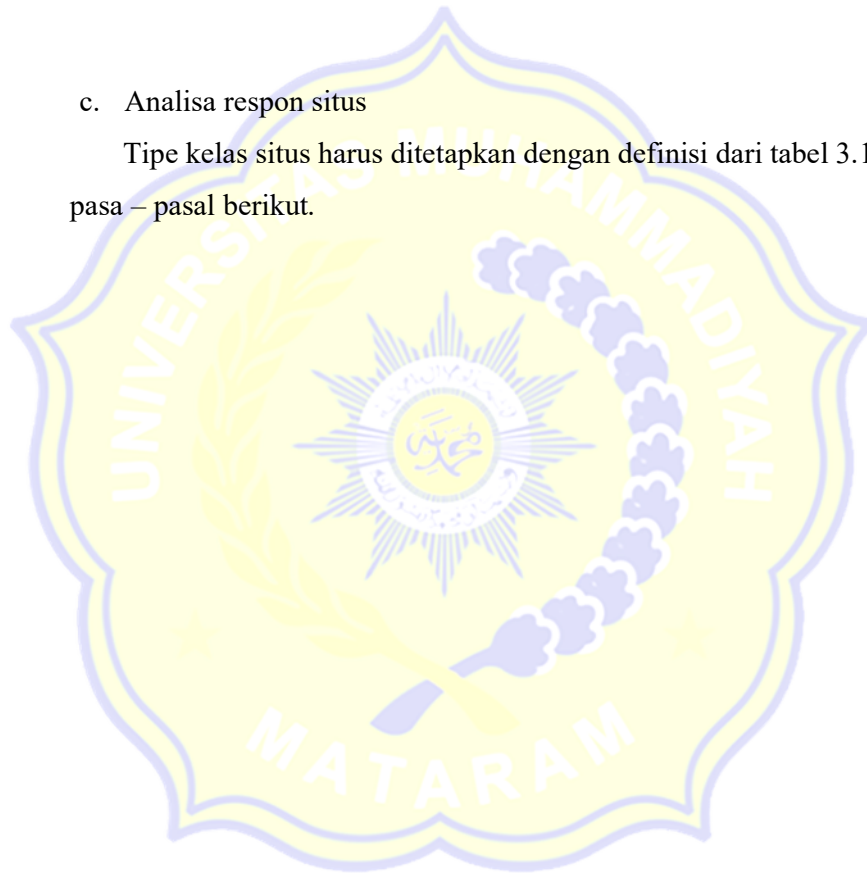
Tabel 3.8 Faktor keutamaan gempa

Kategori risiko	Factor kekuatan gempa I_e
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

c. Analisa respon situs

Tipe kelas situs harus ditetapkan dengan definisi dari tabel 3.10 dan pasa – pasal berikut.



Tabel 3.9 Klasifikasi situs

Kelas situs	Vs (m/detik)	V atau Nch	Su (kpa)
SA (batuan keras	>1500	N/A	N/A
Sb (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
Sc (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	> 50	≥ 100
Sd (tang Sedang	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
Se (tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik Sebagai berikut :		
	<ul style="list-style-type: none"> • Indeks plastisitas $pi > 10$ • Kadar air $w \geq 40\%$ • Kuat geser niralir $Su < 25$ kpa 		
Sf (tanah khususnya yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifikasi dan analisa respon sfesifik – situs yang mengikuti.	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut : <ul style="list-style-type: none"> • Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat gempa beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitive, tanah tersementasi lemah • Lempung sangat organic dan atau gambut (ketebalan $h > 3$ m) • Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan indeks plastisitas $PI > 75$) • Lapisan lempung lunak/ setengah teguh dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $Su < 50$ kpa. 		

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

d. Parameter percepatan perpetakan

Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2% terlampaui dalam 250 tahun (MCER, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila $S_1 < 0,04g$ dan $S_s < 0,15g$, maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A. Nilai S_1 dan S_s dapat dilihat pada lampiran.

e. Menentukan koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter percepatan respon spektral percepatan gempa

Untuk menentukan respon spektral percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplikasi seismik pada periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplikasi meliputi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). Parameter percepatan spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode pendek (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan persamaan (3-3) dan persamaan (3-4).

$$S_{MS} = F_a \times S_s \quad (3-3)$$

$$S_{M1} = F_v \times S_1 \quad (3-4)$$

Sedangkan koefisien F_a dan F_v mengikuti Tabel 3.10 dan 3.11

f. Menentukan parameter percepatan spektral desain

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek, S_{Ds} dan pada periode 1 detik S_{D1} , harus ditentukan dengan persamaan (3-5) dan persamaan (3-6).

$$S_{Ds} = \frac{2}{3} \times S_{Ms} \quad (3-5)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} \times S_{M1} \quad (3-6)$$

Tabel 3. 10 Koefisien Situs Fa

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

Untuk nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier

S_s^b = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik.

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Tabel 3. 11.Koefisien Situs Fv

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_s \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	S_s^b				

Untuk nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier

S_s^b = situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik.

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

g. Menentukan spektrum respons desain

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respon desain harus dikembangkan dengan mengacu pada Gambar 3.7 dan mengikuti ketentuan dibawah ini :

Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 spektrum respons percepatan desain, S_a dapat dihitung dengan persamaan (3-7).

$$S_a = \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad (3-7)$$

Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T_0 dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s , spektrum respons percepatan desain S_a sama dengan S_{DS} Untuk periode lebih besar dari T_s spektrum respons percepatan desain S_a dihitung dengan Persamaan (3-8).

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (3-8)$$

Untuk parameter periode *respon* dihitung dengan persamaan (3-9) dan persamaan (3-10).

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{D5}} \quad (3-9)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{D5}} \quad (3-10)$$

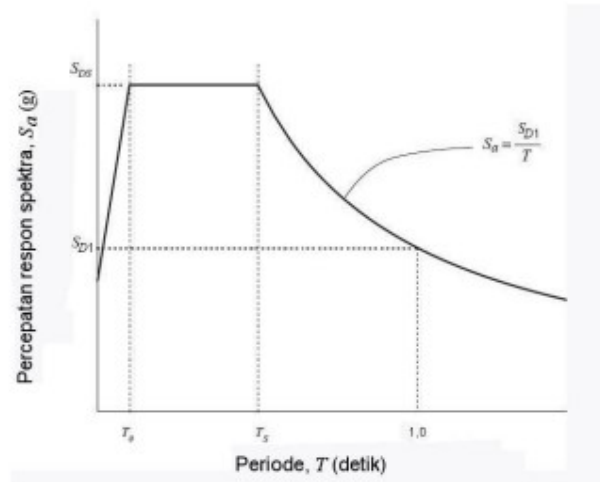
Untuk hasil perhitungan nilai spectrum respon gempa (S_a) disajikan dalam tabel sebagai berikut:



Tabel 3.12 *Spectrum Respon* (Sa)

T		Sa
0	0	0.24268
T_0	0.209	0.607
T_s	1.043	0.607
T_s+0	1.143	0.554
$T_s+0.1$	1.243	0.509
$T_s+0.2$	1.343	0.471
$T_s+0.3$	1.443	0.438
$T_s+0.4$	1.543	0.410
$T_s+0.5$	1.643	0.385
$T_s+0.6$	1.743	0.363
$T_s+0.7$	1.843	0.343
$T_s+0.8$	1.943	0.326
$T_s+0.9$	2.043	0.310
T_s+1	2.143	0.295
$T_s+1.1$	2.243	0.282
$T_s+1.2$	2.343	0.270
$T_s+1.3$	2.443	0.259
$T_s+1.4$	2.543	0.249
$T_s+1.5$	2.643	0.239
$T_s+1.6$	2.743	0.231
$T_s+1.7$	2.843	0.223
$T_s+1.8$	2.943	0.215
$T_s+1.9$	3.043	0.208
T_s+2	3.143	0.201
$T_s+2.1$	3.243	0.195
$T_s+2.2$	3.343	0.189
$T_s+2.3$	3.443	0.184
$T_s+2.4$	3.543	0.179
$T_s+2.5$	3.643	0.174
$T_s+2.6$	3.743	0.169
$T_s+2.7$	3.843	0.165
$T_s+2.8$	3.943	0.160
4	4	0.158

Sumber : Pekerjaan Umum, Pusat penelitian dan pengembangan perumahan dan permukiman



Gambar 3. 2 Spektrum Respons Desain

(Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung)

h. Menentukan kategori desain seismik (A-D)

Struktur dengan kategori resiko I, II, atau III yang berlokasi dimana parameter *respons spektral* percepatan terpetakan pada periode 1 detik, S_1 , lebih besar atau sama dengan 0,75 harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik E.

Struktur yang kategori resiko IV yang berlokasi di mana parameter respons spektral percepatan terpetakan pada periode 1 detik, $S_1 < 0,75$, harus ditetapkan sebagai struktur dengan kategori desain seismik F.

Semua struktur lainnya harus ditetapkan kategori desain seismiknya berdasarkan kategori risikonya dan parameter *respons spektral* percepatan desainnya, S_{DS} dan S_{D1} . Masing-masing bangunan dan struktur harus ditetapkan kedalam kategori desain seismik yang lebih parah, dengan mengacu pada Tabel 3.10 atau 3.11 saja, dimana berlaku ketentuan berikut :

- (a) Pada masing-masing dua arah ortogonal, perkiraan periode fundamental struktur, T_{α} adalah kurang dari $0,8T_s$.
- (b) Pada masing-masing dua arah ortogonal, periode fundamental struktur yang digunakan untuk menghitung simpangan antar lantai adalah kurang dari T_s .
- (c) Persamaan 3-7 digunakan untuk menentukan koefisien respon seismik, C_s
- (d) Diafragma struktural adalah kaku, untuk diafragma yang fleksibel, jarak antara elemen-elemen vertikal penahan gaya gempa tidak melebihi 12 m.
- (e) Pemilihan sistem struktur dan parameter sistem (R, C_d, Ω_0)

Sistem penahan gaya gempa lateral dan vertikal dasar harus memenuhi salah satu tipe yang ditunjukkan dalam Tabel 3.13. Pembagian setiap tipe berdasarkan pada elemen vertikal yang digunakan untuk menahan gaya gempa lateral. Sistem struktur yang digunakan harus sesuai dengan batasan sistem struktur dan batasan ketinggian struktur yang ditunjukkan dalam Tabel 3.13. Koefisien modifikasi respon yang sesuai, R , faktor kuat lebih sistem Ω_0 , dan koefisien amplikasi defleksi, C_d , sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 3.13 harus digunakan dalam penentuan geser dasar, gaya desain elemen, dan simpangan antar lantai tingkat desain.

Tabel 3. 13. Kategori Desain Seismik Percepatan Periode Pendek

Nilai S_{DS}	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 < S_{DS} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DS} \leq 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Tabel 3. 14. Kategori Desain Seismik Percepatan Periode 1 Detik

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

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

i. Gaya geser dasar seismik

Geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan (3-11).

$$V = C_s \times w \quad (3-11)$$

dengan :

- V = Gaya geser dasar seismik
- C_s = Koefisien respon gempa
- W = Berat seismic efektif

Untuk perhitungan koefisien respons seismik C_s harus dihitung dengan persamaan (3-12).

$$C_s = \frac{S_{DS} \times I_e}{R} \quad (3-12)$$

dengan :

- C_s = Koefisien respon gempa
- S_{DS} = Parameter percepatan *spectrum respons desain* dalam rentang periode pendek
- I_e = Faktor keutamaan gempa
- R = Faktor modifikasi respon

j. Penentuan periode fundamental

Periode fundamental struktur T , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam analisis yang teruji. Periode fundamental struktur T , tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada periode yang dihitung (C_w) dan periode fundamental pendekatan T_a yang ditentukan sesuai dengan persamaan (3-13) sebagai alternatif pada pelaksanaan analisis untuk menentukan periode fundamental struktur T diijinkan secara langsung menggunakan periode bangunan pendekatan T_a .

