

SKRIPSI

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL GOLDEN TULIP
MATARAM DENGAN PORTAL BAJA**

**Diajukan Sebagai Syarat Menyelesaikan Studi Strata I
Pada program Studi Teknik Sipil Jenjang Strata I
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram**



**DISUSUN OLEH :
HERNANTA WIRA SAKTI
416110078**

**PROGRAM STUDI JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
TAHUN 2020**

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING
SKRIPSI

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL GOLDEN TULIP
MATARAM DENGAN PORTAL BAJA

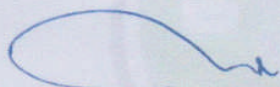
Disusun Oleh:

HERNANTA WIRA SAKTI

416110078

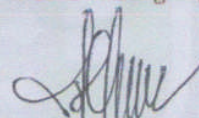
Mataram, 22 Juli 2020

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



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

Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

 Dekan,

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

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI
SKRIPSI

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL GOLDEN TULIP
MATARAM DENGAN PORTAL BAJA

Yang Dipersiapkan dan Disusun Oleh:

NAMA : HERNANTA WIRASAKTI
NIM : 416110078

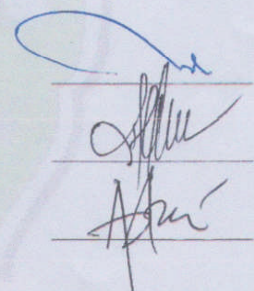
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada hari, Rabu, 12 Agustus 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

1. Penguji I : Dr. Eng. Hariyadi, ST., M. Sc (Eng)
2. Penguji II : Maya Saridewi P, ST., MT
3. Penguji III : Dr. Heni Pujiastuti, ST., MT



Mengetahui,

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
FAKULTAS TEKNIK

 Dekan,
Dr. H. Istiamy Rusyda, ST., MT
NIDN. 0824017501

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Skripsi dengan judul "*PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL GOLDEN TULIP MATARAM DENGAN POTRTAL BAJA*" 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 pada masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
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 dikemudia 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, 22 Juli 2020
Pembuat pernyataan,



HERNANTA WIRASAKTI
NIM : 416110078



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 : HERNANTA WIRA SAKTI
NIM : 416110078
Tempat/Tgl Lahir : Mataram, 01-10-1997
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : Wa. 087810283586
Judul Penelitian :-

Perencanaan Ulang Struktur Hotel Golden Tulip Mataram dengan Portal Baja

Bebas dari Plagiarisme dan bukan hasil karya orang lain. 47 %

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 : 19 Agustus 2020

Penulis



HERNANTA WIRA SAKTI
NIM 416110078

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos. M.A.
NIDN. 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 : HERNANTA WIRA SAKTI
NIM : 416.11.00.78
Tempat/Tgl Lahir : Mataram, 01-10-1997
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
No. Hp/Email : Wa. 087810 283 584
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:

Perencanaan ulang struktur Hotel Golden Tulip Mataram dengan Portal Bar...

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 : 19 Agustus 2020



HERNANTA WIRA SAKTI
NIM. 416 11 00 78

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“



PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir/skripsi sebagai sayarat kelulusan.

Atas izin Allah SWT saya persembahkan karya ini kepada:

1. **Ibu dan Bapak**, yang sangat saya hormati, saya cintai dan saya banggakan, terimakasih atas semua dukungan, doa dan harapan baik materi maupun rohani, saya ucapkan sekali lagi Terimakasih untuk semuanya.
2. **Keluarga besarku**, adik, paman, bibi dan semuanya yang telah memberi dukungan agar bisa menyelesaikan tugas akhir ini sehingga saya bisa mendapatkan gelar serjana.
3. **Ibu dan Bapak Dosen** yang telah membimbing dan mendidik saya dari awal perkuliahan sampai akhir perkuliahan.
4. **Kepada semua**, yang telah mendukung dan memberikan motivasi untuk menyelesaikan laporan tugas akhir/skripsi ini, terimakasih.

KATA PENGANTAR

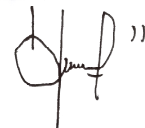
Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Perencanaan Ulang Gedung Hotel Golden Tulip Mataram dengan Struktur Portal Baja ini dapat diselesaikan sebagaimana mestinya. oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan 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, 2020

Penulis,



HERNANTA WIRA SAKTI

NIM : 416110078

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
SURAT PERNYATAAN BEBAS PELAGIARISME	v
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI	vi
MOTTO	vii
LEMBAR PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL	xxv
ABSTRAK	xxx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
2.1 Kajian Teori	4
2.2 Peraturan Perencanaan	5
2.3 Kombinasi Beban Terfaktor	6
2.4 Analisis Beban Dinamik Respon Spektrum SNI 1726:2012	7
2.5 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen SNI 1726:2012	8
2.5.1 Kelas lokasi tanah	8
2.5.2 Koefisien amplifikasi getaran	8

2.5.3 Parameter percepatan respon spektra.....	9
2.5.4 Parameter percepatan respon desain	10
2.5.5 Priode fundamental	10
2.5.6 Faktor keutamaan.....	10
2.5.7 Kategori desain seismik	11
2.5.8 Sistem penahan gaya seismik.....	13
2.5.9 Periode fundamental pendekatan	14
2.5.10 Koefisien respon seismik	14
2.5.11 Gaya geser dasar (V).....	15
2.5.12 Batasan simpangan.....	16
2.5.13 Skala gaya	16
2.5.14 Distribusi gaya gempa.....	17
2.6 Analisis Beban Angin SNI 1727:2013.....	18
2.7 Persyaratan Analisa Struktur.....	23
2.8 Perencanaan Struktur Komposit Pelat Lantai	25
2.8.1 Sifat sifat mekanis beton bertulang.....	25
2.8.2 Batasan desain pelat satu arah.....	26
2.9 Perencanaan Balok Wf.....	35
2.9.1 Sifat sifat mekanis baja	35
2.9.2 Tabel baja.....	35
2.9.3 Berat sendiri bangunan dan komponen gedung.....	37
2.9.3.1 Beban mati	37
2.9.3.2 Beban hidup	37
2.9.4 Batasan momen.....	37
2.9.5 Batas batas lendutan.....	38
2.9.6 Penampang kompak	42
2.9.7 Penampang tak kompak	42
2.9.8 Analisis plastis	42
2.9.9 Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral... 43	
2.9.9.1 Batasan momen	43
2.9.9.2 Pengekang lateral.....	44

2.9.9.3 Bentang pendek	44
2.9.9.4 Bentang menengah.....	45
2.9.9.5 Bentang panjang	45
2.9.9.6 Definisi panel pelat badan.....	45
2.9.10 Kuat geser.....	45
2.9.11 Kuat geser nominal.....	46
2.9.12 Kuat geser	46
2.9.13 Metode intraksi geser dan lentur	47
2.10 Komponen Struktur Tekan.....	48
2.10.1 Perencanaan akibat gaya tekan.....	48
2.10.2 Perbandingan kelangsingan.....	48
2.10.3 Gaya tekuk elastic	48
2.10.4 Daya dukung nominal komponen struktur tekan.....	49
2.10.5 Momen untuk komponen struktur tak- bergoyang	49
2.10.6 Momen untuk komponen struktur bergoyang	50
2.10.7 Persamaan interaksi aksial-momen	51
2.11 Sambungan Baut Mutu Tinggi.....	54
2.11.1 Kuat tumpu.....	54
2.11.2 Ukuran lubang.....	56
2.11.3 Baut dalam geser	56
2.11.4 Baut yang memikul gaya tarik	56
2.11.5 Perhitungan jumlah baut	57
2.11.6 Periksa gaya geser balok.....	57
2.12 Tata Letak Baut	58
2.12.1 Jarak	58
2.12.2 Jarak tepi minimum.....	58
2.12.3 Jarak maksimum.....	59
2.12.4 Jarak tepi maksimum.....	59
2.13 Perhitungan Siku Penyambung Atas dan Bawah	61
2.14 Tabel Profil Siku –Siku Sama Kaki	62
2.15 Perhitungan Jumlah Baut Pada Sambungan.....	62

2.15.1	Perhitungan jumlah baut pada sambungan <i>flens</i> balok.....	62
2.15.2	Perhitungan jumlah baut pada sambungan <i>web</i> kolom.....	62
2.15.3	Perhitungan jumlah baut pada sambungan <i>web</i> balok dengan <i>web</i> kolom.....	62
2.16	Sambungan Baja ke Beton pada Base Plate	66
2.16.1	Kuat tumpu beton.....	67
2.16.2	Tekan konsentris	68
2.16.3	Tegangan beton untuk momen kecil tanpa angkur.....	69
2.16.4	Menghitung m dan n	69
2.16.5	Momen besar dengan angkur	70
2.16.6	Perencanaan sambungan las	71
2.17	Pondasi	73
2.17.1	Daya dukung bore pile	73
2.17.2	Kontrol gaya geser	75
2.17.2.1	Gaya geser satu arah.....	75
2.17.2.2	Kontrol gaya geser dua arah.....	75
2.17.2.3	Gaya aksial pada tiang pancang	76
BAB III	METODE PERENCANAAN	77
3.1	Lokasi dan Deskripsi Model Struktur	77
3.2	Data Perencanaan	80
3.2.1	Data umum bangunan	80
3.2.2	Data tanah	80
3.3	Preliminary Desain dan Pembebanan	80
3.3.1	Preliminary desain.....	80
3.3.2	Pembebanan	80
3.3.2.1	Beban mati	80
3.3.2.2	Beban hidup lantai dan atap.....	81
3.3.2.3	Beban gempa.....	81
3.3.2.4	Kombinasi pembebanan.....	81
3.4	Analisa Struktur dengan SAP2000	82
3.5	Tahap Perencanaan Struktur	82

3.5.1 Analisa respon spektrum.....	82
3.5.2 Perencanaan pelat.....	88
3.5.3 Perencanaan balok	88
3.5.4 Perencanaan kolom	89
3.5.5 Perencanaan sambungan	89
3.5.6 Perencanaan pondasi.....	89
3.6 Hasil Gaya-Gaya Dalam	91
3.7 Bagan Aliran	97
BAB IV HASIL ANALISIS DAN PERENCANAAN.....	104
4.1 Umum	104
4.2 Data Perencanaan.....	104
4.2.1 Material struktur.....	104
4.2.2 Dimensi komponen struktur.....	105
4.2.2.1 Dimensi balok	105
4.2.2.2 Dimensi kolom.....	105
4.2.2.3 Pelat lantai.....	106
4.2.3 Beba struktur	107
4.2.4 Perhitungan beban mati.....	107
4.2.5 Beban gempa.....	109
4.2.5.1 Analisa beban gempa statik ekivalen.....	110
4.3 Koefisien Respon Dinamik	110
4.4 Menghitung Gaya Geser Dasar	111
4.5 Pengecekan Berdasarkan Analisa Ragam Respon Spektrum	112
4.6 Partisipasi Massa.....	113
4.7 Distribusi Gaya Gempa.....	114
4.8 Beban Angin	116
4.8.1 Manual analisa beban angin.....	116
4.9 Parameter Metode Analisa Langsung	118
4.9.1 Refrensi desain SAP2000	118
4.10 Perhitungan Pelat “D”	119
4.10.1 Data-data perhitungan	119

4.10.2	Diameter tulangan pelat lantai	120
4.10.3	Menghitung nilai momen	120
4.10.4	Cek kuat geser beton	120
4.10.5	Menentukan tinggi efektif (d)	121
4.10.6	Nilai koefisien resistance (R_n)	121
4.10.7	Menghitung rasio tulangan (ρ)	121
4.10.8	Menghitung tinggi beton kekang (a)	122
4.10.9	Menghitung tinggi garis netral (x)	123
4.10.10	Kontrol regangan leleh baja (ϵ_s)	123
4.10.11	Menghitung luas tulangan pokok	124
4.10.12	Jarak tulangan pokok	124
4.10.13	Kontrol jarak tulangan pokok	124
4.10.14	Luas tulangan susut (A_s susut)	124
4.10.15	Jarak tulangan (S susut)	125
4.10.16	Kontrol jarak tulangan susut	125
4.10.17	Perhitungan pelat lantai bondek	125
4.10.18	Menghitung <i>flexural strength</i>	126
4.11	Perhitungan balok induk	128
4.11.1	Data perencanaan	128
4.11.2	Cek Z_x terhadap S_x	129
4.11.3	Cek kekompakan profil	129
4.11.4	Cek kapasitas berdasarkan kuat lentur nominal penampang	130
4.11.5	Tekuk lateral	130
4.11.6	Kontrol kuat geser	132
4.11.7	Interaksi geser dan momen	133
4.12	Perhitungan kolom	134
4.12.1	Data perencanaan	134
4.12.2	Cek Z_x terhadap S_x	135
4.12.3	Cek kekompakan profil	135
4.12.4	Tekuk lateral	136
4.12.5	Menghitung rasio kelangsingan	138