Penentuan periode fundamental pendekatan (T_a), dalam detik, dihitung dengan persamaan (3-13).

$$T_a = C_t \times h_n^x \quad (3-13)$$

dengan :

- T_a = Periode getar struktur
- C_t = Koefisien numerik
- h_n^x = Tinggi total bangunan

Tabel 3. 15. Faktor R, Cd, dan Ω_0 untuk Sistem Penahan Gaya Gempa

Sistem penahan gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R	Faktor kuat lebih sistem Ω_0	Faktor pembesaran defleksi Cd	Batasan sistem dan tinggi struktur $h_n(m)^e$				
				Kategori Desain				
				B	C	D^d	E^d	F^e
Sistem Rangka Pemikul Momen								
SRPMK	8	3	5 ½	TB	TB	TB	TB	TB
SRPMM	5	3	4 ½	TB	TB	TI	TI	TI
SRPMBB	3	3	2 ½	TB	TI	TI	TI	TI

Catatan : TB = Tidak Dibatasi dan TI = Tidak Diijinkan

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Tabel 3. 16. Nilai Parameter Periode Pendekatan C_t dan x

TIPE STRUKTUR	C_t	X
Sistem rangka pemikul momen		
Rangka baja pemikul momen	0,0724	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466	0,9
Rangka baja dengan bresing egosentris	0,0731	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488	0,75

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

Tabel 3. 17 .Koefisien untuk Batas Atas Pada Periode yang Dihitung

Parameter percepatan respon spektral desain pada 1 detik , D1 S	Koefisien Cu
$\geq 0,4$	1,4
0,3	1,4
0,2	1,5
0,15	1,6
$\leq 0,1$	1,7

Sumber : SNI-1726-2012 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung

k. Ditribusi vertikal gaya gempa

Gaya gempa lateral (F_x) yang timbul dimana semua tingkat harus ditentukan dengan persamaan (3-14) dan persamaan (3-15).

$$F_x = C_{vx} \times V \quad (3-14)$$

$$C_{vx} = \frac{W_i \times h_i^k}{\sum W_j \times h_j^k} \quad (3-15)$$

dengan :

- F_x = Beban gempa
- V = Gaya lateral desain total atau geser
- C_{vx} = Faktor distribusi vertikal
- W_i = Berat lantai ke -i termasuk beban hidup yang sesuai
- h_i = Ketinggian lantai tingkat ke-i

Penentuan nilai K ini berdasarkan pada periode (T) dari sistem struktur tersebut. Untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 0,5 detik atau kurang, $K = 1$. Sedangkan untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 2,5 detik atau lebih, $K = 2$, dan untuk struktur yang mempunyai periode antara 0,5 dan 2,5 detik, K harus sebesar 2 atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

Geser tingkat desain gempa di semua tingkat (V_x), harus dihitung dengan persamaan (3-16).

$$V_x = \sum_{i=1}^{n_x} F_i \quad (3-16)$$

dengan

- F_i = Bagian dari geser *seismic* V yang timbul tingkat i

3.3.3 Arah beban gempa

3.3.3.1 Arah kriteria pembebanan

Arah penerapan beban gempa yang digunakan dalam desain harus merupakan arah yang menghasilkan pengaruh beban paling kritis. Arah penerapan gaya gempa diizinkan untuk memenuhi persyaratan ini menggunakan prosedur 3.3.3.2 untuk kategori desain seismik B, 3.3.3.3 untuk kategori desain seismik C, dan 3.3.3.4 untuk kategori desain seismik D, E, dan F.

3.3.3.2 Kategori seismik B

Untuk struktur bangunan yang dirancang untuk kategori desain seismik B, gaya gempa desain diizinkan untuk diterapkan secara terpisah dalam masing-masing arah dari dua arah ortogonal dan pengaruh interaksi ortogonal diizinkan untuk diabaikan.

3.3.3.3 Kategori seismik C

Pembebanan yang diterapkan pada struktur bangunan yang dirancang untuk kategori desain seismik C harus minimum sesuai dengan persyaratan dalam 3.3.3.2, untuk kategori desain seismik B dan persyaratan pasal ini. Struktur yang mempunyai ketidak beraturan struktur horizontal Tipe 5 dalam Tabel 10 (SNI-1726-2012) harus menggunakan salah satu dari prosedur berikut:

- a. Prosedur kombinasi ortogonal. Struktur harus dianalisis menggunakan prosedur analisis gaya leteral ekuivalen dalam 7.8 (SNI-1726-2012), prosedur analisis spektrum respons ragam dalam 7.9 (SNI-1726-2012), atau prosedur riwayat *response* linier dalam 11.1 (SNI-1726-2012), seperti diizinkan dalam 7.6 (SNI-1726-2012), dengan pembebanan yang diterapkan secara terpisah dalam semua dua arah ortogonal. Pengaruh beban paling kritis akibat arah penerapan gaya gempa pada struktur dianggap terpenuhi jika komponen dan fondasinya di desain untuk memikul kombinasi beban-beban yang ditetapkan 100 persen gaya untuk satu arah ditambah 30 persen gaya untuk arah tegak lurus. Kombinasi yang mensyaratkan kekuatan komponen maksimum Harus digunakan.
- b. Penerapan serentak gerak tanah ortogonal. Struktur harus dianalisis menggunakan prosedur riwayat respons linier dalam 11.1 (SNI-1726-2012) atau prosedur riwayat respons nonlinier dalam 11.2 (SNI-1726-2012) seperti diizinkan dalam 7.6 (SNI-1726-2012), dengan pasangan ortogonal riwayat percepatan gerak tanah yang diterapkan secara serentak.

3.3.3.4 Kategori desain seismik D sampai F

Struktur yang dirancang untuk kategori desain seismik D,E, dan F harus minimum memenuhi, sesuai dengan persyaratan 3.2.3.3. sebagai tambahan, semua kolom atau dinding yang membentuk dari bagian dua arah atau lebih sistem penahan gaya gempa yang berpotongan dan dikenai beban aksial akibat gaya gempa yang bekerja sepanjang baik sumbu denah

utama sama atau melebihi 20 persen kuat desain aksial kolom atau dinding harus didesain untuk pengaruh beban paling kritis akibat penerapan gaya gempa dalam semua arah. Baik prosedur 3.2.3.3a atau 3.2.3.3b, diizinkan untuk digunakan untuk memenuhi persyaratan ini. Kecuali seperti disyaratkan dalam 3.2.3.3, analisis 2 dimensi diizinkan untuk struktur dengan diafragma fleksibel.

3.3.4 Kombinasi beban terfaktor

Dengan mengacu pada kombinasi pembebanan SNI-1726-2012 komponen elemen struktur dan elemen-elemen fondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat rencananya sama atau melebihi pengaruh beban-beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut dengan persamaan (3-17) sampai dengan persamaan (3-23) :

$$\text{a) } 1,4 D \quad (3-17)$$

$$\text{b) } 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R) \quad (3-18)$$

$$\text{c) } 1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W) \quad (3-19)$$

$$\text{d) } 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R) \quad (3-20)$$

$$\text{e) } 1,2 D + 1,0 E + L \quad (3-21)$$

$$\text{f) } 0,9 D + 1,0 W \quad (3-22)$$

$$\text{g) } 0,9 D + 1,0 E \quad (3-23)$$

3.4 Simpangan Antar Lantai Tingkat Ijin

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai ijin (Δ_a) seperti yang terdapat pada tabel 3.18 untuk semua tingkat.

3.5 Faktor Reduksi Kekuatan

Konsep keamanan lapis kedua adalah reduksi kapasitas teoritik komponen struktur dengan menggunakan faktor reduksi kekuatan dalam menentukan kekuatan desain. Pemakaian faktor reduksi dimaksudkan untuk memperhitungkan kemungkinan penyimpangan terhadap kekuatan bahan, pengerjaan, ketidaktepatan ukuran, pengadukan dan pengawasan pelaksanaan.

SNI-2847-2013 pasal 9.3.2 memberikan faktor reduksi kekuatan untuk berbagai mekanisme, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------|---------------|
| a) Penampang terkendali tarik | $\phi = 0,90$ |
| b) Penampang terkendali tekan : | |
| Bertulang spiral | $\phi = 0,75$ |
| Bertulang lainnya | $\phi = 0,65$ |
| c) Geser dan torsi | $\phi = 0,75$ |
| d) Tumpuan dan beton | $\phi = 0,65$ |
| e) Daerah angkur pasca tarik | $\phi = 0,85$ |

Alternatifnya adalah bila ketentuan alternatif untuk komponen struktur lentur dan tekan beton bertulang dan prategang digunakan, untuk komponen struktur dimana f_y tidak melampaui 420 MPa, dengan tulangan simetris, dan dengan $(d-d')/h$ tidak kurang dari 0,70, maka nilai ϕ boleh ditingkatkan secara linier menjadi 0,90 seiring dengan berkurangnya nilai ϕP_n dari $0,10f'_c A_g$ ke nol. Untuk komponen struktur bertulang lainnya, nilai ϕ boleh ditingkatkan secara linier menjadi 0,90 seiring dengan berkurangnya nilai ϕP_n dari nilai terkecil antara $0,10f'_c A_g$ atau ϕP_n ke nol. Lihat pada tabel 3.18.

Tabel 3. 18.Simpangan Antar Lantai Ijin Δa

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

Catatan : h_{sw} adalah tingkat dibawah tingkat x

Sumber : SNI-1727-2013 Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan

3.6 Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang

3.6.1 Asumsi perencanaan

Dalam menghitung beban terhadap beban lentur atau aksial atau kombinasi dari beban lentur dan aksial, menurut (Sudarmoko : 1994), asumsi yang diperlukan dalam perencanaan :

- 1) Regangan dalam tulangan dan beton harus diasumsikan berbanding langsung dengan jarak sumbu netral.
- 2) Regangan maksimum yang dapat digunakan pada serat beton terluar harus diasumsikan sama dengan 0,003.
- 3) Tegangan dalam tulangan dibawah kuat leleh yang ditentukan f_y untuk mutu tulangan yang digunakan harus diambil sebesar E_s dikalikan regangan baja. Untuk tegangan yang lebih besar dari regangan yang memberikan f_y , tegangan pada tulangan harus dianggap tidak tergantung pada regangan dan sama dengan f_y .

- 4) Kekuatan tarik beton diabaikan dan tidak digunakan dalam hitungan.
- 5) Hubungan antara distribusi tegangan tekan beton dan regangan beton dianggap bentuk persegi.
- 6) Distribusi tegangan beton persegi ekuivalen didefinisikan sebagai berikut :
 - a) Tegangan beton sebesar $0,85f'_c$ harus diasumsikan terdistribusi merata pada daerah tekan ekuivalen yang dibatasi oleh tepi penampang dan suatu garis lurus yang sejajar dengan sumbu netral sejarak $a = \beta_1 c$ dari serat dengan regangan tekan maksimum.
 - b) Jarak c dari serat dengan regangan maksimum ke sumbu netral harus diukur dalam arah tegak lurus terhadap sumbu tersebut.
 - c) Faktor β_1 harus diambil sebesar 0,85 untuk kuat tekan beton f'_c antara 17 MPa sampai dengan 28 MPa. Untuk kekuatan diatas 28 MPa, β_1 harus direduksi sebesar 0,05 untuk setiap kelebihan kekuatan 7 MPa diatas 28 MPa, tetapi tidak boleh diambil kurang dari 0,65 MPa. Ketentuan ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

Jika $17 \text{ MPa} \leq f'_c \leq 28 \text{ MPa} : \beta_1 = 0,85$

Jika $f'_c > 28 \text{ MPa} : \beta_1 = 0,85 - 0,05 (f'_c - 28)/7$ tidak boleh kurang dari 0,65.

3.7 Pelat Lantai Konvensional

Pelat beton merupakan suatu permukaan horizontal yang rata pada lantai bangunan, atap, jembatan atau jenis struktur lainnya. Pelat beton di tumpu oleh dinding, balok, kolom, atau dapat juga terletak langsung di atas tanah (*slab onground*). Pada struktur balok-pelat, umumnya balok dan pelat di cor secara bersama-sama sehingga menghasilkan satu kesatuan struktur yang monolit. Pada

umumnya pelat dalam suatu gedung dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu sebagai berikut:

a) Pelat satu arah

Pelat satu arah merupakan pelat yang hanya di tumpu di kedua sisi sehingga pelat akan melentur atau mengalami lendutan dalam arah tegak lurus dari sisi tumpuan, beban yang didistribusikan oleh pelat dalam satu arah yaitu arah tumpuan. Lihat pada Gambar 3.8(a).

b) Pelat rusuk (*Jois Construction*)

Pelat rusuk merupakan pelat beton dengan ketebalan 50 hingga 100 mm, yang ditopang dengan sejumlah rusuk dengan jarak beraturan. Rusuk mempunyai lebar minimum 100 mm dan mempunyai tinggi lebih dari 3,5 kali lebar minimumnya. Rusuk ditopang oleh balok induk utama yang langsung menumpu pada kolom. Sistem pelat rusuk cocok digunakan untuk struktur pelat dengan bentang 6-9 m.

c) Pelat dua arah

Pelat dua arah merupakan pelat yang ditopang di keempat sisi, dengan rasio bentang panjang terhadap bentang pendeknya kurang dari dua. Sistem pelat dua arah dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya yaitu :

(a) Sistem balok-pelat dua arah

Pada sistem pelat ini beton di tumpu oleh balok di keempat sisinya. Beban dari pelat di transfer ke keempat penumpu balok dan selanjutnya beban di transfer ke kolom. Balok akan meningkatkan kekakuan pelat, sehingga lendutan yang terjadi akan relatif kecil. Lihat pada Gambar 3.8 (b).

(b) Sistem slab datar (*flat slab*)

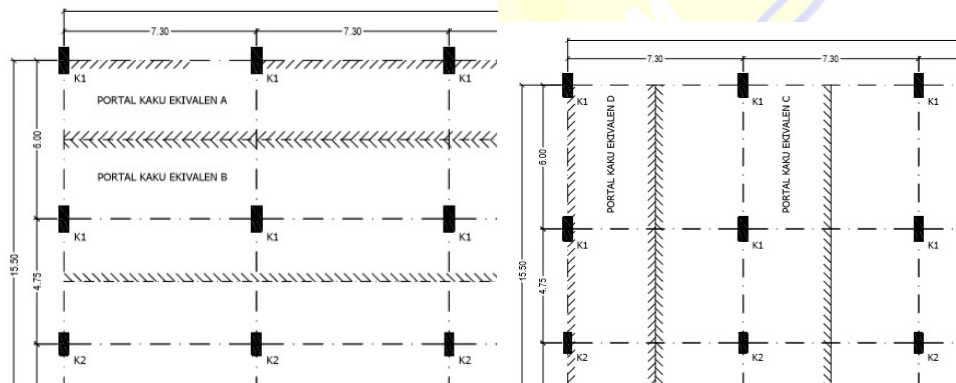
Slab datar merupakan sistem struktur pelat beton dua arah yang tidak memiliki balok penumpu di masing-masing sisinya. Beban pelat ditransfer langsung ke kolom. kolom cenderung akan

menimbulkan kegagalan geser pons pada pelat lihat pada Gambar 3.8(c), yang dapat dicegah dengan beberapa alternatif diantaranya :

- Memberikan penebalan setempat pada pelat (*drop panel*) serta menyediakan kepala kolom (*column capital*)
- Menyediakan penebalan panel namun tanpa kepala kolom, panel disekitar kolom harus cukup tebal untuk memikul terjadinya tegangan tarik diagonal yang muncul akibat geser pons.
- Menggunakan kepala kolom tanpa adanya penebalan panel, namun hal ini jarang diaplikasikan sistem slab datar digunakan untuk bentang 6-9 m, dengan beban hidup 4-7 kN/m².

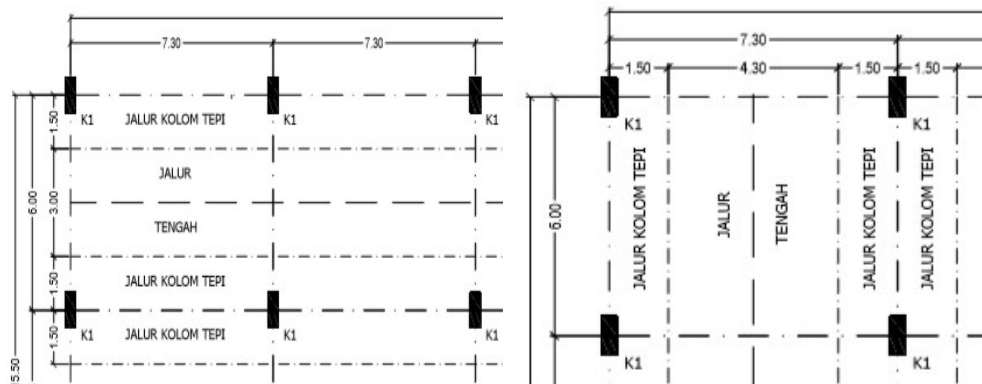
(c) Sistem pelat datar (*flat plate*)

Sistem pelat ini merupakan pelat yang tertumpu langsung ke kolom tanpa adanya penebalan panel dan kepala kolom. Potensi kegagalan struktur terbesar akan timbul akibat geser pons, yang akan menghasilkan tegangan tarik diagonal. Sebagai akibat tidak adanya penebalan panel dan kepala kolom, maka dibutuhkan ketebalan panel yang lebih besar atau dengan memberikan penulangan ekstra diarea sekitar kolom. Lihat pada Gambar 3.6 sampai dengan 3.8(d).



Gambar 3.3 Portal Kaku Ekuivalen Perencanaan Pelat *Flat Plate*

Sumber : Instansi terkait

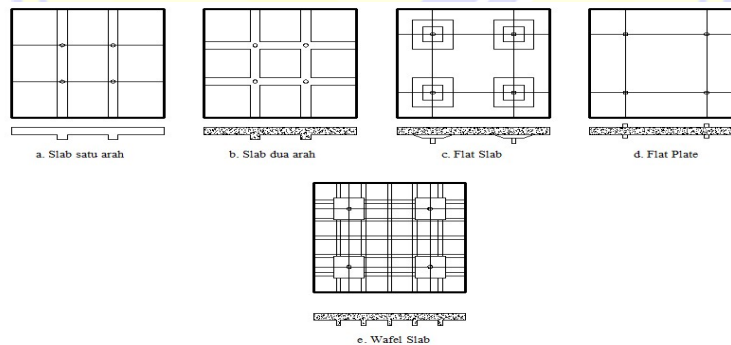


Gambar 3.4 Pembagian Jalur Kolom dan Jalur Tengah

Sumber : Instansi terkait

(d) Pelat dua arah berusuk dan pelat *waffle*

Pelat dua arah berusuk dan pelat *waffle* merupakan pelat dua arah dengan ketebalan antara 50 hingga 100 mm dan ditumpu oleh rusuk-rusuk dalam dua arah. Tepi-tepi pelat ditopang oleh balok atau dapat juga pelat langsung menumpu pada kolom dengan memberikan penebalan pada pelat disekita kolom. Sistem pelat ini sering disebut dengan pelat *waffle* lihat pada Gambar 3.6 (d).



Gambar 3. 5 Jenis-Jenis Pelat

Sumber : Setiawann, 2016

3.7.1 Persyaratan struktural plat lantai

Dalam proses pembangunan suatu gedung terdapat standar yang menjadi acuan persyaratan, dalam hal ini adalah SNI-2847-2013 Persyaratan Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung. Standar ini juga mengatur mengenai syarat konstruksi beton bertulang, didalamnya terdapat beberapa ketentuan yang menjadi pedoman dalam proses analisis dan desain pelat lantai terlepas dari metode apa yang digunakan dalam analisis pelat lantai.

3.7.1.1 Tebal minimum pelat

1) Pelat satu arah

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

- a) Desain dilakukan dengan menggunakan asumsi lebar 1 meter.
- b) Ketebalan minimum pelat satu arah yang menggunakan $f_y = 400$ MPa sesuai dengan SNI-2847-2013 Tabel 9.5.a harus ditentukan sebagaimana terlihat pada Tabel 3.19.

Tabel 3. 19.Tebal Minimum Pelat

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

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

Untuk f_y selain 400 MPa, maka nilai dalam tabel 3.20 harus dikalikan dengan

$$0,4 + \frac{f_y}{700}.$$

- c) Lendutan harus diperkirakan apabila pelat memikul konstruksi yang akan mengalami kerusakan akibat lendutan yang besar. Batasan lendutan ditentukan dalam Tabel 3.20

Tabel 3. 20. Batasan Lendutan Pelat

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

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

- d) Selimut beton untuk struktur pelat tidak boleh kurang dari 20 mm, untuk pelat yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah.
- e) Struktur pelat satu arah, harus disediakan tulangan susut dan suhu yang memiliki arah tegak lurus terhadap tulangan lentur.

Persyaratan ini diatur dalam SNI-2847-2013 Pasal 7.12. Tulangan susut dan suhu harus paling sedikit memiliki rasio tulangan terhadap luas bruto penampang beton yang ditunjukkan dalam Tabel 3.21 namun tidak kurang dari 0,0014.

Tabel 3.21. Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu untuk Pelat

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

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

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

2) Pelat dua arah

Dalam SNI-2847-2013 Pasal 9.5.3 menentukan ketebalan minimum pelat dua arah untuk mencegah terjadinya lendutan berlebih, karena perhitungan lendutan dari pelat dua arah akan cukup rumit, dan untuk mencegah lendutan yang besar, maka ketebalan pelat dapat dihitung dengan persamaan (3-24) dan persamaan (3-25) :

- a) dengan $0,2 < \alpha_{fm} < 2,0$

$$h = \frac{m \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2)} \quad (3-24)$$

namun tidak kurang dari 125 mm.

b) dengan $a_{fm} > 2,0$

$$h = \frac{\ell_n \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta} \quad (3-25)$$

namun tidak kurang dari 90 mm.

c) dengan $a_{fm} < 0,2$

h = ketebalan minimum pelat untuk balok (Lihat Tabel 3.22)

Tabel 3. 22. Tebal Minimum Pelat Tanpa Balok Dalam

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

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

Tebal minimum pelat tanpa balok dalam seperti ditentukan dalam Tabel 3.21 tidak boleh kurang dari 120 mm (untuk pelat tanpa penebalan panel), atau tidak kurang dari 100 mm (untuk pelat dengan penebalan panel). Dalam SNI-2847-2013 Pasal 9.5.3.3(d) diisyaratkan untuk panel dengan tepi yang tidak menerus, maka balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan α yang tidak kurang dari 0,8 atau sebagai alternatif ketebalan maksimum yang dihitung dari persamaan (3-24) dan persamaan (3-25) harus dinaikkan minimal 10 %.

3.7.1.2 Tulangan pelat

1) Tulangan geser

a) Spasi tulangan geser

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

b) Luas minimum

Luas minimum untuk tulangan geser mengacu pada SNI-2847-2013 dengan rumus persamaan (3-26).

$$\text{Luas minimum} = 0,0062 \sqrt{f'_c} \frac{b_w s}{f_y t} \quad (3-26)$$

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

c) geser

Kuat

•

Kuat

geser nominal tulangan

Apabila digunakan tulangan geser tegak lurus terhadap sumbu komponen struktur maka kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh tulangan seperti terdapat pada persamaan (3-27).

$$V_s = \frac{A_v f_y t d}{s} \quad (3-27)$$

dengan :

- V_s = Kuat Geser Nominal Tulangan
- A_v = Luas Tulangan Total, yang tegak lurus dengan sumbu batang
- S = Jarak Tulangan Sengkang
- d = Diameter Tulangan

Dengan A_v adalah tulangan geser.

- Kuat geser nominal beton

Untuk komponen struktur yang dikenai gaya geser dan lentur saja maka nilai kuat geser nominal yang dapat disediakan oleh beton seperti terdapat pada rumus persamaan (3-28).

$$v_c = 0,17 \beta \sqrt{f'_c} b_w d \quad (3-28)$$

dengan :

- V_c = Kuat Geser Beton
- F'_c = Mutu Beton
- b_w = Lebar Efektif Penampang
- d = Diameter Tulangan

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

2) Tulangan utama (lapangan maupun tumpuan)

Rasio tulangan utama yang digunakan tidak boleh melebihi rasio maksimum ataupun kurang dari rasio minimum yang telah ditetapkan. Perhitungan rasio yang digunakan adalah sebagai berikut seperti terdapat pada persamaan (3-29) sampai dengan persamaan (3-31).

$$\rho b = 0,85 \frac{f'_c}{f_y} \beta \frac{600}{600 + f_y} \quad (3-29)$$

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho b \quad (3-30)$$

$$\rho_{min} = \frac{14}{f_y} \text{ atau } \rho_{min} = 0,0025 \quad (3-31)$$

Dengan :

- P_b = Kuat beban aksial nominal pada kondisi regangan seimbang
- F'_c = Mutu Beton
- F_y = Mutu Baja

3.7.1.3 Metode koefisien momen

Metode koefisien momen menggunakan nilai-nilai tertentu sebagai koefisien dalam menentukan besarnya momen yang terjadi baik didaerah lapangan maupun didaerah tumpuan. Metode ini cukup mudah dan praktis diterapkan karena nilai-nilai koefisien momen tersebut sudah disediakan namun metode ini menjadi kurang efektif untuk digunakan pada pelat dengan bentangan yang cukup panjang. Persamaan yang digunakan untuk perhitungan momen dapat dihitung dengan persamaan (3-32).

$$M = 0,001 \cdot q_u \cdot l_x^2 \quad (3-32)$$

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

Menghitung faktor pembesaran momen positif (δ_s). Perbandingan beban mati layan terhadap beban hidup layan.