4.12.6	Pembesaran momen	139
4.12.7	Momen maksimum terfaktor.....	140
4.12.8	Interaksi aksial momen	140
4.13	Perhitungan balok anak.....	141
4.13.1	Data perencanaan	141
4.13.2	Cek Z_x terhadap S_x	142
4.13.3	Cek kekompakan profil.....	142
4.13.4	Cek kapasitas berdasarkan kuat lentur nominal penampang	143
4.13.5	Tekuk lateral	143
4.13.6	Kontrol kuat geser.....	145
4.13.7	Interaksi geser dan momen	146
4.14	Sambungan Balok Anak dan Balok Induk.....	147
4.14.1	Data perencanaan	147
4.14.2	Tahanan tumpu pada bagian <i>web</i> dari balok.....	148
4.14.3	Tahanan baut dengan dua bidang geser	148
4.14.4	Perhitungan jumlah baut	148
4.14.5	Periksa geser blok pada WF 400.....	149
4.14.6	Periksa geser blok pada WF 350.....	149
4.15	Sambungan Balok Pada <i>Flens</i> Kolom	151
4.15.1	Data perencanaan	151
4.15.2	Menghitung tahanan nominal baut.....	152
4.15.3	Perhitungan siku penyambung atas dan bawah.....	153
4.15.4	Perhitungan sambungan pada <i>flens</i> balok.....	154
4.15.5	Perhitungan sambungan <i>web</i> kolom dengan siku 200.200.25	155
4.15.6	Sambungan <i>web</i> balok dengan <i>web</i> kolom	155
4.16	Sambungan Kolom – Kolom.....	157
4.16.1	Data perencanaan	157
4.16.2	Menghitung tahanan slip baut.....	158
4.16.3	Menghitung tahanan geser baut	158
4.16.4	Perhitungan sambungan pada <i>flens</i> kolom atas	158

4.16.5	Perhitungan sambungan pada <i>flens</i> kolom bawah	159
4.16.6	Perhitungan sambungan pada <i>web</i> kolom Tanpa pelat pengisi	159
4.17	Sambungan Pelat Dasar “ <i>Base Plate</i> ”	160
4.17.1	Data-data perencanaan	160
4.17.2	Menghitung eksentrisitas	161
4.17.3	Menghitung kuat tumpu beton	161
4.17.4	Menghitung m dan n	162
4.17.5	Panjang kantilever	163
4.17.6	Panjang baut angkur	163
4.17.7	Sambungan antar kolom WF dengan plat dasar	164
4.18	Pondasi	166
4.18.1	Data tanah	166
4.18.2	Daya dukung pondasi tiang bor	167
4.18.2.1	Rencana dimensi tiang pancang	167
4.18.2.2	Kondisi tanah dasar	167
4.18.2.3	Perhitungan daya dukung tiang tunggal	168
4.18.3	Kapasitas dukung ujung bawah tiang Q_b	168
4.18.4	Tahanan gesek tiang Q_s	168
4.18.5	Berat tiang	170
4.18.6	Jumlah tiang yang di butuhkan	171
4.18.7	Efisien klompok tiang	171
4.18.8	Kapasitas dukung kelompok tiang pada tanah pasir	172
4.18.9	Gaya aksial pada tiang pancang	173
4.18.10	Tinjauan geser arah x	174
4.18.11	Tinjauan geser arah y	176
4.18.12	Cek geser pons dua arah	178
4.18.13	Tulangan <i>pile cap</i>	179
4.18.14	Penulangan bor <i>pile</i>	181
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		185
5.1	Kesimpulan	185

5.2 Saran 186

DAFTAR PUSTAKA

Lampiran 1- Gambar hasil analisa beban tangga, SAP2000 V14

Lampiran 2- Gambar

Lampiran 3- Gambar data sondir



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Spektrum respon desain (Sumber :puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain spektra_indonesia_2011).....	7
Gambar 2.2 Tekanan yang diterapkan secara bersamaan pada dinding di sisi angin datang dan di sisi angin pergi (Sumber: SNI-1727 : 2013 pasal 27.4.1).....	22
Gambar 2.3 Momen yang dipengaruhi efek P-delta (Sumber: Dewobroto. 2014).....	24
Gambar 2.4 Pendekatan momen (Sumber: Vis. 1993 dan Gedeon. 1975).....	29
Gambar 2.5 Penampang komposit pelat lantai bondek (Sumber: SDI-C-2011).....	34
Gambar 2.6 Tabel profil (Sumber: Gunawan. 1993 dan Morisco. 1987).....	35
Gambar 2.7 Tabel profil (Sumber: Gunawan. 1993 dan Morisco. 1987).....	36
Gambar 2.8 Penampang profil (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.5-1).....	42
Gambar 2.9 Nilai k_c untuk kolom dengan ujung-ujung yang ideal (Sumber SNI 1729 2002. Gambar 7.6-1).....	52
Gambar 2.10 Nilai k_c untuk kolom (Sumber SNI 1729 2002. Gambar 7.6-2)	53
Gambar 2.11 Jarak a dan jarak baut terhadap <i>flens</i> atas balok (Sumber: Setiawan. 2008).....	60
Gambar 2.12 Tabel profil siku-siku samakaki (Sumber : Gunawan. 1993 dan Morisco. 1987).....	61
Gambar 2.13 Pelat dasar (<i>Base Plate</i>) kolom baja (Sumber: <i>Load and Resistance Factor Design of W-Shapes Encased in Concrete Design Guide 06</i> , 1992)	66
Gambar 2.14 Distribusi Tegangan segitiga akibat eksentrisitas kecil (Sumber: <i>AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design</i> , 2006)	67
Gambar 2.15 Desain Base-plate dengan beban tekan (Sumber: <i>AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design</i> , 2006).....	68
Gambar 2.16 Distribusi tegangan segitiga akibat eksentrisitas besar (Sumber: <i>AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design</i> , 2006)	70
Gambar 2.17 Dimensi las sudut untuk perhitungan tegangan geser (Sumber: <i>AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design</i> , 2006)	72

Gambar 2.18 Gaya Geser Pons Pada Pile Cap (Sumber: Teknik pondasi, Hary christady hardiyatmo.1996).....	76
Gambar 3.1 Lokasi pembangunan gedung hotel golden tulip (Sumber: <i>Google Earth</i> 2020)	77
Gambar 3.2 Denah lantai lima (Sumber: Hariyadi. 2020).....	78
Gambar 3.3 Potongan memanjang (Sumber: Hariyadi. 2020)	78
Gambar 3.4 Potongan memanjang (Sumber: Hariyadi. 2020)	79
Gambar 3.5 Potongan melintang portal struktur (Sumber: Hariyadi. 2020).....	79
Gambar 3.6 Lokasi desain spektra Indonesia	82
Gambar 3.7 Grafik spektral percepatan.....	83
Gambar 3.8 Grafik spektral percepatan tanah sedang, SD	83
Gambar 3.9 Tabel perhitungan percepatan tanah	84
Gambar 3.10 Memasukkan data respon spektrum	84
Gambar 3.11 Menentukan massa gedung	85
Gambar 3.12 Menentukan jenis analisis respon spektrum	85
Gambar 3.13 Memasukkan skala faktor untuk kombinasi beban.....	87
Gambar 3.14 Menentukan <i>set analysis options</i>	87
Gambar 3.15 Analisis <i>Case To Run</i>	88
Gambar 3.16 Momen dan gaya geser (Sumber: SAP2000 V.14)	91
Gambar 3.17 Momen dan gaya geser (Sumber: SAP2000 V.14)	91
Gambar 3.18 Momen x dan gaya geser (Sumber: SAP2000 V.14)	92
Gambar 3.19 Gaya aksial (Sumber: SAP2000 V.14).....	92
Gambar 3.20 Momen y dan gaya geser (Sumber: SAP2000 V.14)	93
Gambar 3.21 Momen dan gaya geser di $\frac{1}{4}$ bentang (Sumber: SAP2000 V.14)	93
Gambar 3.22 Hasil analisa gaya geser balok 400.200	94
Gambar 3.23 Hasil analisa gaya geser balok 350.250	94
Gambar 3.24 Hasil analisa gaya geser dan momen balok 500.300	95
Gambar 3.25 Hasil analisa gaya geser dan momen balok 500.300	95
Gambar 3.26 Hasil analisa gaya geser dan momen kolom 900.800	96
Gambar 4.1 <i>Preliminary</i> ukuran balok baja profil.....	105
Gambar 4.2 Grafik respon spektrum tanah sedang lokasi gedung	

hotel golden tulip	109
Gambar 4.3 referensi desain AISC-LRFD93 untuk struktur baja.....	118
Gambar 4.4 Penampang komposit pelat lantai bondek.....	127
Gambar 4.5 Sambungan balok anak dan balok induk.....	150
Gambar 4.6 Jarak a dan jarak baut terhadap <i>flens</i> atas balok	153
Gambar 4.7 Tampak Atas	156
Gambar 4.8 Tampak Samping	156
Gambar 4.9 Potongan Tampak Samping	156
Gambar 4.10 Konfigurasi <i>base plat</i>	161
Gambar 4.11 Parameter desain <i>base plate</i>	162
Gambar 4.12 Distribusi tegangan dibawah palat landasan	163
Gambar 4.13 Hasil desain sambungan <i>base plate</i>	165
Gambar 4.14 Hasil uji sondir pada 6 titik	166
Gambar 4.15 Hasil uji $NSPT$ sampai kedalaman 21 m.....	167
Gambar 4.16 Jumlah tiang pancang yang digunakan	172
Gambar 4.17 Tinjauan geser arah X	174
Gambar 4.18 Tinjauan geser arah Y	176
Gambar 4.19 Daerah geser pondasi	178

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Koefisien situs, F_a (<i>Sumber: SNI 1726:2012 pasal 6.2</i>).....	8
Tabel 2.2 Koefisien situs, F_v (<i>Sumber: SNI 1726:2012 pasal 6.2</i>)	9
Tabel 2.3 Kategori resiko II bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa (<i>Sumber: SNI 1726:2012</i>).....	11
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan gedung (<i>Sumber: SNI 1726:2012</i>).....	11
Tabel 2.5 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek (<i>Sumber: SNI 1726:2012</i>).....	11
Tabel 2.6 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik (<i>Sumber: SNI 1726:2012</i>)	12
Tabel 2.7 Sistem penahan gaya seismik pada sistem rangka baja pemikul momen (<i>Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 7.2.2</i>).....	13
Tabel 2.8 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x (<i>Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2.1</i>)	14
Tabel 2.19 Simpangan antar lantai ijin Δ_a (<i>sumber: SNI 1726:2012 Pasal 7.12.1</i>)..	16
Tabel 2.10 Faktor arah angin, K_d (<i>Sumber: SNI 1727:2013 Pasal 26.6</i>).....	19
Tabel 2.11 Konstanta eksposur daratan (<i>Sumber: pasal 26.9.4 SNI 1727:2013</i>)	20
Tabel 2.12 Koefisien Tekanan Internal GC_{pi} (<i>Sumber: Tabel 26.11-1 Pasal 26.11</i>).....	21
Tabel 2.13 Koefisien tekanan angin eksternal, C_p (<i>sumber: SNI 1727:2013 pasal 27.4.1</i>).....	22
Tabel 2.14 Tebal Minimum Pelat (<i>Sumber: Tabel 9.5(a) SNI 2847:2013</i>).....	26
Tabel 2.15 Batasan Lendutan Pelat (<i>Sumber: Tabel 9.5(b) SNI 2847:2013</i>)	27
Tabel 2.16 Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu untuk Pelat.....	28
Tabel 2.17 Sifat mekanis baja struktural <i>Sumber (SNI 1729 2002, halaman 11)</i>	38

Tabel 2.18	Batas lendutan maksimum ¹ (<i>Sumber SNI 1729 2002, table 6.4-1</i> 38	38
Tabel 2.19	Faktor reduksi (ϕ) untuk keadaan kekuatan batas (<i>Sumber SNI 1729 2002, table 6.4-2</i>) 39	39
Tabel 2.20	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (f_y dinyatakan dalam MPa) (<i>Sumber SNI 1729 2002, table 7.5-1</i>) 40	40
Tabel 2.21	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (f_y dinyatakan dalam MPa) (<i>Sumber SNI 1729 2002, table 7.5-1</i>) 41	41
Tabel 2.22	Momen kritis untuk tekuk lateral (<i>sumber SNI 1729 2002, tabel 8.3-1</i>) 43	43
Tabel 2.23	Bentang untuk pengekangan lateral (<i>sumber SNI 1729 2002, tabel 8.3-2</i>) 44	44
Tabel 2.24	Kuat nominal baut dan batang berulir (Sumber: Tabel J3.2 AISC (2010) dalam Dewobroto, 2016) 55	55
Tabel 2.25	Perategang baut minimum (Sumber: Tabel J3.2 AISC (2010) dalam Dewobroto, 2016) 55	55
Tabel 2.26	Jarak tepi minimum (Sumber: SNI 1729 2002.pasal. 13.4)..... 58	58
Tabel 2.27	Tinggi Las Sudut minimum (AISC 2010) 72	72
Tabel 4.1	Desain profil balok baja 105	105
Tabel 4.2	Preliminary profil baja berdasarkan luas lantai maksimum..... 105	105
Tabel 4.3	Desain profil kolom baja..... 106	106
Tabel 4.4	Tipe pelat lantai..... 106	106
Tabel 4.5	Berat struktur tiap lantai..... 111	111
Tabel 4.6	Perhitungan Selisih periode (ΔT) setiap periode 112	112
Tabel 4.7	Jumlah Partisipasi Massa 113	113
Tabel 4.8	Distribusi gaya gempa tiap lantai arah x..... 115	115
Tabel 4.9	Distribusi gaya gempa tiap lantai arah y..... 115	115
Tabel 4.10	Perhitungan ϕ' 169	169
Tabel 4.11	Perhitungan $K_d \cdot T_g \delta$ tiap Lapisan 170	170

Tabel 4.12 Perhitungan Tahanan Gesek Tiang Q_s 170

Tabel 4.13 Susunan tiang pancang..... 173



DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

- a = Tinggi beton kekang
- A = Luas kelompok *bore pile*, $b \times y$.
- A_1 = Luas beton yang dibebani gaya tekan konsentris, mm^2
- A_2 = Luas permukaan beton landasan mm^2
- b = Lebar komponen (mm)
- b = Lebar kelompok *bore pile*.
- c = Kekuatan geser tanah.
- cb = Kohesi tanah di sekitar ujung tiang, kg/cm^2 .
- C_p = Koefisien tekanan eksternal
- d = Jarak yang diukur dari serat terluar hingga titik berat tulangan tarik
- d_s = Jarak dari serat tarik terluar ke pusat tulangan tarik
- D = Beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen
- E = Beban gempa
- f_y = Kuat leleh baja yang di syaratkan, Mpa
- f_c = Kuat tekan beton yang di syaratkan, Mpa
- G = Faktor efek tiup angin
- GC_{pi} = Koefisien tekanan internal
- h_n = Ketinggian struktur (m) diatas dasar sampai akhir tingkat tertinggi
- I = Panjang tiang yang berada dalam tanah, cm.
- L = Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung
- l_n = Panjang bentang bersih dalam arah momen yang ditinjau, diukur dari muka ke muka tumpuan (mm)

- L_r = Beban hidup yang diakibatkan oleh pembebanan atap
 M = Momen (tumpuan atau lapangan), KNm
 N_c = factor daya dukung yang didapat dari grafik *Skempton*.
 M_n = Kuat lentur nominal balok
 M_{nx}, M_{ny} = Momen lentur nominal penampang komponen struktur masing-masing terhadap sumbu-x dan -y
 M_{ux}, M_{uy} = Momen lentur terfaktor masing-masing terhadap sumbu-x dan -y, sudah termasuk pengaruh orde kedua, N-mm
 m = Jarak tepi kolom memanjang ketepi *base plate*
 n = Jarak tepi kolom melintang ketepi *base plate*
 n = Jumlah bore pile
 N_{crs} = Komponen struktur bergoyang, N
 N_i = Beban notional yang digunakan pada level i dari kombinasi beban DFBK dengan satuan *Newton*
 P = Nilai konus dari hasil sondir, kg/cm^2 .
 P_b = Tebal selimut beton
 q = q_z dan q_h adalah q untuk ketinggian z dan h dari atas permukaan tanah.
 q_i = q_h untuk dinding datang, dinding samping, dinding sisi angin pergi dan atap.
 q_u = Beban terbagi rata yang berkerja pada pelat
 Q_b = Tahanan ujung bawah ultimit (kN)
 Q_s = Tahanan ujung gesek (kN)
 Q_u = Daya dukung ultimit (kN)

Q_{pg} = Daya dukung yang diijinkan pada kelompok bore pile.

Q_t = Daya dukung keseimbangan pada kelompok tiang.

Q_{tiang} = Daya dukung kesetimbangan tiang, kg.

Q_{pg} = Daya dukung kelompok tiang

R = Faktor modifikasi *response*

R_n = Kekuatan nominal

R_u = Kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

S = Beban salju

SDS = Parameter percepatan respon spektral pada periode pendek, redaman
5%

$SD1$ = Parameter percepatan respon spektral pada periode 1 detik, redaman
5%

SF = *Safety Factor* (2,5-3,0)

SMS = Parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs

$SM1$ = Parameter sepktrum respon percepatan pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan dengan kelas situs

V = Geser dasar prosedur gaya lateral ekivalen

V_n = Kuat geser nominal pelat badan berdasarkan

V_t = Geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan

V_u = Gaya geser terfaktor pada penampang yang di tinjau

W = Beban angin

- W = Berat *bore pile* (kN)
 x = Tinggi garis netral
 y = Panjang kelompok *bore pile*.
 z = Tinggi gedung di atas elevasi tanah (m)
 z_g = Tinggi nominal lapisan batas atmosfer
 α = Eksponen pangkat kecepatan tiupan angin
 α_m = Rasio kekuatan balok terhadap pelat
 β = Rasio panjang terhadap lebar pelat
 ϵ_c = Tegangan beton
 ϵ_{cu} = Regangan beton
 ρ = Rasio penulangan
 ϕ = Faktor reduksi = 0,9
 Θ = Keliling *bore pile*, cm.
 Φ = Faktor ketahanan
 ϕR_n = Kekuatan desain
 ΘV_n = Kuat geser nominal
 $\sqrt{f_c}$ = Nilai akar dari kuat tekan beton yang di syaratkan, Mpa
 $\sum N_u$ = Jumlah gaya aksial tekan terfaktor akibat beban gravitasi untuk seluruh kolom pada satu tingkat yang ditinjau, N
 Δo_h = Simpangan antar lantai pada tingkat yang sedang ditinjau, mm
 $\sum H$ = Jumlah gaya horizontal yang menghasilkan Δo_h pada tingkat

yang ditinjau, N

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

ϕ_c = ϕ_c adalah untuk komponen struktur tekan = 0,85

ϕ_t = ϕ_t adalah untuk komponen struktur tarik=0,9

ϕ_b = adalah faktor reduksi kekuatan untuk komponen struktur lentur = 0,90



ABSTRAK

Sistem struktur yang digunakan dalam pembangunan hotel ini menggunakan struktur beton bertulang dengan keadaan eksisting elemen struktur relatif berukuran besar. Kemudian untuk merencanakan gedung dengan penampang profil yang lebih kecil, maka dilakukan perencanaan ulang menggunakan struktur portal baja, baik pada elemen balok maupun kolom. Dengan memanfaatkan mutu baja yang sangat tinggi, kelebihan dari struktur baja tersebut dapat menghasilkan dimensi baja yang lebih efisien, diharapkan kinerja baja dapat menambah kekakuan pada struktur dengan elemen struktur yang relatif lebih efisien.

Perencanaan ini menggunakan bantuan program analisa dan desain struktur "SAP2000 V.14" yang meliputi permodelan, pembebanan, dan Analisa struktur. Hasil analisis struktur baja didasarkan pada peraturan perencanaan struktur baja SNI 1729-2002 yaitu digunakan metode perencanaan LRFD "*Load Resistance and Factor Design*" dan peraturan keempaan SNI 1726-2012.

Berdasarkan hasil redesain dengan metode perencanaan LRFD "*Load Resistance and Factor Design*", diperoleh tebal pelat 150 mm dengan tulangan pokok D13-140 mm, tulangan susut D10 – 250 mm. Balok utama yang dipakai menggunakan profil baja WF 600.300.12.25, dan WF 1000.450.16.38 untuk kolom utama. Sambungan pelat dasar *Base plate* menggunakan dimensi 1300 mm x 700 mm, dengan ketebalan pelat yang didapatkan, $t_p = 125$ mm, panjang angkur $L = 650$ mm, dan berjumlah 10 angkur disetiap kolom. Kemudian pondasi didesain menggunakan *pile cap* berdimensi 5,5 x 5,5 x 1,1 m dengan *bore pile* berdiameter 0,5 m berjumlah maksimum 16 tiang di setiap kolom, dan dibor sampai kedalaman 20,6 m.

Kata kunci: *Steel Frame*, "*Load Resistance and Factor Design*", SAP2000 V.14

ABSTRACT

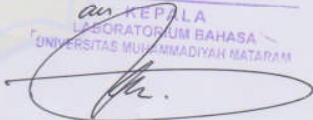
The structural system used in the construction of this hotel uses reinforced concrete structures with relatively large existing structural elements. Then to plan a building with a smaller profile section, a re-planning is carried out using a steel portal structure, both on beam and column elements. By utilizing a very high steel strength, the advantages of this steel structure can produce a more efficient steel dimension, and it is hoped that the performance of the steel can increase the stiffness of the structure with relatively more efficient structural elements.

This planning used the assistance of structural analysis and design program "SAP2000 V.14" which includes modeling, loading, and structural analysis. The results of the steel structure analysis are based on the SNI 1729-2002 steel structure planning rules, the LRFD planning method "Load Resistance and Factor Design", and the SNI 1726-2012 seismic regulation are used.

Based on the results of the redesign with the LRFD planning method "Load Resistance and Factor Design", obtained a plate thickness of 150 mm with principal reinforcement D13-140 mm, shrinkage reinforcement D10-250 mm, the main beam used using steel profiles WF 600.300.12.25, and WF 1000.450.16.38 for the main column, the connection of the base plate. Base plate useD dimensions of 1300 mm x 700 mm, with the thickness of the plates obtained, $t_p = 125$ mm, length of anchor $L = 650$ mm, and a total of 10 anchors in each column. Then the foundation was designed using a pile cap with dimensions of 5.5 x 5.5 x 1.1 m with a bore pile of 0.5 m in diameter totaling a maximum of 16 piles in each column and drilled to a depth of 20.6 m.

Keywords: *Steel Frame*, "*Load Resistance and Factor Design*", SAP2000 V.14

MENGESAHKAN
SALINAN FOTO COPY SESUAI ASLINYA
MATARAM
Kepala
LABORATORIUM BAHASA
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan, dan analisis struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman, selama masa layanannya (Setiawan, 2008). Seiring berjalannya waktu dan perkembangan zaman di Indonesia manusia dapat berinovasi merancang bangunan-bangunan dengan beberapa gaya bangunan yang lebih modern. Selain itu dalam merancang sebuah bangunan struktur, kita membutuhkan beberapa material yang dapat digunakan sebagai bahan pelaksanaannya. Material struktural yang dapat digunakan diantaranya kayu, bambu, beton bertulang, baja, atau pun material pendukung lainnya.

Menurut Setiawan (2008), material baja sebagai bahan konstruksi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan menggunakan material konstruksi lainnya yaitu baja mempunyai kekuatan yang tinggi, sehingga dapat mungurangi ukuran struktur serta mengurangi berat sendiri dari struktur itu sendiri, dan keawetan yang tinggi, serta keuntungan lainnya kemudahan dalam penyambungan antar elemen yang satu dengan yang lain dapat menggunakan alat sambung las ataupun baut.

Pada pembangunan Gedung Hotel Golden Tulip Mataram terdiri dari 11 lantai dengan struktur bawah (*lower structure*) menggunakan pondasi bore pile dan struktur atas (*upper structure*) menggunakan konstruksi beton bertulang. Dalam penelitian ini, penulis akan mendesain ulang struktur atas Gedung Hotel Golden Tulip Mataram dengan menggunakan struktur baja, dikarenakan material baja memiliki mutu yang tinggi di bandingkan dengan material konstruksi lainnya. Oleh dasar itulah penulis meredesain struktur atas dan bawah Gedung Hotel Golden Tulip dengan struktur baja. Dalam perhitungan struktur penulis menggunakan Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI

1729 : 2002), dan untuk kelengkapan syarat-syarat dan rumus, penulis juga menggunakan, Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015) .

1.2 Rumusan Masalah

Dalam mendesain ulang struktur atas dan bawah Gedung Hotel Golden Tulip Mataram menggunakan struktur baja ini, terdapat permasalahan yang timbul yaitu bagaimana proses perencanaan struktur Gedung Hotel Golden Tulip Mataram yang sesuai dengan spesifikasi desain struktur yang aman dan memenuhi Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 1729:2002), Sehingga dasar perhitungan, spesifikasi penulis gunakan sesuai dengan standar nasional Indonesia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari desain ulang struktur atas Gedung Hotel Golden Tulip Mataram menggunakan struktur baja ini, bertujuan untuk menganalisa struktur rangka baja pada Gedung Hotel Golden Tulip Mataram yang sesuai dengan spesifikasi desain struktur yang aman dan memenuhi Spesifikasi Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 1729 : 2002). Sehingga penulis dapat merencanakan elemen struktur yang terdiri dari pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi yang sesuai dengan standar nasional Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih mengarah pada latar belakang dan permasalahan yang telah dirumuskan maka diperlukan batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penulisan sebagai berikut.