Jumlah kekakuan lentur kolom diatas dan dibawah pelat harus sedemikian sehingga α_c tidak kurang dari α_{min} yang ditentukan dalam tabel 3.23

Tabel 3.23 nilai α_{min}

β	Rasio dari 11/12	Kekakuan relatif balok, α				
		0	0.5	1	2	4
2	0.5-2.0	0	0	0	0	0
1	0.5	0.6	0	0	0	0
	0.8	0.7	0	0	0	0
	1	0.7	0.1	0	0	0
	1.25	0.8	0.4	0	0	0
	2	1.2	0.5	0.2	0	0

Sumber : Sudarmoko, 1996

Tabel 3.24 Faktor-faktor momen untuk mendistribusikan M_0 pada bentang eksterior

	1	2	3	4	5
	tepi eksterior tidak ditahan	pelat dengan balok diantara semua tumpuan	pelat tanpa balok diantara interior tumpuan		tepi eksterior ditahan sepenuhnya
			tanpa balok tepi	dengan balok tepi	
momen negatif terfaktor interior	0.75	0.7	0.7	0.7	0.65
momen positif terfaktor	0.65	0.57	0.52	0.5	0.35
momen negatif terfaktor eksterior	0	0.16	0.26	0.3	0.65

Sumber : Sudarmoko, 1996

Tabel 3.25 Prosentase Momen

	l_1/l_2	0.5	0.821917808	1	2
a $l_1/l_2=0$	$\beta =$	0	100	100	100
	$\beta =$	0.913333334	a	x	b
	$\beta =$	2.5	75	75	75

Sumber : Sudarmoko, 1996

Tabel 3.26 Persentasi momen

Presentasi Momen	Portal			
	A	B	C	D
Persentasi Mneg terhadap jalur kolom tumpuan luar	90.867	95.433	96.247	92.493
Persentasi Mpos	60	60.000	60	60.000
Persentasi neg int terhadap jalur kolom	75	75.000	75	75.000

Sumber : Sudarmoko, 1996

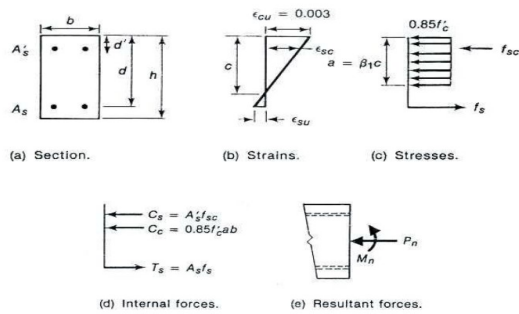
Tabel 3.27 Persentasi momen pada portal B jalur kolom dan jalur tengah

	Bentang luar		Bentang dalam		
	Luar negatif	positif	Dalam negatif	negatif positif	
Mtotal (kN)	109.1049804	218.21	293.744178	272.762	146.872
M pelat jalur kolom	104.123	130.926	220.308	204.572	88.123
M pelat jalur tengah	4.982	87.284	73.436	68.191	58.749

Sumber : Sudarmoko, 1996

3.8 Kolom

Pada dasarnya konsep perencanaan kolom hampir sama dengan perencanaan balok, hanya saja ada penambahan beban aksial, kondisi penampang kolom bila dibebani tekan dan lentur maka kondisi dari tegangan dan regangan pada kolom digambarkan oleh diagram tegangan dan regangan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Diagram Tegangan dan Regangan Kolom

(Sumber : McCormac, 2001)

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok (jika ada). Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui fondasi. 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 karena keruntuhan tekan tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

3.8.1 Batas Tulangan komponen struktural

Menurut Sudarmoko (1994) luas tulangan komponen *struktur* tekan dibatasi oleh kekuatan berikut :

- 1) Luas tulangan longitudinal komponen struktur tekan non komposit tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas pada bruto penampang A_g .
- 2) Jumlah minimum batang tulangan longitudinal komponen struktur tekan adalah 4 untuk batang tulangan di dalam sengkang ikat segi empat dan lingkaran, 3 untuk batang tulangan di dalam sengkang ikat segitiga, dan 6 untuk batang tulangan yang dikelilingi oleh spiral.

3.8.2 Panjang tekuk kolom

Panjang tekuk kolom adalah panjang bersih antara plat lantai atau balok ujung-ujungnya dikalikan dengan suatu factor tekuk (k) yang besarnya :

- a) $k \geq 1$ untuk kolom tanpa pengaku samping (*unbraced*)
- b) $k \leq 1$ untuk kolom pengaku samping (*braced*)

Faktor tekuk (k) merupakan fungsi dari tingkat penjepitan ujung atas (μ_A) dan tingkat penjepitan bawah (μ_B) dimana tingkat penjepitan ujung kolom tersebut dihitung dengan persamaan (3-33) :

$$\mu = \frac{\sum EI / L_u \text{ Kolom}}{\sum EI / L_u \text{ Balok}} \quad (3-33)$$

dengan :

μ : Tingkat penjepitan ujung kolom

EI/L_u : factor kekakuan kolom atau balok yang ditinjau

Nilai dari factor tekuk (k) dapat diperoleh dari nimogram atau grafik alignment dari *structur stability research council guide* dengan memasukkan nilai-nilai μ_A dan μ_B kemudian menarik garis lurus melewati titik-titik μ_A dan μ_B tersebut sehingga didapat nilai k .

Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa struktur tekan pada kolom/portal dengan beban aksial murni ($e=0$) merupakan hal yang sangat mustahil. Umumnya kolom memikul beban aksial dan momen. Momen pada kolom terjadi akibat :

- 1) kekuatan ujung
- 2) pengecoran yang monolit dengan balok-balok lantai
- 3) ketidaktepatan letak ukuran kolom
- 4) beban yang tidak simetris akibat perbedaan tebal plat lantai disekitar kolom
- 5) ketidaksempurnaan pelakasanaanya dan lain sebagainya.

Apabila menurut hitungan, suatu kolom secara teoritis hanya mendukung gaya aksial sentris dan untuk eksentris tambahan harus diperhitungkan. SNI 2002 pasal 10.8 menetapkan eksentrisitas minimum (dalam mm) sebesar dengan persamaan (3-34).

$$e_{\min} = 15 + 0,03h \quad (3-34)$$

dengan :

h = Tinggi kolom (mm)

3.8.3 Perencanaan kolom

Dalam perencanaan kolom yang dibebani beban aksial dan lentur atau kombinasi dari beban lentur dan aksial harus memenuhi peraturan pada SNI-2847-2013, hal 74-75 yaitu sebagai berikut :

- 1) Perencanaan penampang yang dibebani lentur dan aksial atau kombinasi beban lentur dan aksial harus didasarkan atas kompatibilitas regangan dan tegangan dengan menggunakan asumsi dalam pasal 10.2 SNI-2847-2013.
- 2) Kondisi regangan seimbang terjadi pada penampang ketika tulangan tarik tepat mencapai regangan yang berhubungan dengan tegangan leleh f_y pada saat yang bersamaan dengan tercapainya regangan batas 0,003 pada bagian beton yang tertekan.
- 3) Penampang adalah terkendali tekan jika regangan resiko neto dalam baja tarik terjauh, ϵ_t sama dengan atau kurang batas regangan terkontrol tarik bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Batas regangan terkendali tekan adalah regangan tarik neto dalam tulangan pada kondisi regangan seimbang. Untuk tulangan Mutu 420 MPa, dan untuk semua tulangan prategang, diizinkan untuk menetapkan batas regangan, terkendali tekan sama dengan 0,002.

- 4) Panampang adalah terkendali tarik jika tegangan tarik neto dalam baja tarik terjauh, ϵ_t sama dengan atau lebih besar dari 0,005 bila beton tekan mencapai batas regangan asumsi sebesar 0,003. Penampang dengan ϵ_t antara batas regangan terkendali tekan dan 0,005 membentuk daerah transisi antara penampang terkendali tekan dan terkendali tarik.
- 5) Untuk komponen struktur lentur non-prategang dan komponen struktur non-prategang dengan beban tekan aksial terfaktor kurang dari $0,10 \cdot f'_c A_g \epsilon_t$ pada kekuatan nominal tidak boleh kurang dari 0,004. Pemakaian tulangan tekan diizinkan terkait dengan tulangan tarik tambahan untuk meningkatkan kekuatan komponen struktur lentur.
- 6) Desain beban aksial ϕP_n dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar dari $\phi P_{n(max)}$ yang dihitung dengan persamaan (3-35) dan persamaan (3-36)
- Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral yang memenuhi pasal 7.10.4 atau komponen struktur komposit yang memenuhi pasal 10.13

$$\phi P_{n(max)} = 0,85 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) f_y A_{st}) \quad (3-35)$$

dengan :

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

$$\phi P_{n(max)} = 0,80 \cdot \phi (0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{st}) f_y A_{st}) \quad (3-36)$$

dengan :

- F'_c = Kuat tekan beton yang diisyaratkan

- A_g = Luas penampang kolom
- A_{st} = Luas tulangan total
- F_y = Kuat tekan baja yang diisyaratkan
- Untuk komponen struktur prategang, kekuatan aksial desain, ϕP_n tidak boleh diambil lebih besar dari 0,85 (untuk komponen struktur dengan tulangan spiral) atau 0,80 (untuk komponen struktur dengan tulangan pengikat) dengan kekuatan aksial desain pada eksentrisitas nol ϕP_o .
- Komponen struktur yang dibebani aksial tekan harus didesain terhadap momen maksimum yang mungkin menyertai beban aksial. Beban aksial terfaktor P_u dengan eksentrisitas yang ada tidak boleh melampaui nilai yang diberikan dalam pasal 10.3.6. Momen terfaktor maksimum M_u harus diperbesar untuk memperhitungkan pengaruh kelangsingan sesuai dengan pasal 10.10.

3.8.4 Kolom pendek

Suatu komponen struktur tekan dikatakan pendek apabila perbandingan kelangsingan yaitu perbandingan panjang tekuk kolom (kl_n) terhadap radius girasi (r) dengan persamaan (3-37) :

$$\frac{kl_n}{r} \left(\left(34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} \right) \right) \quad (3-37)$$

dengan :

nilai M_{1b} / M_{2b} = 1 untuk *unbraced frame*

nilai r = 0,3h untuk kolom persegi

3.8.4.1 Kekuatan kolom pendek dengan beban sentris

Beban sentris menyebabkan tegangan tekan yang merata diseluruh bagian penampang, pada SNI-2847-2002 pasal 9.10(5) dan pada pasal 12.3.5.2 mengenai prinsip perencanaan didapat dengan persamaan (3-38) :

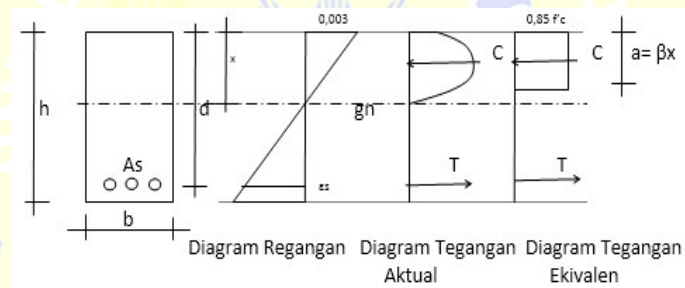
$$P_{n(maxs)} = 0.80(0.85 f'c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}) \quad (3-38)$$

Dengan :

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

3.8.4.2 Kekuatan kolom pendek dengan akibat beban unaksial

Penampang melintang suatu kolom suatu kolom segi empat tipikal dengan distribusi regangan tegangan dan gaya yang bekerja, dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.7 Tegangan gaya-gaya kolom

Sumber : Navy, 1990

Persamaan keseimbangan gaya dan momen pada kolom pendek dapat dihitung dengan persamaan (3-39) :

$$\begin{aligned} P_n &= C_c + C_s - T_s \\ &= 0.85 f'c . b . a + A'_s f'_s - A_s f_y \end{aligned} \quad (3-39)$$

Dengan :

- P_n = Gaya nominal kolom
- F'_c = Kuat tekan beton
- b = Lebar penampang kolom
- a = Tinggi kolom tegangan persegi
- A_s = Luas tulangan tarik
- A'_s = Luas tulangan tekan
- C_c = Gaya tarik pada beton
- C_s = Gaya pada tulangan tarik
- T_s = Gaya pada tulangan tarik

Momen tahanan nominal dihitung dengan keseimbangan momen terhadap sumbu lentur kolom. Dapat dihitung dengan rumus persamaan (3-40).

$$\begin{aligned} M_n &= P_n \cdot e \\ &= C_c(y-a/2) + C_s(y-d') + T_s(d-y) \\ &= 0,85f'_c \cdot b \cdot a(y-a/2) + A'_s \cdot f'_s(y-d') + (A_s \cdot f_s(d-y)) \end{aligned} \quad (3-40)$$

dengan :

- P_n = Gaya nominal kolom
- F'_c = Kuat tekan beton
- b = Lebar penampang kolom
- a = Tinggi kolom tegangan persegi
- A_s = Luas tulangan tarik
- A'_s = Luas tulangan tekan
- C_c = Gaya tarik pada beton
- C_s = Gaya pada tulangan tarik
- T_s = Gaya pada tulangan tarik

- F_s = Tegangan Tarik dalam tulangan yang dihitung pada kondisi beban bekerja
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- d' = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan atas

Apabila P_n adalah beban aksial dan P_{nb} adalah beban aksial dalam kondisi *balance* maka ada tiga kemungkinan jenis keruntuhan :

- 1) $P_n < P_{nb}$ terjadi keruntuhan tarik
- 2) $P_n = P_{nb}$ terjadi keruntuhan *balanced*
- 3) $P_n > P_{nb}$ terjadi keruntuhan tekan

1) Kekuatan tarik menentukan

awal keadaan runtuh dalam hal eksentrisitas yang besarnya dapat terjadi dengan lelehnya tulangan baja yang tertarik. Jika $e > e_b$ atau $P_n > P_{nb}$ maka keruntuhan yang terjadi adalah keruntuhan tarik yang diawali dengan lelehnya tulangan tarik beban aksial nominal pada kondisi tarik. Dapat dihitung dengan persamaan (3-41).

$$p_n = 0,85 f'_c b \left[\left(\frac{h-2e}{2d} \sqrt{\left(\frac{h-2e}{2d} \right)^2 + 2mp \left(1 - \frac{d'}{d} \right)} \right) \right] \quad (3-41)$$

dengan :

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

2) Kondisi keruntuhan *balanced*

Jika eksentrisitas semakin kecil maka ada suatu transisi dari keruntuhan tarik ke keruntuhan tekan. Kondisi keruntuhan *balanced* tercapai apabila tulangan tarik mengalami regangan leleh dan saat itu pula beton mengalami regangan batasnya. Persamaan tinggi balok tekan pada kondisi seimbang dihitung dengan persamaan (3-42).

$$\alpha b = \beta_1 \cdot \epsilon_b = \beta_1 \frac{\epsilon_{00d}}{\epsilon_{00} + f_y} \quad (3-42)$$

Besarnya gaya aksial dan momen yang mampu ditahan kolom pada kondisi *balanced* dapat dihitung dengan persamaan (3-43) dan persamaan (3-44).

$$P_{nb} = 0,85 f'_c b \alpha + A'_s f'_s - A_s f_y \quad (3-43)$$

$$M_{nb} = 0,85 f'_c b \alpha_b \left(\frac{h}{2} - \frac{\alpha_b}{2} \right) + A'_s f'_s \left(\frac{h}{2} - d' \right) - A_s f_y \left(d - \frac{h}{2} \right) \quad (3-44)$$

dengan :

- Pnb = Gaya nominal kolom pada kondisi seimbang
- F'c = Kuat tekan beton
- b = Lebar penampang kolom
- h = Tinggi kolom tegangan persegi
- a = Tinggi kolom tegangan persegi
- As = Luas tulangan tarik
- A's = Luas tulangan tekan
- Fy = Kuat tekan baja
- Fs = Tegangan pada tulangan tarik

- $F's$ = Tegangan pada tulangan tekan
- d = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan tarik
- d' = Jarak antara sisi luar beton tertekan dan tulangan atas

3) Kondisi tekan menentukan

Terjadinya keuntungan tekan diawali dengan hancurnya beton. Eksentrisitas yang terjadi lebih daripada eksentrisitas *balanced* dan beban tekan melampaui kekuatan berimbang. Besar beban aksial nominal dapat dihitung dengan persamaan (3-45).

$$P_n = \frac{A_s f_y}{d} + b \cdot h \cdot \frac{f'_c}{e^2 + 1,18} \quad (3-45)$$

dengan :

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

3.8.5 Kolom panjang

Apabila nilai perbandingan kelangsingan untuk kolom pendek tidak terpenuhi, maka komponen struktur tekan dikatakan kolom panjang. Sehingga diperlukan suatu faktor pembesaran momen agar dapat menambah kekuatan nominal dari kolom panjang tersebut yang dihitung dengan persamaan (3-46).

$$\delta_{sy} = \frac{1}{1 - (\sum P_u / \phi \sum P_c)} > 1 \quad (3-46)$$

dengan :

- δ_{sy} = Beban yang menimbulkan pergeseran sumbu kolom

- $\sum P_c$ = Jumlah dari semua beban tekuk Euler
- $\sum P_u$ = Jumlah dari beban vertical disuatu tingkat

Sehingga diperoleh momen rencana terfaktor yang diperbesar dihitung dengan persamaan (3-47).

$$M_c = M_{2b} + \delta_s M_{2s} \quad (3-47)$$

dengan :

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

3.8.5.1 Faktor pembesaran momen untuk kolom panjang

Pada SNI-2847-2002 menyatakan bahwa apabila suatu kolom adalah kolom panjang, maka momen yang terjadi harus diperbesar dengan suatu faktor pembesaran momen dapat dihitung dengan rumus persamaan (3-48) sampai dengan persamaan (3-53)..

$$M_c = \delta_b M_{2b} + \delta_s M_{2s} \quad (3-48)$$

dengan :

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi P_c}} \geq 1 \quad (3-49)$$

$$\delta_s = \frac{C_m}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c}} \geq 1 \quad (3-50)$$

$$C_m = 0,6 + 0,4 M_{1b} / M_{2b} \geq 0,4 \quad (3-51)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 EI}{(k l_u)^2} \quad (3-52)$$

$$EI = \frac{E_c I_g}{2,5(1 + \beta_d)} \quad (3-53)$$

dengan :

M_c = Momen rencana kolom setelah diperbesar

M_{2b} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban gravitasi

M_{2s} = Momen berfaktor terbesar pada ujung kolom akibat beban yang menimbulkan goyangan ke samping seperti beban gempa.

3.8.6 Penulangan geser kolom

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

Menurut SNI-2847-2002 pasal 13.3.1.2 dan 13.3.2.3 mengenai kemampuan geser yang disumbangkan oleh beton untuk komponen struktur yang dibebani tekan aksial dan untuk komponen struktur yang mengalami gaya tarik aksial yang besar yaitu dengan persamaan (3-54) dan persamaan (3-55) :

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \left(\frac{\sqrt{f'c}}{6}\right) b_w d \quad (3-54)$$

dengan :

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

- F'_c = Kuat tekan beton

Besaran N_u/A_g harus dinyatakan dalam MPa

Untuk komponen struktur yang mengalami gaya tarik aksial yang besar dihitung dengan persamaan (3-55).

$$V_c = \left(1 + \frac{N_u}{14A_g}\right) \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b_w d \quad (3-55)$$

dengan :

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

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

Apabila geser yang bekerja lebih besar dari kemampuan beton menahan geser, maka kelebihan gaya geser dilimpahkan pada tulangan baja geser sesuai perhitungan seperti halnya balok. Sebaliknya apabila gaya geser yang terjadi kurang dari kemampuan beton, maka dipasang tulangan geser minimum dengan jarak dapat dihitung dengan rumus persamaan (3-56).

$$S = \frac{3A_v f_v}{b_w} \quad (3-56)$$

dengan :

- S = Jarak tulangan geser
- A_v = Luas tulangan dalam daerah 'S'

- b_w = Lebar badan penampang
- F_y = Kuat tekan baja

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

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

3.9 Pondasi

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

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

a) Daya dukung Tiang Tunggal

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

- 1) Kapasitas dukung aksial berdasarkan uji SPT
- 2) Kapasitas dukung aksial berdasarkan kekuatan bahan

- 3) Kapasitas dukung aksial berdasarkan uji sondir (*Bagemenn*)
 - 4) Kapasitas dukung aksial berdasarkan metode brose
- b) Kapasitas pendukung tiang kelompok

Kapasitas kelompok tiang tidak selalu sama dengan jumlah kapasitas tiang tunggal yang berada dalam kelompoknya. Hal ini terjadi jika tiang dipancang dalam lapisan pendukung yang mudah mampat atau dipancang pada lapisan tanah yang tidak mudah mampat, namun di bawahnya terdapat lapisan lunak. Dalam kondisi tersebut, stabilitas kelompok tiang tergantung dari dua hal, yaitu :

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

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

Dalam hal beban eksentris atau momen yang disebabkan kombinasi pembebanan, tekanan tanah yang diakibatkan oleh kombinasi pembebanan tidak boleh melebihi harga yang diizinkan. Dapat dihitung dengan persamaan (3-57) dan persamaan (3-58).

Tegangan tanah yang terjadi pada dasar pondasi :

$$\sigma_{maks} = \frac{P}{BL} \left(1 + \frac{e_x}{L} \right) \quad (3-57)$$

$$\sigma_{min} = \frac{P}{BL} \left(1 - \frac{e_x}{L} \right) \quad (3-58)$$

dengan :

- P = Beban aksial
- B = Lebar pondasi arah x
- L = Lebar pondasi arah y

- F_y = Kuat tekan baja

3.9.1 Kapasitas Geser

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

1) Aksi satu arah

Apabila hanya geser dan lentru yang bekerja, kekuatan geser nominal ada dapat dihitung dengan persamaan (3-59) :

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d \quad (3-59)$$

dengan :

V_c harus selalu lebih besar dari gaya geser nominal

b = lebar pondasi

V_n = V_u / ϕ

2) Aksi dua arah

Bidang penampang kritis yang tegak lurus dengan slab dianggap terletak pada lokasi sedemikian rupa sehingga mempunyai keliling minimum b_0 .

Menurut SNI 2847 2002 Pasal 13.1 kekuatan geser penampang dapat dihitung dengan persamaan (3-60) :

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \frac{\sqrt{f'_c}}{6} b \cdot d \leq \frac{\sqrt{f'_c}}{3} b_0 \cdot d \cdot \beta_c \quad (3-60)$$

dengan :

b_0 = keliling kritis, yaitu panjang bidang kritis idealisasi

V_c = Kekuatan Geser pondasi

Jika gedung berada di daerah perkotaan dengan kondisi bangunan yang rapat maka diperlukan pengerjaan pondasi yang tidak menimbulkan getaran seperti tiang pancang. Selain itu, keruntuhan tanah pada sekitar tiang pondasi dapat dihindari. Uraian data tanah dan perhitungan daya dukung pondasi dijelaskan sebagai berikut.

1. Data tanah

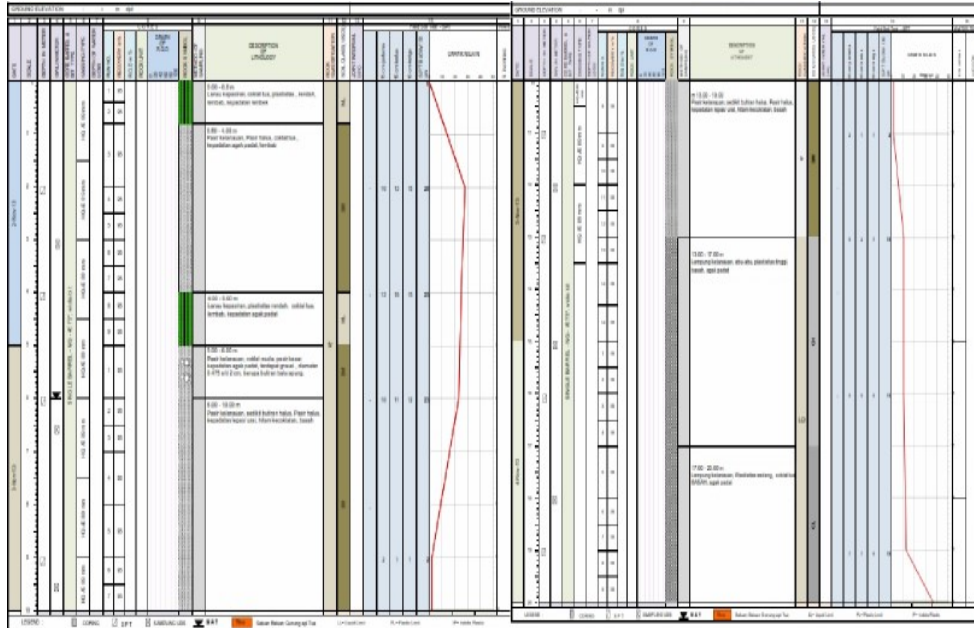
Hasil uji dari keenam titik sondir menunjukkan bahwa tanah keras dengan $q_c > 150 \text{ kg/cm}^2$ terletak pada kedalaman 2,8 m , 3,2 m dan 4,2 m.

Kedalaman (METER)	Perlawanan Konus (KG/CM2)	Jumlah Perlawanan (JP) (KG/CM2)	Kedalaman (METER)	Perlawanan Konus (KG/CM2)	Jumlah Perlawanan (JP) (KG/CM2)	Kedalaman (METER)	Perlawanan Konus (KG/CM2)	Jumlah Perlawanan (JP) (KG/CM2)
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	20,00	30,00	0,20	45,00	55,00	0,20	25,00	30,00
0,40	40,00	50,00	0,40	90,00	98,00	0,40	55,00	60,00
0,60	80,00	95,00	0,60	80,00	85,00	0,60	30,00	35,00
0,80	95,00	105,00	0,80	80,00	90,00	0,80	30,00	37,00
1,00	90,00	100,00	1,00	40,00	50,00	1,00	40,00	50,00
1,20	100,00	110,00	1,20	50,00	55,00	1,20	90,00	100,00
1,40	100,00	110,00	1,40	50,00	60,00	1,40	80,00	85,00
1,60	115,00	125,00	1,60	55,00	60,00	1,60	100,00	105,00
1,80	130,00	140,00	1,80	80,00	85,00	1,80	125,00	130,00
2,00	180,00	185,00	2,00	90,00	100,00	2,00	145,00	150,00
2,20	170,00	176,00	2,20	105,00	120,00	2,20	130,00	135,00
2,40	185,00	190,00	2,40	150,00	155,00	2,40	105,00	110,00
2,60	215,00	220,00	2,60	140,00	145,00	2,60	115,00	120,00
2,80	250,00	> 250	2,80	180,00	185,00	2,80	115,00	120,00
3,00			3,00	200,00	205,00	3,00	120,00	125,00
			3,20	250,00	> 250	3,20	125,00	130,00
			3,40			3,40	130,00	140,00
			3,60			3,60	160,00	165,00
			3,80			3,80	175,00	180,00
						4,00	220,00	225,00
						4,20	250,00	> 250
						4,40		
						4,60		
						4,80		

Gambar 3.8 Hasil Uji Sondir

Sumber : Syahputri, 2016

Hasil uji boring menunjukkan bahwa kedalaman 0 m - 6 m adalah tanah lunak dengan nilai $N_{spt} = 5 - 25$. Tanah keras dengan $N > 50$ mulai kedalaman 20,6 m.