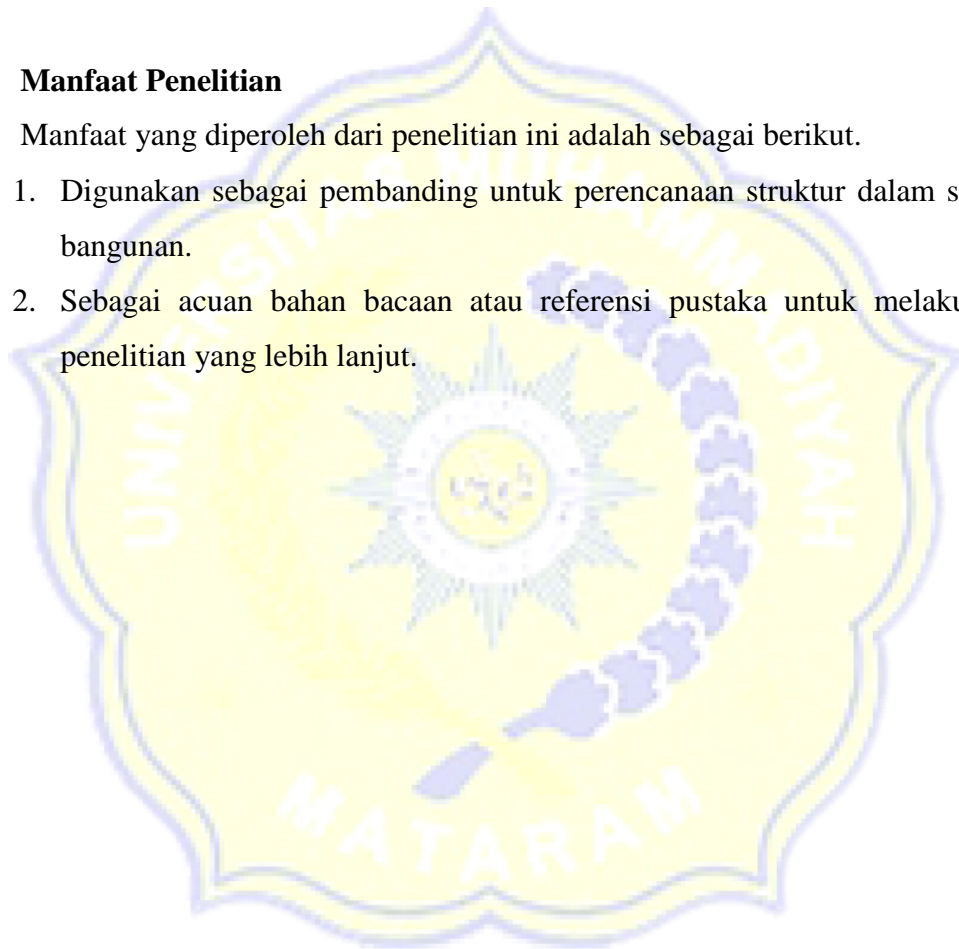
1. Perencanaan struktur gedung hotel meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi.
2. Perhitungan analisa struktur dan pembebanan menggunakan aplikasi *SAP 2000 V.14*

3. Metode perhitungan menggunakan “ *Load Resistance and Factor Design* ”(*LRFD*)
4. Penggambaran komponen struktur menggunakan aplikasi Autocad 2007
5. Analisis perhitungan berdasarkan Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 1729 : 2002), dan untuk pendukung kelengkapan syarat-syarat dan rumus penulis menggunakan, Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015),

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Digunakan sebagai pembandingan untuk perencanaan struktur dalam suatu bangunan.
2. Sebagai acuan bahan bacaan atau referensi pustaka untuk melakukan penelitian yang lebih lanjut.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Teori

Struktur dalam bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan dan atau kehadiran bangunan di atas tanah dan tujuan utama dari struktur adalah memberikan kekuatan pada suatu bangunan. Struktur bangunan dipengaruhi oleh beban mati (*dead load*) berupa berat sendiri, beban hidup (*live load*) berupa beban akibat penggunaan ruangan dan beban khusus seperti penurunan pondasi, tekanan tanah atau air, pengaruh temperatur dan beban akibat gempa.

Menurut Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 03-1729-20015, tujuan dari perencanaan struktur adalah menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan. Suatu struktur disebut stabil jika tidak mudah terguling, miring, atau tergeser selama umur rencana bangunan. Resiko terhadap kegagalan struktur dan hilangnya kemampulayanan selama umur rencananya juga harus diminimalisir dalam batas-batas yang masih dapat diterima. Suatu struktur yang awet semestinya tidak memerlukan biaya perawatan yang terlalu berlebihan selama umur layannya.

Menurut Setiawan (2008), perencanaan adalah sebuah proses untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum. Suatu struktur dikatakan optimum apabila memenuhi kriteria-kriteria berikut :

1. biaya minimum,
2. berat minimum,
3. waktu konstruksi minimum,
4. tenaga kerja minimum,
5. biaya manufaktur minimum, dan,
6. manfaat maksimum pada saat masa layan.

2.2 Peraturan Perencanaan

Peraturan yang digunakan untuk mendesain struktur atas Gedung Hotel Golden Tulip menggunakan konstruksi baja yaitu sebagai berikut.

1. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983.
2. Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain, SNI 1727:2012.
3. Perencanaan struktur baja berdasarkan Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2015)
4. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, SNI 1726:2012.
5. Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain, SNI 1727:2013.

Tentang ketentuan umum persyaratan desain yaitu desain dari komponen struktur dan sambungan harus konsisten dengan perilaku dimaksud dari sistem portal dan asumsi yang dibuat dalam analisis struktur, kecuali dibatasi oleh peraturan bangunan gedung yang berlaku, ketahanan terhadap beban lateral dan stabilitas bisa menggunakan setiap kombinasi komponen struktur dan sambungan. (Sumber : SNI 1729 - 2015 Pasal B1)

Desain harus dibuat sesuai dengan ketentuan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBK) atau dengan ketentuan untuk Desain Kekuatan Izin (DKI). Pada tugas akhir ini dalam perencanaannya didasarkan pada ketentuan DFBK, persyaratan DFBK. Bahwa persyaratan spesifikasi ini bila kekuatan setiap komponen struktural sama atau melebihi kekuatan perlu yang ditentukan berdasarkan kombinasi beban DFBK. Desain harus dilakukan sesuai dengan persamaan 2-1. (Sumber : SNI 1729 - 2015 Pasal B3.3)

$$R_u \leq \phi R_n \quad (2-1)$$

dengan :

R_u = kekuatan perlu menggunakan kombinasi beban DFBK

R_n = kekuatan nominal

Φ = faktor ketahanan

ϕR_n = kekuatan desain

2.3 Kombinasi Beban Terfaktor

Kombinasi beban nominal yang digunakan dalam metode desain kekuatan (DFBK) sesuai dengan kombinasi-kombinasi pada persamaan 2-2 sampai dengan persamaan 2-8.

(Sumber : SNI 1727 - 2013 pasal 2.3.2)

1. $1,4 D$ (2-2)

2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (2-3)

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

4. $1,2 D \pm 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$ (2-5)

5. $1,2 D \pm 1,0 E + L + 0,2 S$ (2-6)

6. $0,9 D \pm 1,0 W$ (2-7)

7. $0,9 D \pm 1,0 E$ (2-8)

dengan :

D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen

L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung

L_r = beban hidup yang diakibatkan oleh pembebanan atap

R = beban hujan

W = beban angin

E = beban gempa

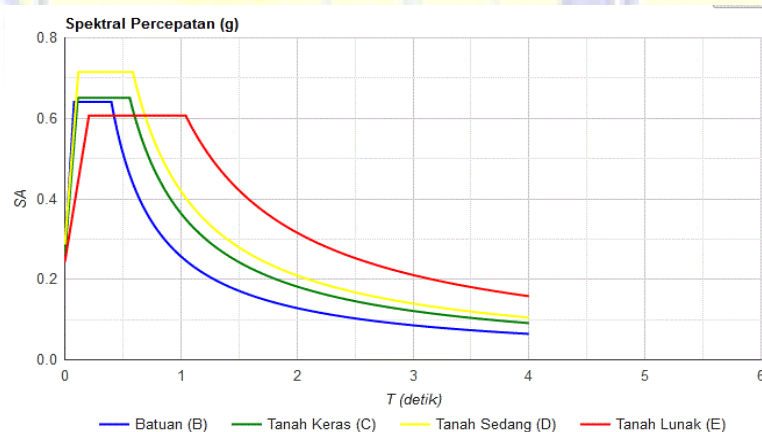
S = beban salju

2.4 Analisis Beban Dinamik Respon Spectrum

Response Spectrum adalah suatu spectrum yang disajikan dalam bentuk grafik antara periode getar struktur dengan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu. Respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum (*Spectral displacement, SD*), Kecepatan maksimum (*Spectral Velocity, SV*) atau percepatan maksimum (*Spectral acceleration, SA*) dari massa struktur. (Sumber : SNI 1726-2012. Pasal 6.1)

Analisis harus dilakukan untuk menentukan ragam getar alami untuk struktur. Analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90 persen dari massa aktual dalam masing masing arah. (Sumber : SNI 1726:2012. Pasal 7.9.1)

Sedangkan parameter respon ragam, nilai untuk masing masing parameter desain terkait gaya yang ditinjau, termasuk simpangan antar lantai tingkat, gaya dukung, dan gaya elemen struktur individu untuk masing masing ragam respon. (SNI 1726:2012. Pasal 6.1). Adapun Gambar response spectrume bisa dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Spektrum respon desain
(Sumber: puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011)

2.5 Analisis Beban Gempa Statik Ekuivalen

Analisis statik pada prinsipnya adalah menggantikan beban gempa dengan gaya-gaya statik ekuivalen yang bertujuan menyederhanakan dan memudahkan perhitungan. Metode ini disebut juga metode Gaya Lateral Ekuivalen (Equivalent Lateral Force Method), yang mengasumsikan besarnya gaya gempa berdasarkan hasil perkalian suatu konstanta / massa dari elemen tersebut.

Untuk mendapatkan gaya geser yang ditimbulkan oleh beban gempa maka diperlukan sejumlah parameter yang dapat dihitung secara matematis. Parameter yang digunakan dalam perencanaan pembebanan gempa pada struktur gedung adalah:

2.5.1 Kelas lokasi tanah

Dalam perumusan kriteria design seismic suatu bangunan dipermukaan tanah atau penentuan ampfikasi besaran percepatan gempa puncak dari batuan dasar permukaan tanah untuk suatu situs diperlukan klasifikasi kelas situs.

2.5.2 Koefisien amplifikasi getaran

Faktor amplifikasi getaran meliputi getaran periode pendek (F_a) dan percepatan periode 1 detik (F_V).didapatkan dari tabel 2.1 dan tabel 2.2. (Sumber : SNI 1726 - 2012. Pasal 6.2)

Tabel 2.1 Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respon 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	SS^b				

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel4)

Tabel 2.2 Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respon spektral percepatan gempa (MCE_R) terpetakan pada periode 1 detik, S_1				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,1$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 \geq 0,5$
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	SS ^b				

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel 5)

Catatan:

Untuk nilai-nilai antara S_s dan S_1 dapat dilakukan interpolasi linier

SS = situs yang memerlukan inverstigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs spesifik. (Sumber : SNI 1726 - 2012 pasal 6.10.1)

2.5.3 Parameter percepatan respon spektra

Nilai parameter percepatan respon spektra dapat dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-9 dan persamaan 2-10. (Sumber : SNI 1726 - 2012 Pasal 6.2)

$$SMS = F_a \cdot S_s \quad (2-9)$$

$$SMI = F_v \cdot S_1 \quad (2-10)$$

dengan :

SMS = parameter spektrum respon percepatan pada periode pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs

SMI = parameter sepktrum respon percepatan pada periode 1 detik yang sudah disesuaikan dengan kelas situs

2.5.4 Parameter percepatan respon desain

Nilai percepatan respon desain dapat dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-11, 2-12. (Sumber : SNI 1726 - 2012 Pasal 6.3)

$$SDS = \frac{2}{3} SMS \quad (2-11)$$

$$SD1 = \frac{2}{3} SM1 \quad (2-12)$$

dengan :

SDS = parameter percepatan respon spektral pada periode pendek, redaman 5%

SD1 = parameter percepatan respon spektral pada periode 1 detik, redaman 5%

2.5.5 Periode fundamental

Nilai periode getar fundamental gedung yang didesain dapat dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-13, dan persamaan 2-14. (Sumber : SNI 1726 - 2012 Pasal 6.4)

$$T_o = 0.2 \frac{SD1}{SDS} \quad (2-13)$$

$$T_s = \frac{SD1}{SDS} \quad (2-14)$$

2.5.6 Faktor keutamaan

Faktor keamana bergantung pada kategori resiko bangunan gedung, pada kategori resiko bangunan gedung dan non gedung tercakup secara lengkap dalam tabel 2.3, dan tabel 2.4. (Sumber : SNI 1726 - 2012 Pasal 7.2.2)

Tabel 2.3 Kategori resiko II bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori resiko
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori resiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel 1)

Tabel 2.4 Faktor Keutamaan gedung

Kategori resiko	Faktor keutamaan gempa, <i>I</i>
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel 2)

2.5.7 Kategori desain seismik

Struktur harus ditetapkan memiliki suatu kategori desain seismik yang ditentukan dalam tabel 2.5, dan tabel 2.6. (Sumber : SNI 1726 - 2012 pasal 6.5)

Tabel 2.5 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode pendek

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

(Sumber: SNI 1726 – 2012 tabel.6)

Tabel 2.6 Kategori Desain seismik berdasarkan parameter respon percepatan pada periode 1 detik

Nilai S_{DI}	Kategori risiko	
	I atau II atau III	I V
$S_{DI} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DI} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{DI} < 0,20$	C	D
$0,20 < S_{DI}$	D	D

(Sumber: SNI 1726 – 2012 tabel.7)



2.5.8 Sistem penahan gaya seismik

Jenis penahan gaya seismik ditentukan oleh tipe material dan kategori resiko yang diijinkan. Setiap ragam dan jenis penahan gaya mempunyai harga faktor reduksi gempa dan faktor pembesaran defleksi yang berbeda, tercakup dalam tabel 2.7.