BORING LOG						BORING NO	BT-1	
						SHEET	3	
						TOTAL DEPTH	30	
PROJECT				SOIL INVESTIGASI PERENCANAAN PEMBANGUNAN HOTEL LOUBOK		COMMENCEMENT DATE		
LOCATION				Jl. Jenderal Sudirman, Kota Makassar, NTB		COMPLETION DATE		
COORDINATES				X: 01° 23' 33.3" Y: 118° 07' 15.2"		DRILLER		
GROUND ELEVATION				DEPTH OF G.W.L. : 6.00 m		LOGGED		
DEPTH	SCALE	DEPTH IN METERS	DEPTH IN FEET	DEPTH IN METERS	DEPTH IN FEET	DEPTH IN METERS	DEPTH IN FEET	DEPTH IN METERS
0	10	0	0	0	0	0	0	0
10	20	10	33	10	33	10	33	10
20	30	20	66	20	66	20	66	20
30	40	30	99	30	99	30	99	30
40	50	40	132	40	132	40	132	40
50	60	50	165	50	165	50	165	50
60	70	60	198	60	198	60	198	60
70	80	70	231	70	231	70	231	70
80	90	80	264	80	264	80	264	80
90	100	90	297	90	297	90	297	90
100	110	100	330	100	330	100	330	100
110	120	110	363	110	363	110	363	110
120	130	120	396	120	396	120	396	120
130	140	130	429	130	429	130	429	130
140	150	140	462	140	462	140	462	140
150	160	150	495	150	495	150	495	150
160	170	160	528	160	528	160	528	160
170	180	170	561	170	561	170	561	170
180	190	180	594	180	594	180	594	180
190	200	190	627	190	627	190	627	190
200	210	200	660	200	660	200	660	200
210	220	210	693	210	693	210	693	210
220	230	220	726	220	726	220	726	220
230	240	230	759	230	759	230	759	230
240	250	240	792	240	792	240	792	240
250	260	250	825	250	825	250	825	250
260	270	260	858	260	858	260	858	260
270	280	270	891	270	891	270	891	270
280	290	280	924	280	924	280	924	280
290	300	290	957	290	957	290	957	290
300	310	300	990	300	990	300	990	300
310	320	310	1023	310	1023	310	1023	310
320	330	320	1056	320	1056	320	1056	320
330	340	330	1089	330	1089	330	1089	330
340	350	340	1122	340	1122	340	1122	340
350	360	350	1155	350	1155	350	1155	350
360	370	360	1188	360	1188	360	1188	360
370	380	370	1221	370	1221	370	1221	370
380	390	380	1254	380	1254	380	1254	380
390	400	390	1287	390	1287	390	1287	390
400	410	400	1320	400	1320	400	1320	400
410	420	410	1353	410	1353	410	1353	410
420	430	420	1386	420	1386	420	1386	420
430	440	430	1419	430	1419	430	1419	430
440	450	440	1452	440	1452	440	1452	440
450	460	450	1485	450	1485	450	1485	450
460	470	460	1518	460	1518	460	1518	460
470	480	470	1551	470	1551	470	1551	470
480	490	480	1584	480	1584	480	1584	480
490	500	490	1617	490	1617	490	1617	490
500	510	500	1650	500	1650	500	1650	500
510	520	510	1683	510	1683	510	1683	510
520	530	520	1716	520	1716	520	1716	520
530	540	530	1749	530	1749	530	1749	530
540	550	540	1782	540	1782	540	1782	540
550	560	550	1815	550	1815	550	1815	550
560	570	560	1848	560	1848	560	1848	560
570	580	570	1881	570	1881	570	1881	570
580	590	580	1914	580	1914	580	1914	580
590	600	590	1947	590	1947	590	1947	590
600	610	600	1980	600	1980	600	1980	600
610	620	610	2013	610	2013	610	2013	610
620	630	620	2046	620	2046	620	2046	620
630	640	630	2079	630	2079	630	2079	630
640	650	640	2112	640	2112	640	2112	640
650	660	650	2145	650	2145	650	2145	650
660	670	660	2178	660	2178	660	2178	660
670	680	670	2211	670	2211	670	2211	670
680	690	680	2244	680	2244	680	2244	680
690	700	690	2277	690	2277	690	2277	690
700	710	700	2310	700	2310	700	2310	700
710	720	710	2343	710	2343	710	2343	710
720	730	720	2376	720	2376	720	2376	720
730	740	730	2409	730	2409	730	2409	730
740	750	740	2442	740	2442	740	2442	740
750	760	750	2475	750	2475	750	2475	750
760	770	760	2508	760	2508	760	2508	760
770	780	770	2541	770	2541	770	2541	770
780	790	780	2574	780	2574	780	2574	780
790	800	790	2607	790	2607	790	2607	790
800	810	800	2640	800	2640	800	2640	800
810	820	810	2673	810	2673	810	2673	810
820	830	820	2706	820	2706	820	2706	820
830	840	830	2739	830	2739	830	2739	830
840	850	840	2772	840	2772	840	2772	840
850	860	850	2805	850	2805	850	2805	850
860	870	860	2838	860	2838	860	2838	860
870	880	870	2871	870	2871	870	2871	870
880	890	880	2904	880	2904	880	2904	880
890	900	890	2937	890	2937	890	2937	890
900	910	900	2970	900	2970	900	2970	900
910	920	910	3003	910	3003	910	3003	910
920	930	920	3036	920	3036	920	3036	920
930	940	930	3069	930	3069	930	3069	930
940	950	940	3102	940	3102	940	3102	940
950	960	950	3135	950	3135	950	3135	950
960	970	960	3168	960	3168	960	3168	960
970	980	970	3201	970	3201	970	3201	970
980	990	980	3234	980	3234	980	3234	980
990	1000	990	3267	990	3267	990	3267	990
1000	1010	1000	3300	1000	3300	1000	3300	1000

Gambar 3.9 Hasil Uji N_{spt}

Sumber : Syahputri, 2016

Berdasarkan hasil data tanah dilapangan pada kedalaman 20.5 m didapatkan nilai N-SPT = 50

Tabel 3.28 Nilai SPT

Lapis	N SPT	Kedalaman (m)	Tebal (m)	N'= Tebal/N SPT	
0	0	0	0	0	
1	10	0.8	0.8	0.08	
2	25	4	3.2	0.128	
3	23	5	1	0.043	
4	22	6	1	0.045	
5	2	10	4	2	
6	11	13	3	0.273	
7	13	17	4	0.308	
8	37	20	3	0.081	
9	50	30	10	0.2	
				$\sum N' =$	3.158
				$N = 30 / \sum N' =$	9.498

Sumber : Syahputri, 2016

2. Perancangan Pondasi tiang bor (bor pile)

Dimensi pondasi

Diameter tiang (D)

Panjang pondasi (L)

Keliling pondasi dapat dihitung dengan persamaan (3-61) :

$$\text{Keliling (K)} = \pi \times D \quad (3-61)$$

Luas penampang pondasi dapat dihitung dengan persamaan (3-62) :

$$\text{Luas penampang (A)} = 1/4.\pi.D^2 \quad (3-62)$$

safety Faktor (SF)

Daya dukung Pondasi Bore Pile

N = 50

Tabel 3.29 Nilai q_d untuk pondasi tiang yang dicor ditempat

Jenis tanah	Nilai SPT	q_d (t/m ²)	q_d (kN/m ²)
Lapisan kerikil	$N \geq 50$	750	7500
	$50 > N \geq 40$	525	5250
	$40 > N \geq 30$	300	3000
Lapisan berpasir	$N \geq 30$	300	3000
Lapisan lempung keras		3 q_u	3 q_u

Sumber : Syahputri, 2016

Daya dukung tanah dapat dihitung dengan persamaan (3-62) :

$$QD = 7500 \times A \quad (3-62)$$

Tanah pada kedalaman 20.5 m adalah tanah keras dimana lapisannya berkerikil dan nilai ($N > 50$) maka $Q_d = kN$. Untuk investas gaya geser dinding tiang (L_i) pada tiang yang dicor langsung ditempat adalah $N/2$, tetapi tidak boleh lebih besar dari ($>$)12

Tabel 3.30 Perhitungan $\Sigma L_i.N_i$

Kedalaman (m)	Tebal (m)	Jenis tanah	N SPT	L_i	$N_i.L_i$
0	0	Lanau kepasiran	0	0	0
0.8	0.8	Pasir kelanauan	10	5	4
4	3.2	Lanau kepasiran	25	12	38.4
5	1	Pasir kelanauan	23	11.5	11.5
6	1	Pasir kelanauan	22	11	11
10	4	Pasir kelanauan	2	1	4
13	3	Pasir kelanauan	11	5.5	16.5
17	4	Lempung kelanauan	13	6.5	26
20	3	Lempung kelanauan	37	12	36
				$\Sigma n_i.l_i =$	147.4

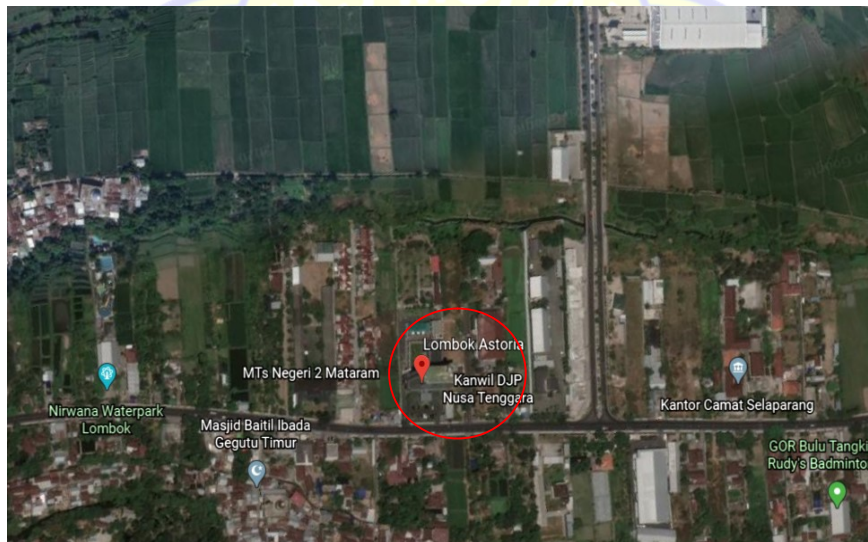
Sumber : Syahputri, 2016

BAB IV

METODE PERENCANAAN

4.1 Peta Lokasi

Hotel golden tulip atau yang sekarang berganti nama menjadi Hotel Lombok Astoria berada di kota mataram yang lebih tepatnya beralamat di Jalan.Jend.Sudirman No 40, Rembiga, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. dengan kode pos 83124. untuk lokasi ini dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Hotel Golden Tulip

(Sumber : *Google Earth* 2020)

4.2 Deskripsi Model Struktur

Hotel Golden Tulip atau yang sekarang berganti nama menjadi Hotel Lombok Astoria merupakan suatu gedung yang digunakan sebagai penginapan dengan bentuk struktur beraturan yang terdiri dari satu bangunan gedung yang

membentang tinggi. Bangunan gedung ini terdiri dari sebelas lantai dengan dilengkapi *besment* dibawah lantai dasarnya dan diatasnya memiliki satu dak untuk atap. Struktur bangunan dirancang dengan menggunakan material beton.

Untuk kondisi tanah nya sendiri menurut SNI-1726-2012 berada pada kondisi tanah lunak dan sisitem plat lantai yang digunakan merupakan sistem pelat lantai dua arah dengan menggunakan struktur beton konvensional. Dalam tugas akhir ini, pada gedung hotel golden tulip akan dirancang dengan menggunakan sistem pelat datar (*flat pate*).

4.3 Pengumpulan Data

4.3.1 Data umum bangunan

- a. Nama Bangunan : Hotel Golden Tulip
- b. Fungsi : Penginapan dan Pertemuan
- c. Jumlah Lantai : 11 Lantai
- d. Tinggi Lantai : - Lantai dasar = 3.8 meter
- Lantai 1 – 3 = 14.6 meter
- Lantai 4 – 12 = 25.2 meter
- e. Tinggi Gedung : 43.6 meter
- f. Sistem Plat : Sistem Pelat Lantai Datar (*Flat Plate*)

4.3.2 Pemodelan struktur

Struktur bangunan utama untuk gedung Hotel Golden Tulip ini direncanakan dengan sistem portal ruang atau portal terbuka dan kolom terjepit kaku pada pondasi, struktur gedung dimodelkan dan dianalisis dengan semua elemen menggunakan program *ETABS V.18*.

Elemen struktur tersebut antara lain :

- a. Penggambaran Plat Lantai
- b. Penggambaran Kolom
- c. Pemodelan Pondasi

4.3.3 Data bahan

a. Material

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

b. Gambar kerja dan desain gedung

Adapun gambar kerja yang terlampir yaitu :

- Denah kolom Hotel Golden Tulip
- Potongan gedung Hotel Golden Tulip
- Data penampang elemen gedung Hotel Golden Tulip

4.3.4 Data tanah

Data tanah yang digunakan berasal dari tempat yang akan dijadikan pembangunan gedung Hotel Golden Tulip Berupa data boring.

4.3.5 Pembebanan

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

a. Beban mati

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

b. Beban hidup lantai dan atap

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

c. Beban angin

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

d. Beban gempa

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

4.3.6 Analisa struktur dengan menggunakan *ETABS V.18*

4.3.6.1 Proses input data

Proses input data untuk perencanaan struktur dengan pengoprasian program *ETABS.V.18* terdiri dari beberapa tahapan diantaranya yaitu pemodelan struktur, pembuatan *Grid Line* (Geometri struktur), pendefinisian material struktur, perencanaan dimensi elemen struktur ,pembebanan struktur, dan analisis struktur.

4.3.6.2 Proses *output* data

Proses *output* yaitu membuat tabulasi dari hasil analisis struktur yang dilakukan pada struktur bangunan. Dari hasil analisa struktur akan digunakan dalam merencanakan analisa dalam mendesain plat lantai sistem pelat lantai datar (*flat plate*) sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Sebelum merencanakan elemen struktur, sebelumnya harus memenuhi hasil dari analisis struktur yang akan di tabulasi , jika belum memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan dalam SNI yang berlaku, maka akan dilakukan analisis ulang.

4.4 Perencanaan Struktur

4.4.1 Perencanaan pelat lantai

Langkah–langkah perencanaan pelat sebagai berikut :

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

4.4.2 Perencanaan kolom

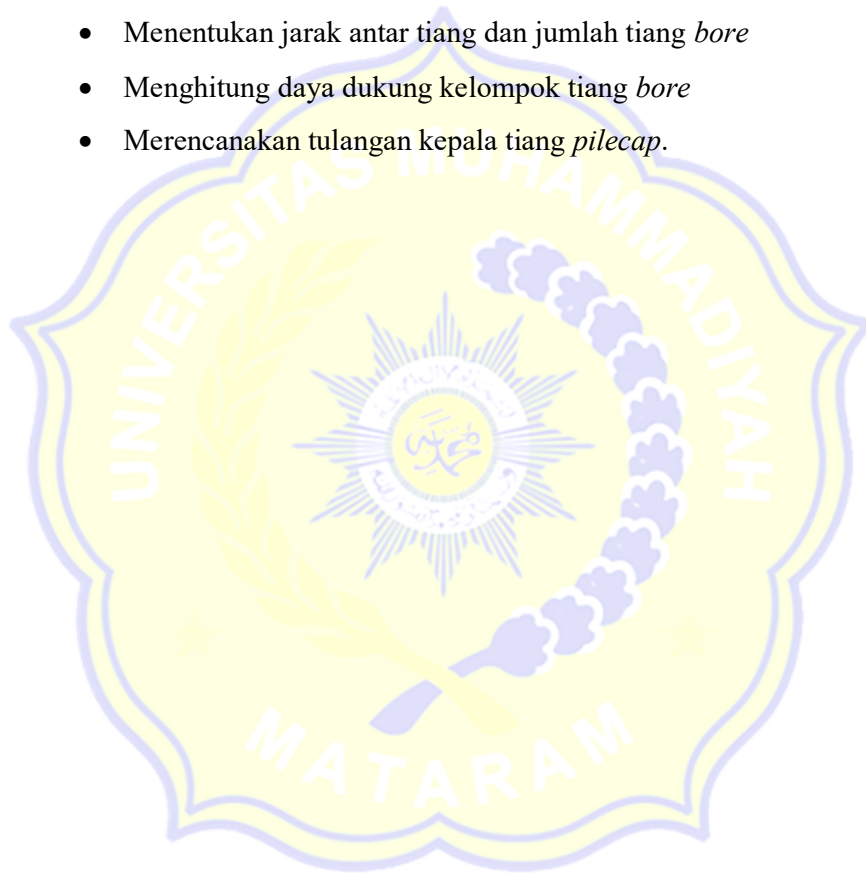
Langkah–langkah perencanaan kolom sebagai berikut :

- Menentukan dimensi kolom
- Menghitung pembebanan kolom
- Menghitung statika
- Menghitung tulangan kolom

4.4.3 Perencanaan pondasi

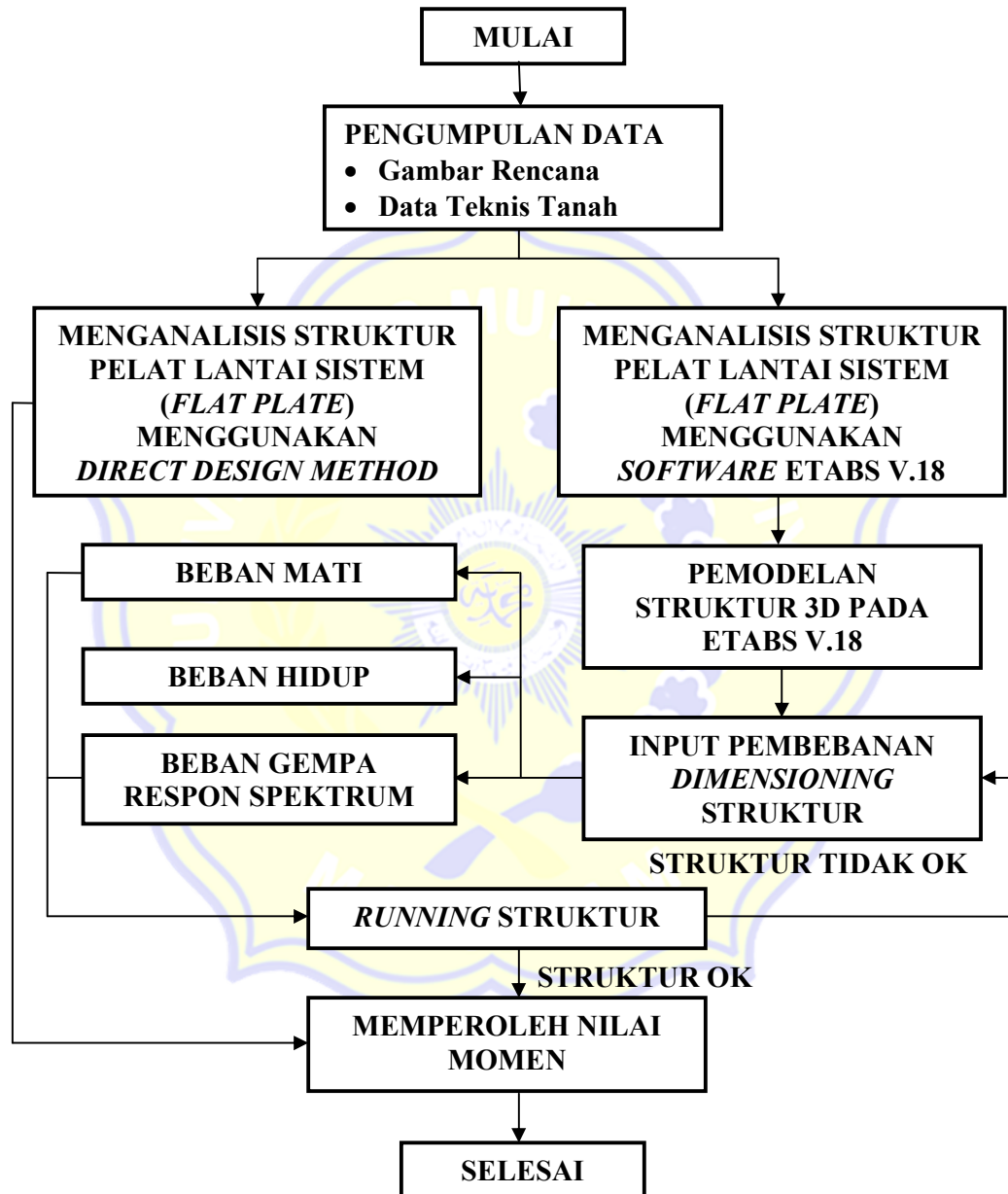
Langkah–langkah perencanaan pondasi yang direncanakan menggunakan bore pile adalah sebagai berikut :

- Menganalisa karakteristik tanah
- Menghitung pembebanan untuk menentuksn daya dukung tanah,
- Menghitung jenis dan dimensi tiang *bore*
- Menghitung daya dukung individual tiang *bore*
- Menentukan jarak antar tiang dan jumlah tiang *bore*
- Menghitung daya dukung kelompok tiang *bore*
- Merencanakan tulangan kepala tiang *pilecap*.

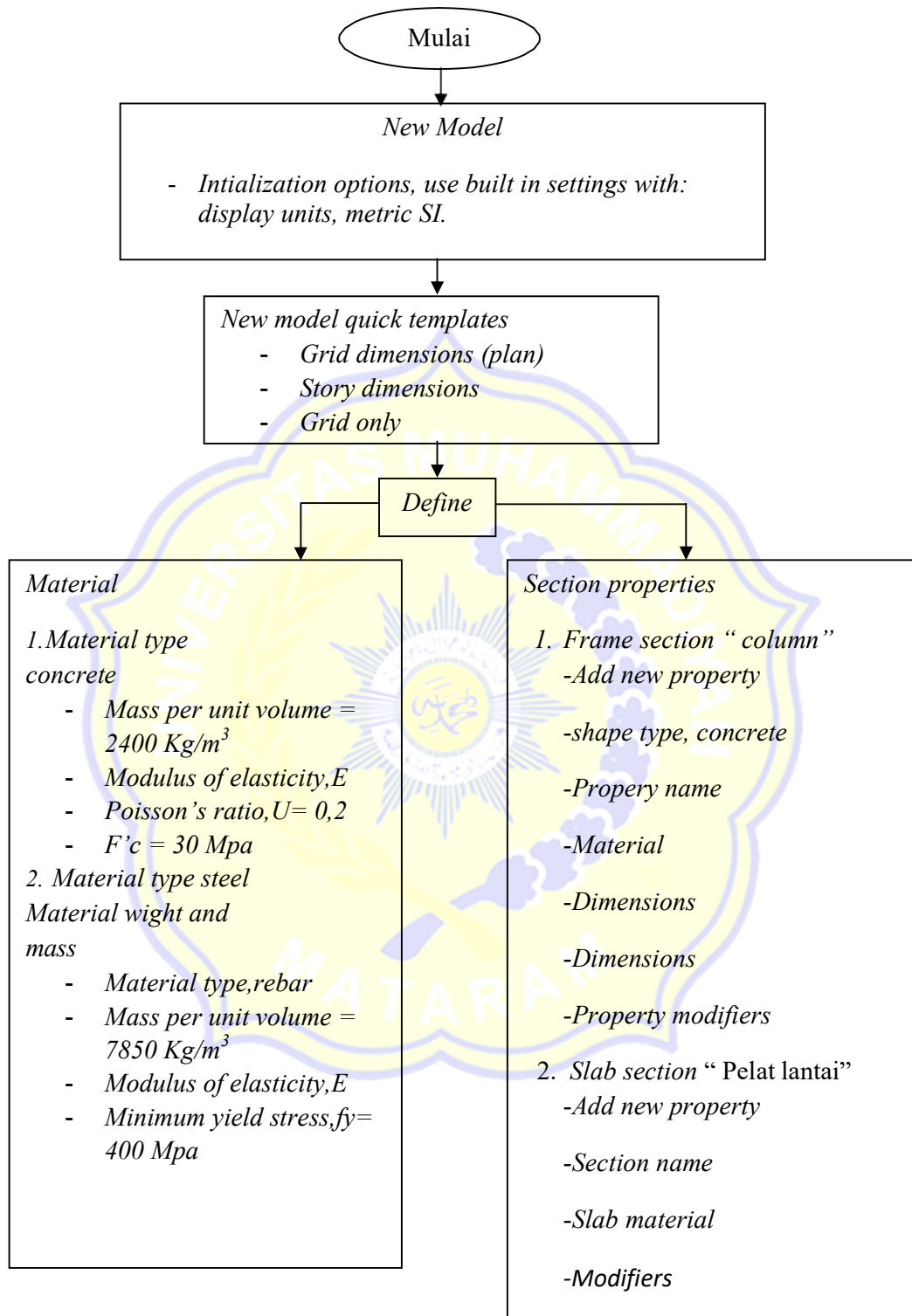


4.2 Bagan Alir Perencanaan Struktur

Untuk lebih jelasnya proses perencanaan, berikut ini disajikan pada gambar 4.2 sampai dengan 4.7 .