(Sumber: SNI 1726 - 2012 Pasal 7.2.2)

Tabel 2.7 Sistem penahan gaya seismik pada sistem rangka baja pemikul momen

Sistem Penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons,	Faktor kuat lebih sistem	Faktor pembesaran defleksi i	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) pada kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5,5	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4,5	3	4	TB	TB	10 h_n , I	TI ^h	TI ^I
4. Rangka baja pemikul momen biasa	3,5	3	3	TB	TB	TI ^h	TI ^h	TI ^I
5. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
6. Rangka beton bertulang pemikul momen menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
7. Rangka beton bertulang pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI
8. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen khusus	8	3	5,5	TB	TB	TB	TB	TB
9. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen Menengah	5	3	4,5	TB	TB	TI	TI	TI
10. Rangka baja dan beton komposit terkekang parsial pemikul momen	6	3	5,5	48	48	30	TI	TI
11. Rangka baja dan beton komposit pemikul momen biasa	3	3	2,5	TB	TI	TI	TI	TI
12. Rangka baja canai dingin pemikul momen khusus dengan pembautan	3,5	3 ^o	3,5	10	10	10	10	10

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel.9)

2.5.9 Periode fundamental pendekatan

Periode fundamental pendekatan (T_a), harus dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-15. (Sumber: SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2.1)

$$T_a = C_t \cdot h_n^x \quad (2-15)$$

dengan :

h_n = Ketinggian struktur (m) diatas dasar sampai akhir tingkat tertinggi struktur

C_t, x = ditentukan dari tabel 2.8 berikut:

Tabel 2.8 Nilai parameter periode pendekatan C_t dan x

Tipe struktur	C_t	x
Sistem rangka pemikul momen di mana rangka memikul 100 persen gaya gempa yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa		
Rangka baja pemikul momen	0,0724 ^a	0,8
Rangka beton pemikul momen	0,0466 ^a	0,9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0,0731 ^a	0,75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0,0731 ^a	0,75
Semua sistem struktur lainnya	0,0488 ^a	0,75

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel.15)

2.5.10 Koefisien respon seismik

Koefisien respon seismik “ CS ” harus ditentukan sesuai dengan persamaan 2-16 sampai dengan persamaan 2-18. (Sumber : SNI 1726 - 2012 Pasal 7.8.1.1)

$$C_s = \frac{SDS}{\frac{R}{I_c}} \quad (2-16)$$

Nilai CS yang dihitung sesuai dengan persamaan (2-17) tidak perlu melebihi persamaan pada butir (2-18).

$$C_s = \frac{SD1}{\frac{R}{T(I_e)}} \quad (2-17)$$

C_s harus tidak kurang dari,

$$C_s = 0,044 \cdot SDS \cdot I_e \quad (2-18)$$

2.5.11 Gaya geser dasar (V)

Gaya geser dasar seismik V dalam arah yang ditetapkan harus dihitung sesuai dengan persamaan 2-19 sampai dengan persamaan 2-20. (Sumber : SNI 1726 - 2012 pasal 7.8.1)

$$V = s \cdot W \quad (2-19)$$

dengan :

V = Gaya geser dasar

W = Berat lantai

C_s = Koefisien *response seismic*

$$s = \frac{SDS \cdot I}{R} \quad (2-20)$$

dengan :

SDS = Parameter percepatan respon spektrum desain pendek

I = Faktor keutamaan

R = Faktor modifikasi respon

2.5.12 Batas simpangan

Simpangan antar lantai tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar lantai tingkat ijin (Δ_a) seperti didapatkan dari tabel 2.9, untuk semua tingkat.

(Sumber: SNI 1726 - 2012 Pasal 7.12.1)

Tabel 2.9 Simpangan antar lantai ijin Δ_a

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

(Sumber: SNI 1726 - 2012 tabel.16)

2.5.13 Skala gaya

Bila periode fundamental yang dihitung melebihi $C_u \cdot T_a$, maka $C_u \cdot T_a$ harus digunakan sebagai pengganti dari T dalam arah itu. Kombinasi respons untuk geser dasar ragam (V_t) lebih kecil 85% dari geser dasar yang dihitung (V) menggunakan prosedur gaya lateral ekivalen, maka harus di kalikan dengan 0.85 V / V_t . (Sumber: SNI 1726 - 2012 Pasal 7.9.4.1)

dengan :

V = geser dasar prosedur gaya lateral ekivalen

V_t = geser dasar dari kombinasi ragam yang disyaratkan

2.5.14 Distribusi gaya gempa

Parameter dalam perhitungan distribusi gaya gempa tiap lantai berdasarkan pada persamaan 2-21, dan persamaan 2-22. (Sumber: SNI 1726 - 2012 pasal 7.8.3)

Gaya gempa lateral (F_x)

$$F_x = C_{vx} \cdot V \quad (2-21)$$

dan

$$C_{vx} = \frac{W_x \cdot h_x^K}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i^K} \quad (2-22)$$

dengan :

C_{vx} = Faktor distribusi vertical

V = Gaya geser di dasar struktur

W_x dan W_i = Bagian berat seismik efektif total struktur

h_x dan h_i = Tinggi dari dasar sampai tingkat struktur

Nilai K = Untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 0,5 detik atau kurang, $K= 1$

Untuk struktur yang mempunyai perioda sebesar 2,5 detik atau lebih, $K= 2$

Untuk struktur yang mempunyai perioda antara 0,5 dan 2,5. K harus sebesar 2 atau harus di interpolasi linier antara 1 dan 2.

2.6 Analisis Beban Angin

Bangunan gedung dan struktur lain, termasuk Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU) serta seluruh komponen dan klading gedung, harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin, parameter-parameter untuk menentukan beban angin SPBAU untuk bangunan gedung tertutup, tertutup sebagian, dan terbuka dari semua ketinggian berdasarkan. (Sumber : SNI 1727 - 2013 Pasal 26.2.1)

- Kecepatan angin dasar, V
- Faktor arah angin, K_d
- Kategori eksposur
- Faktor topografi, K_{zt}
- Faktor efek-tiupan angin
- Klasifikasi ketertutupan
- Koefisien tekanan internal, GC_{pi}

Langkah-langkah dalam analisis beban angin SPBAU untuk bangunan gedung tertutup, tertutup sebagian, dan terbuka dari semua ketinggian meliputi:

- a) Menentukan kategori resiko bangunan gedung atau struktur lain,
- b) Menentukan kecepatan angin dasar, V untuk kategori resiko yang sesuai
- c) Menentukan parameter beban angin:
 - Faktor arah angin, K_d dapat dilihat pada tabel 2.10 berikut:

Tabel 2.10 Faktor arah angin, K_d

Tipe struktur	Faktor Arah angin K_d^*
Bangunan gedung	
Sistem penahan beban angin utama	0,85
Komponen dan klading bangunan gedung	0,85
Atap lengkung	0,85
Cerobong asap,tangki,dan struktur yang sama	
Segi empat	0,90
Segi enam	0,95
bundar	0,95
Dinding pejal berdiri bebas	0,85
Papan reklame pejal berdiri bebas	0,85
Papan reklame terikat	0,85
Papan reklame terbuka dan kerangka kisi	0,85
Rangka batang menara	
Segi tiga, segi empat, persegi panjang	0,85
Penampang lainnya	0,95

(Sumber: SNI 1727 - 2013 Pasal 26.6)

- Berdasarkan SNI 1727 - 2013 pasal 26.7. Penentuan kategori eksposur dibagi menjadi 3 kategori yaitu:
 - Eksposur B adalah untuk bangunan gedung dengan tinggi atap rata-rata kurang dari atau sama dengan 30ft (9,1m), Eksposur B berlaku bilamana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana ditentukan oleh Kekasaran Permukaan B(Daerah perkotaan dan pinggiran kota, daerah berhutan,atau daerah lain dengan penghalang berjarak dekat yang banyak memiliki ukuran dari tempat tinggal keluarga-tunggal atau lebih besar), berlaku diarahlawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 1.500ft (457m). Untuk bangunan dengan tinggi atap rata-rata lebih besar dari 30ft(9,1m), Eksposur B berlaku bilamana Kekasaran

Permukaan B berada dalam arah lawan angin untuk jarak lebih besar dari 2.600ft (792 m) atau 20 kali tinggi bangunan, pilih yang terbesar, dapat dilihat pada tabel 2.11

- *Eksposur C* berlaku untuk semua kasus di mana *Eksposur B* atau *D* tidak berlaku, dapat dilihat pada tabel 2.11
- *Eksposur D* berlaku bilamana kekasaran permukaan tanah, sebagaimana ditentukan oleh Kekasaran Permukaan D (Area datar, area tidak terhalang dan permukaan air. Kategori ini berisi lumpur halus, padang garam, dan es tak terputus), berlaku diarah lawan angin untuk jarak yang lebih besar dari 5.000ft(1.524m) atau 20 kali tinggi bangunan, pilih yang terbesar, dapat dilihat pada tabel 2.11

Tabel 2.11 Konstanta eksposur daratan

Exposure	α	Z_g (ft)	$\hat{\alpha}$	\hat{b}	$-\alpha$	$-b$	c	Υ (m)	$-\epsilon$	Z_{min} (m)
B	7,0	365,76	1/7	0,84	1/4,0	0,45	0,30	97,54	1/3,0	9,14
C	9,5	274,32	1/9,5	1,00	1/6,5	0,65	0,20	152,4	1/5,0	4,57
D	11,5	213,36	1/11,5	1,07	1/9,0	0,80	0,15	198,12	1/8,0	2,13

(Sumber: SNI 1727 - 2013 pasal 26.9.4)

- Faktor topografi K_{zt} disyaratkan 1,0 jika kondisi situs dan lokasi gedung dan struktur bangunan lain tidak memenuhi semua kondisi yang disyaratkan pada pasal 26.8.1.
- Faktor efek tiupan angin G disyaratkan pada pasal 26.9.1 untuk suatu bangunan gedung dan struktur lain yang kaku boleh diambil sebesar 0,85.
- Klasifikasi ketertutupan dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan kondisi gedung:
 - Bangunan gedung terbuka
 - Bangunan gedung tertutup sebagian

- Bangunan gedung tertutup
- Koefisien tekanan internal GC_{pi} berdasarkan pasal 26.11, berdasarkan klasifikasi ketertutupan maka koefisien tekanan internal disyaratkan pada tabel 2.12. (Sumber: SNI 1727 – 2013 pasal 26.10)

Tabel 2.12 Koefisien Tekanan Internal GC_{pi}

Kalisifikasi Ketertutupan	GC_{pi}
Bangunan gedung terbuka	0
Bangunan gedung tertutup sebagian	0,55 -0,55
Bangunan gedung tertutup	0,18 -0,18

(Sumber: SNI 1727 - 2013 Pasal 26.11)

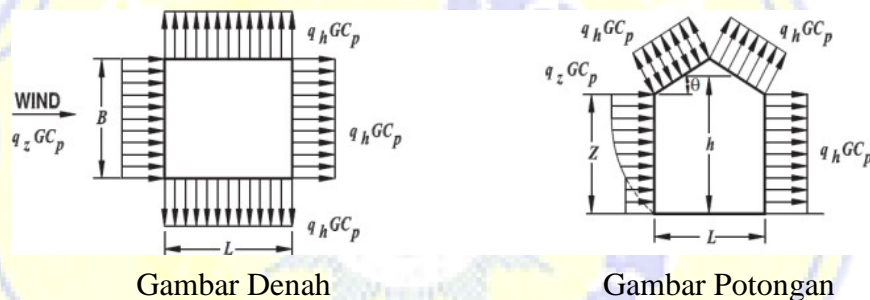
- d) Menentukan koefisien eksposur tekanan velositas, K_z atau K_h
- Untuk menentukan koefisien eksposur tekanan velositas K_z dapat dihitung dari persamaan 2-23. (Sumber: SNI 1727 - 2013 Pasal 27.3.1)
- $$\text{Untuk } 15 \text{ ft} \leq z \leq z_g \quad (2-23)$$
- dengan :
- Z = tinggi gedung di atas elevasi tanah (m)
- z_g = tinggi nominal lapisan batas atmosfer yang sudah ditentukan pada tabel 2.13
- α = eksponen pangkat kecepatan tiupan angin dapat dilihat pada tabel 2.12
- e) Menentukan tekanan velositas q atau q_h
- Tekanan velositas q_z atau q_h untuk atap datar, q_z dievaluasi pada ketinggian z harus dihitung dengan persamaan 2-24. (Sumber: SNI 1727 - 2013 Pasal 27.3.2)
- $$q_z = 0,613 K_z K_{zt} K_d V^2 \quad (2-24)$$
- dengan V dalam m/s

- f) Menentukan koefisien tekanan eksternal C_p atau C_N
determined C_p seperti yang disyaratkan pada tabel 2.13, dan pada gambar 2.2. (Sumber: SNI 1727 - 2013 pasal 27.4.1)

Tabel 2.13 Koefisien tekanan angin eksternal, C_p

Koefisien tekanan dinding, C_p			
Permukaan	L/B	C_p	Digunakan dengan
Dinding di sisi angin datang	Seluruh nilai	0,8	q_z
Dinding di sisi angin pergi	0-1	-0,5	q_h
	2	-0,3	
	≥ 4	-0,2	
Dinding tepi	Seluruh nilai	-0,7	q_h

(Sumber: SNI 1727 - 2013 pasal 27.4.1)



Gambar 2.2 Tekanan yang diterapkan secara bersamaan pada dinding di sisi angin datang dan di sisi angin pergi. (Sumber: SNI-1727:2013 pasal 27.4.1)

- g) Menghitung tekanan angin P pada setiap permukaan bangunan gedung
Untuk bangunan gedung kaku disyaratkan tekanan angin P dihitung dengan persamaan 2-25. (Sumber: SNI-1727 - 2013 pasal 27.4.1)

$$P = q \cdot G \cdot C_p - q_i \cdot (G C_{pi}) \quad (2-25)$$

dengan :

q = q_z dan q_h adalah q untuk ketinggian z dan h dari atas permukaan tanah.

q_i = q_h untuk dinding datang, dinding samping, dinding sisi angin pergi dan atap.

- G = faktor efek tiup angin
 C_p = koefisien tekanan eksternal
 GC_{pi} = Koefisien tekanan internal

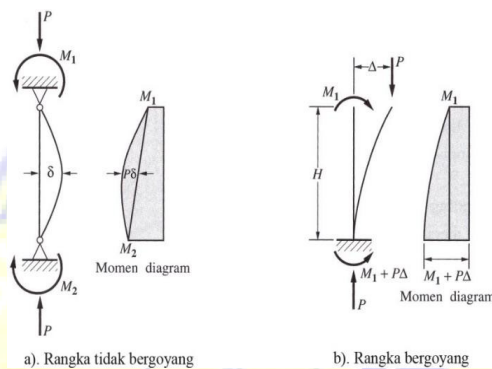
2.7 Persyaratan Analisis Struktur

Dalam desain stabilitas harus disediakan untuk struktur secara keseluruhan dan untuk setiap elemennya. Desain yang digunakan dalam ketentuan ini adalah kombinasi dari analisis untuk menentukan kekuatan perlu dari komponen dan memproporsikan komponen agar kekuatan cukup, yang mensyaratkan bahwa stabilitas adalah hal penting pada perencanaan struktur baja, dan harus ditinjau secara keseluruhan, baik sebagai struktur (global) atau sebagai elemen-elemen penyusunya (lokal). Dalam memperhitungkan stabilitas, perlu dimasukkan juga faktor-faktor yang mempengaruhi yaitu:

- Deformasi elemen akibat momen lentur, gaya aksial atau gaya geser, juga bentuk deformasi lain yang dapat mempengaruhi perilaku struktur
- Pengaruh orde-kedua baik efek $P-\Delta$ (global-struktur) atau $P-\delta$ (lokal-elemen), dapat dilihat pada gambar 2.3
- Ketidakteraturan geometri
- Reduksi kekakuan akibat inelastisitas
- Ketidakpastian dalam kekakuan dan kekuatan. Semua efek yang bergantung beban harus dihitung di level pembebanan sesuai dengan kombinasi DFBK.

Analisa struktur dengan metode matrik kekakuan menunjukkan bahwa perilaku struktur yang dievaluasi terbatas pada kondisi elastik-linier. Agar valid, salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah deformasi struktur relatif kecil, sehingga geometri sebelum dan sesudah pembebanan dianggap tidak berubah. Itulah mengapa salah satu syaratnya adalah evaluasi terhadap deformasi maksimum yang terjadi. Jika deformasinya relatif besar sedemikian sehingga konfigurasi geometri berubah, maka hasil analisis menjadi tidak valid. Kasusnya menjadi non-linier geometri, jika demikian cara analisis elastis-linier yang biasa dipakai akan memberikan hasil yang tidak tepat.

Untuk mengatasi, penyelesaiannya harus memasukkan pengaruh deformasi struktur. Analisisnya lebih kompleks dibanding analisis elastik-linier, untuk itu umumnya perlu iterasi dan tahapan beban. Oleh sebab itu analisa strukturnya disebut sebagai analisis struktur order ke-2. Istilah lain yang sepadan adalah analisis non-linier geometri. (Sumber: Dewobroto,2014)



Gambar 2.3 Momen yang dipengaruhi efek P-delta
(Sumber: Dewobroto, 2014)

Dalam SNI 1729 2015 pasal bagian C2 bahwa harus menggunakan analisis orde-kedua memperhitungkan efek $P-\Delta$ dan $P-\delta$, kecuali boleh mengabaikan $P-\delta$ pada respon struktur apabila kondisi pada pasal bagian C2.1.2 terpenuhi. Selain itu analisis harus mempertimbangkan semua beban gravitasi dan beban-beban lainnya yang dapat mempengaruhi stabilitas struktur termasuk beban pada kolom-kolom miring dan elemen-elemen lainnya yang bukan merupakan bagian dari sistem penahan gaya lateral.

Ketidaktepurnaan geometri disebutkan dalam SNI 1729 2015 pasal bagian C2.2 bahwa ketidaktepurnaan pada lokasi titik perpotongan dari komponen struktur atau pengaruh cacat bawaan. Pada struktur bangunan gedung tipikal, ketidaktepurnaan dari tipe ini adalah kemiringan kolom dan ketidaktepurnaan pemodelan langsung. Ketidaktepurnaan geometri diwakili dengan penggunaan beban nasional. Beban nasional harus digunakan sebagai beban lateral pada semua level. Beban nasional harus ditambahkan ke

beban lateral lainnya dan harus digunakan pada semua kombinasi beban. Besar beban national tersebut dihitung dengan persamaan 2-26 sebagaiberikut:

$$N_i = 0,002 \cdot \alpha \cdot Y_i \quad (2-26)$$

dengan :

$$\alpha = 1,0 \text{ (DFBK)}$$

N_i = beban notional yang digunakan pada level i dari kombinasi beban DFBK dengan satuan Newton

Beban notional merupakan beban lateral yang diberikan pada titik nodal di semua level, berdasarkan prosentasi beban vertikal yang bekerja di level tersebut, dan diberikan pada sistem struktur penahan beban gravitasi melalui rangka atau kolom vertikal, atau dinding, sebagai simulasi pengaruh adanya cacat bawaan

dengan catatan, untuk struktur dimana rasio dari simpangan orde-kedua maksimum terhadap simpangan orde-pertama maksimum pada semua tingkat adalah sama dengan atau kurang dari 1,7 maka diizinkan menggunakan beban national N hanya dalam kombinasi beban gravitasi saja dan bukan dalam kombinalsi yang dimasukkan beban-beban lateral lainnya. (sumber: Dewobroto, 2014)

2.8 Perencanaan Struktur Komposit Pelat Lantai

2.8.1 Sifat-sifat mekanis beton bertulang

Nilai modulus elastisitas beton,baja tulangan dan tendon di tentukan sbb:

(Sumber: SNI 2847 – 2002 pasal 10.5)

- 1) Untuk nilai W_c di antara 1500 Kg/m^3 dan 2500 Kg/m^3 ,nilai modulus elastisitas beton E_c dapat diambil sebesar,berdasarkan pada persamaan 2-27.

$$(W_c)^{1,5} 0,043 \sqrt{f_c} \text{ dalam Mpa.} \quad (2-27)$$

Untuk beton normal E_c dapat diambil sebesar, berdasarkan pada persamaan 2-28.

$$(4700) \sqrt{f_c} \quad (2-28)$$

- 2) Modulus elastisitas untuk tulangan non prategang Es boleh diambil sebesar 200000 Mpa
- 3) Modulus untuk tendon prategang Es, ditentukan melalui pengujian atau dari data pabrik.

2.8.2 Batasan desain pelat satu arah

- (1) Desain dilakukan dengan menggunakan asumsi lebar 1 meter.
- (2) Ketebalan minimum pelat satu arah yang menggunakan $f_y = 400$ MPa, dan untuk ketebalan minimum pelat yang disyaratkan dapat dilihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14 Tebal Minimum Pelat

Komponen struktur	Tebal minimum,h			
	Tertumpu sederhana	Satu ujung menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak di hubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan yang besar			
Pelat massif satu arah	L/20	L/24	L/28	L/10
Balok atau pelat rusuk satu arah	L/16	L/18,5	L/21	L/8
Catatan : Panjang bentang dalam mm Nilai yang di berikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain ,nilai di atas harus di modifikasi sebagai berikut: a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (equilibrium density) , W_c diantara 1440 sampai 18kg/m^3 ,nilai tadi harus dikalikan dengan $(1,65 - 0,0003w_c)$ tetapi tidak kurang dari 1,09 b) Untuk f_y selain 420 Mpa nilainya harus dikalikan dengan $(0,4+f_y/700)$				

(Sumber: SNI 2847 - 2013 tabel 9.5(a))

- (3) Lendutan harus diperiksa apabila pelat memikul konstruksi yang akan mengalami kerusakan akibat lendutan yang besar. Batasan lendutan ditentukan sesuai dengan tabel 2.15.

Tabel 2.15 Batasan Lendutan Pelat

Jenis komponenstruktur	Lendutan yang di perhitungkan	Batasan lendutan
Atap datar yang tidak menumpu atau tidak disatukan dengan komponen non strukturyang mungkin akan rusak olehlendutan yang besar	Lendutan sketika akibat beban hidup L	L/180
Lantai yang tidak menumpu atau tidak di satukan dengan komponen non structural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Lendutan sketika akibat beban hidup L	L/360
Jenis komponen struktur	Lendutan yang diperhitungkan	Batasan lendutan
Konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau di satukan dengan komponen non struktur yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar	Bagian dari lendutan total yang terjadi setelah pemasangan komponen nonstructural (jumlah dari lendutan jangka panjang, akibat semua beban tetap yang bekerja , danlendutan seketika, akibat penambahan beban hidup	L/480
Konstruksi atap atau lantai yang menumpu atau di satukan dengan komponen non structural yang mungkin akan rusak oleh lendutan yang besar		L/280

(Sumber: SNI 2847:2013 tabel 9.5(b))

- (4) Selimut beton untuk struktur pelat tidak boleh kurang dari 20 mm, untuk pelat yang tidak berhubungan langsung dengan cuaca dan tanah.
- (5) Stuktur 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. Harus paling sedikit memiliki rasio luas tulangan terhadap luas bruto penampang beton seperti ditunjukkan dalam tabel 2.16.

Tabel 2.16 Persyaratan Tulangan Susut dan Suhu untuk Pelat

Pelat yang menggunakan tulangan ulir dengan mutu $f_y = 280$ atau 350 MPa	0.002
pelat yang menggunakan tulangan ulir atau jaring kawat las dengan mutu $f_y = 420$ MPa	0.0018
pelat yang menggunakan tulangan dengan tegangan luluh melebihi 420 MPa yang diukur pada regangan leleh sebesar $0,35\%$	0.0018 ($420/f_y$)

(Sumber: SNI 2847 - 2013 pasal 7.12)

- (6) Kecuali untuk pelat rusuk, maka jarak antar tulangan utama pada pelat tidak boleh lebih dari 3 kali ketebalan pelat atau tidak lebih dari 450 mm. (Sumber: SNI 2847 - 2013, pasal 7.6.5)
- (7) Tinggi pelat lantai, di hitung dengan persamaan 2-29, dan persamaan 2-30. (Sumber: SNI 2847 - 2013 pasal 9.5.3.3)

$$h = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 5\beta(\alpha m - 0,2)} \quad (2-29)$$

$$h = \frac{\text{Ln} \left(0,8 + \frac{f_y}{1500} \right)}{36 + 9\beta} \quad (2-30)$$

harga sebagai berikut :

Untuk $\alpha m < 2,0$ digunakan nilai h minimal 120 mm (Pelat dua arah)

Untuk $\alpha m \geq 2,0$ digunakan nilai h minimal 90 mm (Pelat satu arah)

dengan :

l_n = Panjang bentang bersih dalam arah momen yang ditinjau,
diukur dari muka ke muka tumpuan (mm)

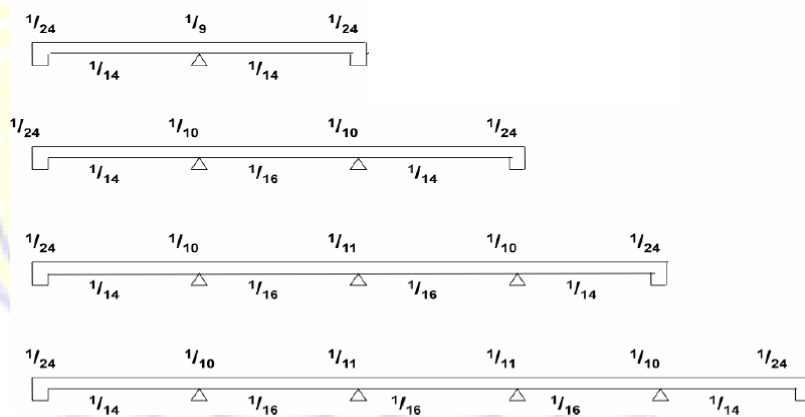
αm = Rasio kekuatan balok terhadap pelat

β = Rasio panjang terhadap lebar pelat

(8) Menghitung momen rencana (M_u)

Sebagai alternatif untuk analisis rangka, momen dan geser pendekatan berikut diizinkan untuk perancangan balok dan slab satu arah menerus, dapat dilihat pada gambar 2.4, dan (slab yang ditulangi untuk menahan tegangan lentur hanya dalam satu arah), asalkan (a) sampai dengan (e) dipenuhi:

- a) Terdapat dua bentang atau lebih;
- b) Bentang-bentangnya mendekati sama, dengan bentang yang lebih besar dari dua bentang yang bersebelahan tidak lebih besar dari yang bentang lebih pendek dengan lebih dari 20 persen;
- c) Beban terdistribusi merata;
- d) Beban hidup terfaktor, L, tidak melebihi tiga kali beban mati tak terfaktor, D, dan
- e) Komponen struktur adalah prismatis.



Gambar 2.4 Pendekatan momen
(Sumber: Vis. 1993 dan Gedeon Kusuma. 1975)

$$M = x \cdot q_u \cdot l_x^2 \cdot x \quad (2-31)$$

dengan:

M = momen (tumpuan atau lapangan), kNm

q_u = beban terbagi rata yang berkerja pada pelat, $\text{kN/m}^2 l_x$

bentang arah x (bentang sisi pelat yang pendek), m x

(9) Perencanaan terhadap geser harus di dasarkan pada persamaan 2-32 sampai dengan persamaan 2-34.

$$\Theta V_n \geq V_u \quad (2-32)$$

$$V_u = 0.5 \times Q_u \times L_n \quad (2-33)$$

$$\Theta V_n = 0.17 \times \sqrt{F_c} \times 1000 \times \phi \text{ geser} \quad (2-34)$$

V_u = gaya geser terfaktor pada penampang yang di tinjau

ΘV_n = Kuat geser nominal

(Sumber: SNI 2842 - 2002, pasal 11.4.6)

(10) Menentukan tinggi efektif (d),dihitung dengan persamaan 2-35,dan persamaan 2- 36.

$$d_s = P_b + 1/2 D \quad (2-35)$$

$$d = h - d_s \quad (2-36)$$

dengan :

d_s = Jarak dari serat tarik terluar kepusat tulangan tarik

d = Jarak yang diukur dari serat terluar hingga titik berat tulangan tarik

P_b = tebal selimut beton

(Sumber: SNI 2842 - 2002, pasal 3.48)

(11) Menghitung rasio tulangan (ρ),dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-37 sampai dengan persamaan 2-42.

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \quad (2-37)$$

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c}}{4 \times f_y} \quad (2-38)$$

$$\rho_{balance} = \frac{0.85 \times f_y \times \epsilon_{cu}}{\beta} \quad (2-39)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} \quad (2-40)$$

$$\rho_{\text{Maks}} = \frac{\epsilon_{cu} \times \epsilon_y}{\epsilon_y \times \epsilon_t} \times \rho_{\text{balance}} \quad (2-41)$$

$$\rho_{\text{Perlu}} = \frac{1}{m} \times \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right] \quad (2-42)$$

dengan :

f_y = Kuat leleh yang di syatkan

$\sqrt{f'c}$ = Nilai akar dari kuat tekan beton yang di syatkan, Mpa

β = 0,85 untuk $f'c \leq 30$ Mpa

ϵ_{cu} = Regangan beton

(Sumber: SNI 2847 - 2002, pasal 12.5.1)

(12) Menghitung tinggi beton kekang (a), ditentukan pada persamaan 2-43, sampai dengan persamaan 2-45.

$$M_n = [0.85 \times f'c \times a \times b] \times \left[d - \frac{a}{2} \right] \quad (2-43)$$

Untuk mendapatkan nilai a :

$$a_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2-44)$$

$$a_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2-45)$$

$a_1 > H$ pelat

(Sumber: SK-SNI T-15-1991-03, 3.3.7)

(13) Menghitung tinggi garis netral (x), didasarkan pada persamaan 2-46.

$$X = \frac{a}{\beta} \quad (2-46)$$

dengan :

a = Tinggi beton kekang

β = 0,85 untuk $f'c \leq 30$ Mpa

(Sumber: SK-SNI T-15-1991-03, 3.3.7)

(14) Regangan leleh baja (ϵ_s), dihitung dengan persamaan 2-47.

$$\epsilon_s = \frac{[\epsilon_c \times (d - x)]}{\beta} \quad (2-47)$$

d = Jarak yang diukur dari serat terluar hingga titik berat tulangan tarik

ϵ_c = tegangan beton

x = tinggi garis netral

$\beta = 0,85$ untuk $f'c \leq 30$ Mpa

(Sumber: SK-SNI T-15-1991-03, 3.3.7)

(15) Menghitung Luas tulangan pokok, didasarkan pada persamaan 2-48.

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d \quad (2-48)$$

dengan :

b = Lebar komponen (mm)

ρ = rasio penulangan

d = tinggi efektif pelat (mm)

(Sumber: SNI 2847 - 2002, pasal 12.5.1)

(16) Jarak tulangan, dihitung dengan persamaan 2-49, dan persamaan 2-50.

$$A_d = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad (2-49)$$

$$s = \frac{A_d \times 1000}{A_s} \quad (2-50)$$

(Sumber: SNI 2847 - 2002, pasal 12.6.16)

(17) Kontrol jarak tulangan, dihitung dengan persamaan 2-51, dan persamaan 2-52.

$$A_s \text{ pakai} = \frac{A_d \times 1000}{s} \quad (2-51)$$

$$S < 3h \quad (2-52)$$

(Sumber: SNI 2847 - 2002, pasal 12.6.16)

(18) Luas tulangan susut (A_s susut), didasarkan pada persamaan 2-53 sampai dengan persamaan 2-55.

Tulangan bagi / tulangan susut

$$\text{Untuk } f_y \leq 300 \text{ MPa, maka } A_{sst} \geq 0,0020.b.h \quad (2-53)$$

$$\text{Untuk } f_y = 400 \text{ MPa, maka } A_{sst} \geq 0,0018.b.h \quad (2-54)$$

$$\text{Untuk } f_y \geq 400 \text{ MPa, maka } A_{sst} \geq 0,0018.b.h . (400/f_y) \quad (2-55)$$

(Sumber: SNI 03 -2847-2002 pasal 9.12.2.1)

(19) Jarak Tulangan pokok, dihitung dengan persamaan 2-56 sampai 2-59.

$$A_d = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \quad (2-56)$$

$$s = \frac{A_d \times 1000}{A_s} \quad (2-57)$$

$$A_s \text{ pakai} = \frac{A_d \times 1000}{s} \quad (2-58)$$

$$A_s \text{ susut} = 0.002 \times b \times h \quad (2-59)$$

(Sumber: SNI 2847 - 2002, pasal 12.6.16)

(20) Perhitungan pelat lantai bondek

Bondek digunakan sebagai tulangan positif satu arah seperti yang sudah tercantum pada *brostur Union Floor Deck W-1000*. Untuk analisa perhitungan pelat lantai bondek, dengan menggunakan rumus dari *steel Deck Institute 2011*, dapat dilihat pada persamaan 2-60 sampai dengan persamaan 2-68, dan pada gambar 2.5

$$d = h - \frac{1}{2} \times \text{tinggi gelombang} \quad (2-60)$$

$$h_c = h - \text{tinggi gelombang} \quad (2-61)$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{E_s}{0.043 \times W_c^{1.5} \times \sqrt{F'c}} \quad (2-62)$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \times d} \quad (2-63)$$

Maka didapat :

$$Y_{cc} = d \sqrt{(2 p n + (p n)^2 - p n)} \quad (2-64)$$

$$= Y_{cc} < h_c$$

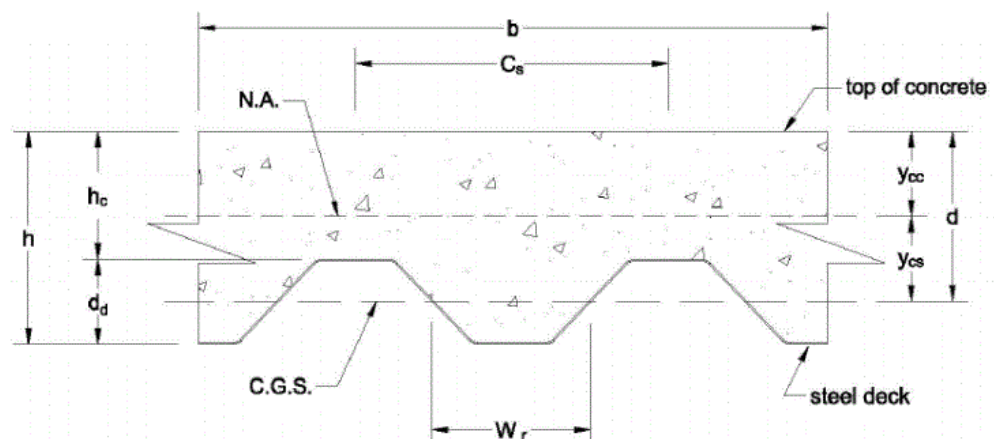
$$Y_{cs} = d - Y_{cc} \quad (2-65)$$

$$I_c = \frac{b}{3 \times h} \times Y_{cc}^3 + A_s \times Y_{cs}^2 + I_{sf} \quad (2-66)$$

(21) Menghitung Flexural Strength

$$M_y = \frac{f_y \times I_c}{h - Y_{cc}} \quad (2-67)$$

$$M_{ru} = \phi \times M_y \quad (2-68)$$



Gambar 2.5 Penampang Komposit Pelat Lantai Bondek

(Sumber: SDI-C-2011)

2.9 Perencanaan Balok WF (Metode LRFD)

2.9.1 Sifat-sifat mekanis baja

Sifat-sifat mekanis lainnya baja struktural untuk maksud perencanaan ditetapkan sebagai berikut:

Modulus elastisitas : $E = 200.000 \text{ MPa}$

Modulus geser : $G = 80.000 \text{ MPa}$

Nisbah poisson : $\mu = 0,3$

Koefisien pemuaian : $\alpha = 12 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

(Sumber: SNI 1729-2002, pasal 5.1.3)

2.9.2 Tabel baja

Standard Sectional Dimension of H-welded Steel and Its Sectional area, unit Weight and Sectional Characteristic, dapat dilihat pada gambar 2.6

Sectional Dimension						Sectional Properties						Compact Section Criteria		rT (cm)	d/Af (1/cm)	Lc (*) (cm)	Lu (*) (cm)		
d mm	x mm	bf mm	tw mm	tf mm	LL mm	Sec.of Area cm ²	Unit Weight kg/m	Geometrical Moment of Inertia (cm ⁴)		Radius of Gyration of Area (cm)		Modulus of Section (cm ³)		bf/2tf	d/tw				
								Ix	Iy	ix	iy	Zx	Zy						
H 600 x 300	14.0	23.0	8.4	222.40	175.00	137000.0	10600	24.90	6.90	4620.0	701.0	6.52	42.85	8.09	0.80	390.3	732.5		
	350	12.0	25.0	8.4	242.41	190.29	162422.7	17814	25.88	8.59	5414.1	1021.3	7.00	50.00	9.52	0.69	455.3	854.6	
H 650 x 350	12.0	22.0	8.4	228.13	179.08	175426.2	15731	27.73	8.30	5397.7	898.9	7.95	54.17	9.39	0.84	455.3	694.2		
	350	12.0	25.0	8.4	248.41	195.00	193836.1	17874	27.93	8.48	5964.2	1021.4	7.00	54.17	9.48	0.74	455.3	788.9	
H 700 x 300	12.0	32.0	8.4	295.73	232.15	235380.0	22876	28.21	8.80	7242.5	1307.2	5.47	54.17	9.61	0.58	455.3	1009.8		
	350	12.0	25.0	8.4	254.41	199.71	228354.6	17875	29.96	8.38	6524.4	1021.4	7.00	58.33	9.43	0.80	455.3	732.5	
H 800 x 300	15.0	28.0	8.4	273.60	215.00	237000.0	12900	29.40	6.86	6700.0	853.0	5.35	46.60	7.91	1.06	390.3	552.5		
	350	16.0	28.0	11.2	317.55	249.28	350473.4	20037	33.22	7.94	8761.8	1145.0	6.25	50.00	9.22	0.82	455.3	717.9	
H 900 x 300	16.0	38.0	11.2	384.35	301.71	440269.0	27182	33.85	8.41	11006.7	1553.3	4.61	50.00	9.44	0.60	455.3	974.3		
	350	16.0	38.0	11.2	384.35	301.71	440269.0	27182	33.85	8.41	11006.7	1553.3	4.61	50.00	9.44	0.60	455.3	974.3	
H 900 x 350	18.0	34.0	11.2	364.00	286.00	498000.0	15700	37.00	6.56	10900.0	1040.0	4.41	50.00	7.59	1.20	390.3	488.4		
	350	16.0	28.0	11.2	333.55	261.84	457266.8	20041	37.03	7.75	10161.5	1145.2	6.25	56.25	9.11	0.92	455.3	638.1	
H 1000 x 350	16.0	32.0	11.2	360.27	282.81	504317.7	22899	37.41	7.97	11207.1	1308.5	5.47	56.25	9.23	0.80	455.3	729.3		
	400	16.0	25.0	11.2	329.51	258.66	535878.1	17900	40.33	7.37	10717.6	1022.9	7.00	62.50	8.90	1.14	455.3	512.8	
H 1100 x 350	16.0	28.0	11.2	377.55	296.38	646890.8	29902	41.39	8.90	12937.8	1495.1	7.14	62.50	10.44	0.89	520.4	656.4		
	450	16.0	32.0	11.2	440.27	345.61	789647.4	48635	42.35	10.51	15792.9	2161.6	7.03	62.50	11.99	0.69	585.4	843.9	
H 1100 x 400	16.0	38.0	11.2	492.35	386.49	902120.1	57747	42.81	10.83	18042.4	2566.6	5.92	62.50	12.15	0.58	585.4	1002.1		
	450	16.0	25.0	11.2	345.51	271.22	666844.0	17904	43.93	7.20	12124.4	1023.1	7.00	68.75	8.80	1.26	455.3	480.9	
H 1200 x 300	16.0	32.0	11.2	424.27	333.05	885110.8	34172	45.67	8.97	16092.9	1708.6	6.25	68.75	10.47	0.86	520.4	681.9		
	450	16.0	38.0	11.2	508.35	399.05	1114365	57751	46.82	10.66	20261.2	2566.7	5.92	68.75	12.06	0.64	585.4	911.0	
H 1200 x 350	12.0	25.0	8.4	289.41	227.19	674520.4	11268	48.28	6.24	11242.0	751.20	6.00	100.0	7.58	1.60	390.3	414.3		
	400	16.0	25.0	11.2	361.51	283.78	815085.3	17907	47.48	7.04	13584.8	1023.3	7.00	75.00	8.70	1.37	455.3	475.5	
H 1200 x 400	16.0	32.0	11.2	440.27	345.61	1076777	34176	49.45	8.81	17946.3	1708.8	6.25	75.00	10.39	0.94	520.4	625.1		
	450	16.0	38.0	11.2	524.35	411.61	1352027	57754	50.78	10.49	22533.8	2566.9	5.92	75.00	11.98	0.70	585.4	835.1	

Gambar 2.6 Tabel profil (Sumber : Gunawan.1993 dan Morisco 1987)

Standard Sectional Dimension of **H-welded Steel** and Its Sectional area, Unit Weight and Sectional Characteristic, dapat dilihat pada gambar 2.7

Sectional Dimension											Sectional Properties										
d	x	bf	tw	tf	r1	Sec. of Area	Unit Weight	Geometrical Moment of Inertia (cm ⁴)		Radius of Gyration of Area (cm)		Modulus of Section (cm ³)		Compact Section Criteria		rT (cm)	d/af (1/cm)	Lc (cm)	Lu (cm)		
								Ix	Iy	ix	iy	Sx	Sy	bf/2f	d/tw						
H	400	x	200	8.0	13.0	16.0	84.12	66.03	23700	1740	16.79	4.55	1185	174	7.69	50.00	5.29	1.54	254.9	365.7	
H	390	x	300	10.0	16.0	22.0	136.00	106.76	38700	7210	16.87	7.28	1985	481	9.38	39.00	8.17	0.81	382.4	692.4	
H	400	x	400	13.0	21.0	22.0	218.70	171.68	66800	22400	17.45	10.12	3330	120	9.52	30.77	11.05	0.48	520.4	1230.7	
H	450	x	200	9.0	14.0	18.0	96.76	75.96	33500	1870	18.61	4.40	1489	187	7.14	50.00	5.22	1.61	254.9	350.1	
H	440	x	300	11.0	18.0	24.0	157.40	123.56	56100	8110	18.88	7.18	2550	541	8.33	40.00	8.12	0.81	390.3	719.2	
H	496	x	199	9.0	14.0	20.0	101.30	79.52	41900	1840	20.34	4.26	1690	185	7.11	55.11	5.14	1.78	253.7	316.0	
H	500	x	300	11.0	18.0	20.0	163.50	128.00	71000	8110	20.80	7.04	2910	541	8.30	45.45	5.18	1.56	254.9	360.1	
H	482	x	300	11.0	15.0	26.0	145.50	114.22	60400	6760	20.37	6.82	2506	451	1.000	43.82	7.96	1.07	382.4	525.2	
H	488	x	300	11.0	18.0	26.0	163.50	128.35	71000	8110	20.84	7.04	2910	541	8.33	44.36	8.05	0.90	390.3	648.5	
H	596	x	199	10.0	15.0	22.0	120.50	94.59	68700	1980	23.88	4.05	2305	199	6.63	59.60	5.01	2.00	253.7	281.8	
H	600	x	200	11.0	17.0	22.0	134.40	105.50	77600	2280	24.03	4.12	2587	228	5.88	54.55	5.06	1.76	250.2	332.1	
H	582	x	300	12.0	17.0	28.0	174.50	136.98	103000	7670	24.30	6.63	3540	511	8.82	48.50	7.86	1.14	390.3	513.5	
H	588	x	300	12.0	20.0	28.0	192.50	151.11	118000	9020	24.76	6.85	4014	601	7.50	49.00	7.96	0.98	390.3	598.0	
H	700	x	300	13.0	24.0	28.0	215.50	184.87	201000	10800	29.21	6.77	5743	720	6.25	53.85	7.92	0.97	390.3	602.8	
H	800	x	300	14.0	26.0	28.0	267.40	209.91	292000	11700	33.05	6.61	7300	780	5.77	57.14	7.83	1.03	390.3	571.4	
H	900	x	300	16.0	28.0	28.0	309.80	243.19	411000	12600	36.42	6.38	9133	840	5.36	56.25	7.69	1.07	390.3	547.0	

Gambar 2.7 Tabel profil (Sumber : Gunawan. 1993 dan Morisco 1987)

2.9.3 Berat sendiri bangunan dan komponen gedung

2.9.3.1 Beban Mati

- Bahan bangunan	
- baja	= 7,850 kg/m ³
- Beton	= 2,200 kg/m ³
- Beton bertulang	= 2,400 kg/m ³
- Komponen gedung	
- Plafond dan penggantung	= 18 kg/m ²
- Beban Instalasi ME & Plumbing	= 22 kg/m ²
- Keramik	= 24 kg/m ²
- Pas. bata ringan AAC powerblock	= 65 kg/m ²
- Curtain wall kaca dan rangka	= 60 kg/m ²

2.9.3.2 Beban Hidup

- Lantai apartemen,hotel	= 250 kg/m ²
- Lantai atap	= 100 kg/m ²

(Sumber: PPIUG 1983, tabel 2.1)

2.9.4 Batasan momen

Momen leleh M_y adalah momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh yaitu diambil sama dengan $f_y S$ dan S adalah modulus penampang elastis yang ditentukan menurut pasal 2.9.4(a) - (c). (Sumber: SNI 1729 - 2002, pasal 8.2.1)

a) Kuat lentur plastis M_p momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang mengalami tegangan leleh harus diambil yang lebih kecil dari $f_y Z$ atau $1,5 M_y$, dan Z adalah modulus penampang plastis yang ditentukan dalam pasal 2.9.4 (a) - (c);

b) Momen batas tekuk M_r diambil sama dengan $S(f_y f_r)$ dan f_r adalah tegangan sisa;

c) Perhitungan modulus penampang elastis dan plastis harus dilakukan secermat mungkin dengan memperhitungkan adanya lubang-lubang, perbedaan tegangan leleh pada penampang hibrida, letak pelat tarik dan tekan, dan arah/sumbu lentur yang ditinjau sedemikian sehingga kuat momen yang dihasilkan berada dalam batas-batas ketelitian yang dapat diterima. Untuk sifat mekanis baja dapat dilihat pada tabel 2.17

Tabel 2.17 Sifat mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

(Sumber: SNI 1729 - 2002 tabel 5.3)

2.9.5 Batas-batas lendutan

Batas-batas lendutan untuk keadaan kemampuan-layan batas harus sesuai dengan struktur, fungsi penggunaan, sifat pembebanan, serta elemen-elemen yang didukung oleh struktur tersebut. Batas lendutan maksimum diberikan dalam tabel 2.18, dan untuk faktor reduksi dapat dilihat pada tabel 2.19 (Sumber: SNI 17 29 - 2002 pasal 6.4.3)

Tabel 2.18 Batas lendutan maksimum¹.

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	$L/360$	-
Balok biasa	$L/240$	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	$h/500$	$h/200$
Kolom dengan analisis orde kedua	$h/300$	$h/200$

(Sumber: SNI 1729 - 2002 table 6.4-1)

Tabel 2.19 Faktor reduksi (ϕ) untuk keadaan kekuatan batas.

Kuat rencana untuk	Butir	Faktor reduksi
Komponen struktur yang memikul lentur: <ul style="list-style-type: none"> • balok • balok pelat berdinding penuh • pelat badan yang memikul geser • pelat badan pada tumpuan • pengaku 	8.1, 8.2 & 8.4 8.8 & 8.9 8.10 8.11, 8.12, 8.13	0,90 0,90 0,90 0,90 0,90
Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial: <ul style="list-style-type: none"> • kuat penampang • kuat komponen struktur 	9.1 & 9.2 9.1 & 9.3	0,85 0,85
Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial: <ul style="list-style-type: none"> • terhadap kuat tarik leleh • terhadap kuat tarik fraktur 	10.1 & 10.2 10.1 & 10.2	0,90 0,75
Komponen struktur yang memikul aksi-aksi kombinasi: <ul style="list-style-type: none"> • kuat lentur atau geser • kuat tarik • kuat tekan 	11.3 & 11.3 & 11.3 &	0,90 0,90 0,85
Komponen struktur komposit: <ul style="list-style-type: none"> • kuat tekan • kuat tumpu beton • kuat lentur dengan distribusi tegangan plastik • kuat lentur dengan distribusi tegangan elastik 	12.3 12.3.4 12.4.2.1 & 12.4.2.3 12.4.2.1 & 12.4.3	0,85 0,60 0,85 0,90
Sambungan baut: <ul style="list-style-type: none"> • baut yang memikul geser • baut yang memikul tarik • baut yang memikul kombinasi geser dan tarik • lapis yang memikul tumpu 	13.2.2.1 13.2.2.2 13.2.2.3 13.2.2.4	0,75 0,75 0,75 0,75

(Sumber: SNI 1729 – 2002 table 6.4-2)

Untuk penampang profil dilihat pada gambar 2.8, dan untuk daerah sendi plastis, tekuk setempat harus dapat dihindari dengan mensyaratkan bahwa perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan dapat dilihat pada tabel 2.20 dan tabel 2.21.

Tabel 2.20 