Gambar 4.2 Bagan Alir Struktur



Gambar 4.3 Analisa dan desain ETABS V.18

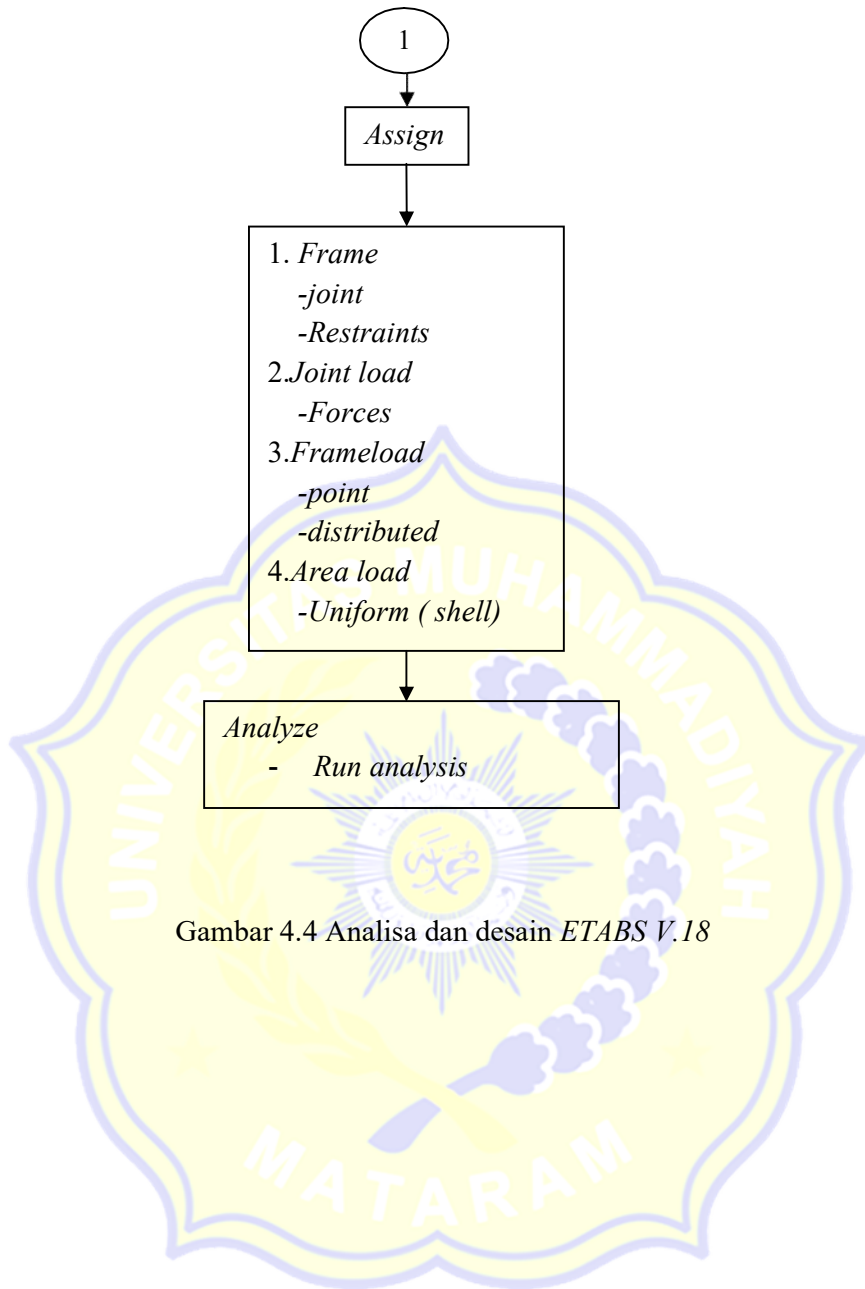
- Dead =1
- Live =0,25
- 4. Fuctions
 - Response spectrum
 - Choose fuctions type to add” ASCE7-2010”
 - Fuctions name
 - Parameters
 - Ss, S1.
 - Soil profile type = V
 - SDS,SD1
- 5. Load pattern
 - Load pattern name”b.mati,b.hidup,b.gempa,b.angin x,y “
 - Type” dead, live,quake,wind
 - Self weight multiplier
- 6. Load cases
 - Load cases name
 - Load cases type
- 7. Load combinations
 - Add new combo
 - Load cases name
 - Load cases Type
 - Scale factor” comb1 =1,4D
 - Comb2 =1,2D+1,6L+0.5(L atau R)
 - Comb3 =1,2D+1,6 (Lr atau R)+(L atau 0.5 w)
 - Comb4 =1,2D+1,0W+L+0.5(Lr, R)
 - Comb5 =1,2D+1,0E+L
 - Comb6 =0.9D+1.0W
 - Comb7=0.9D+1.0E

Draw

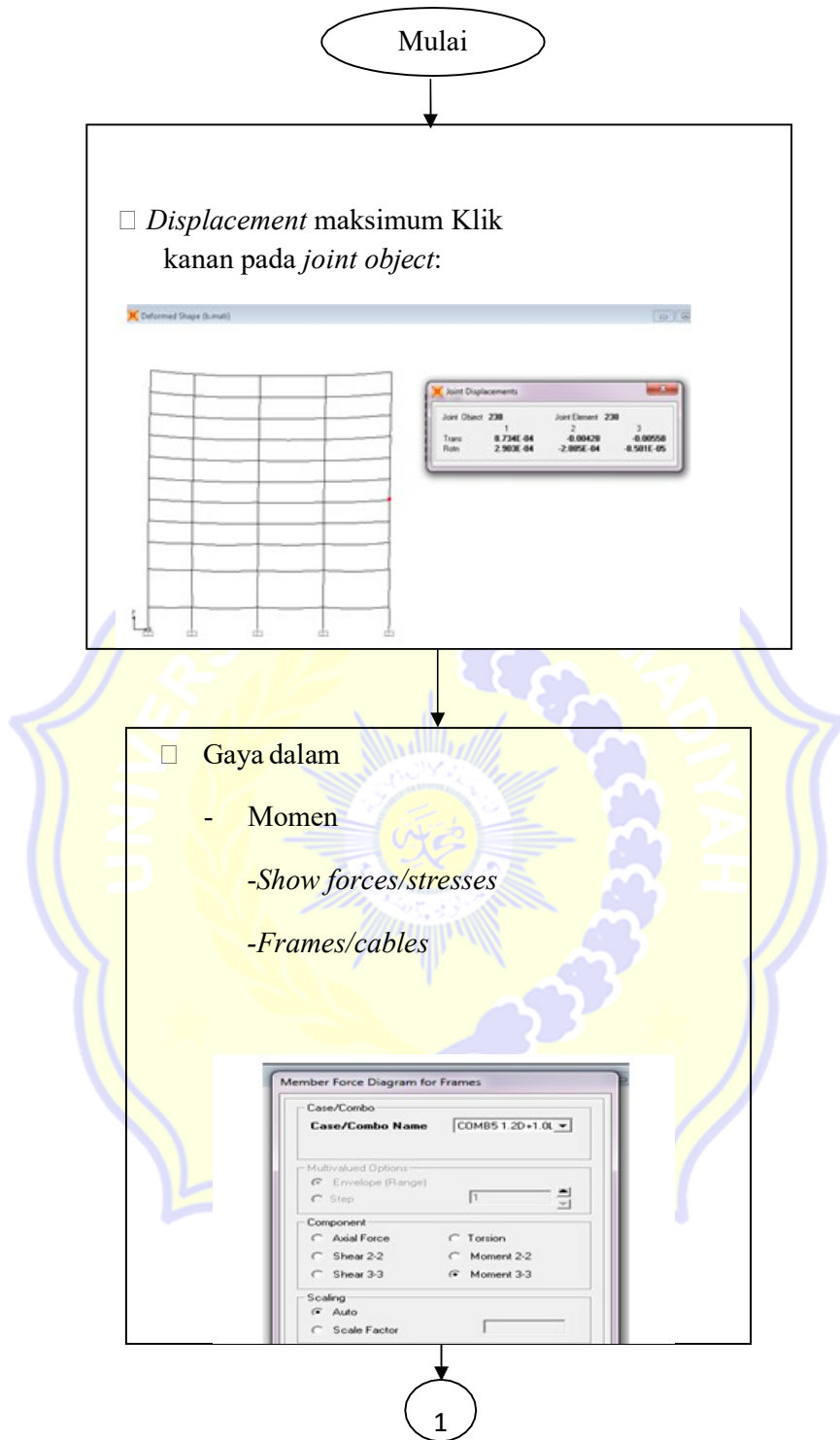
- 1.Draw Beam/column
- 2.Quick draw area

1

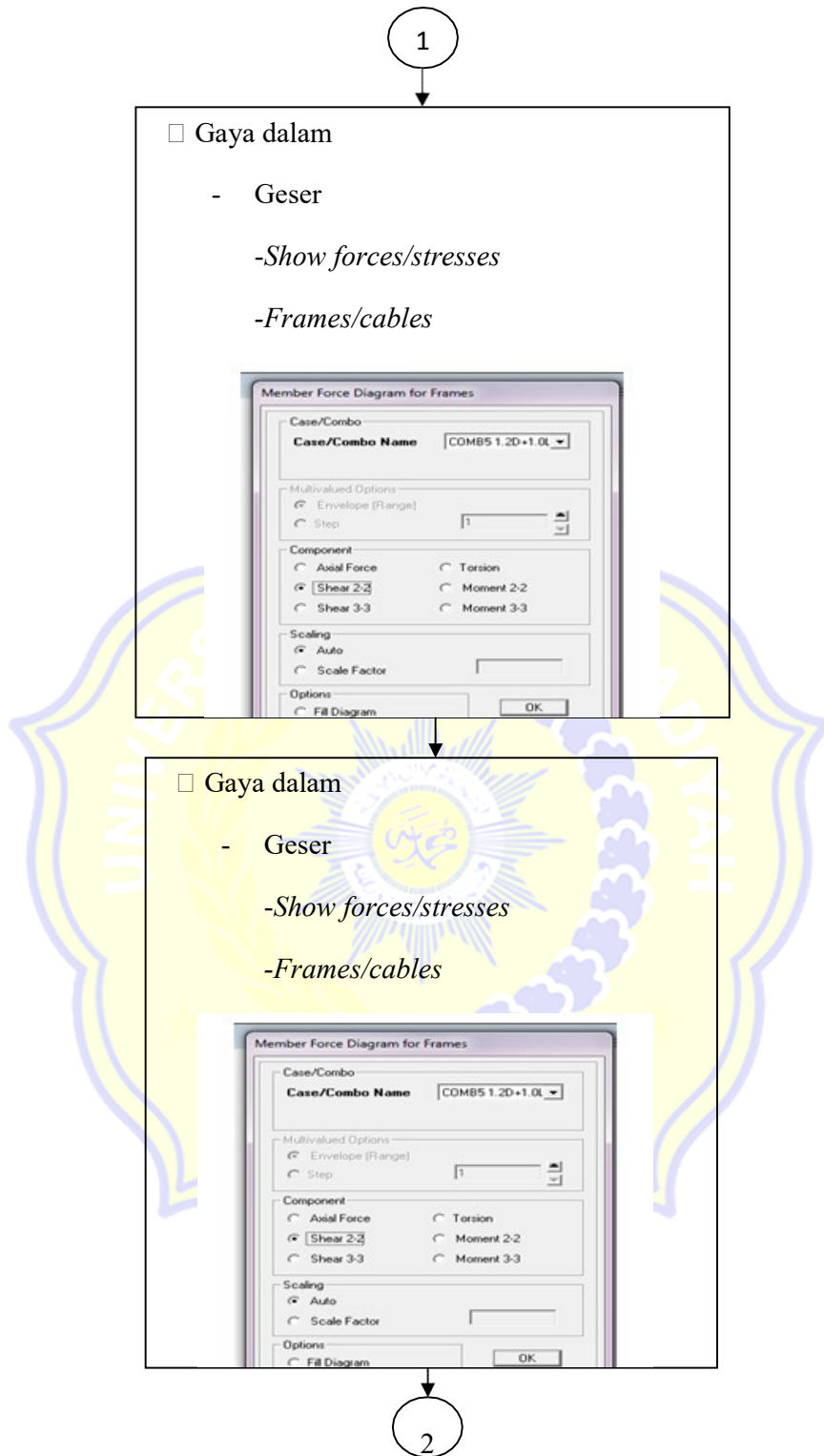
Gambar 4.3 Analisa dan desain ETABS V.18 Lanjutan



Gambar 4.4 Analisa dan desain *ETABS V.18*

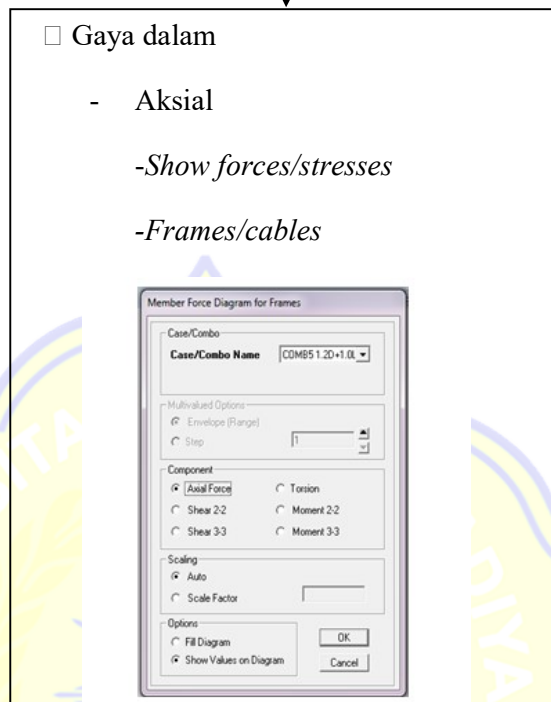


Gambar 4.5 Displacement Maksimum dan Gaya-gaya dalam



Gambar 4.6 *Displacement* Maksimum dan Gaya-gaya dalam

2



Gambar 4.7 *Displacement* Maksimum dan Gaya-gaya dalam

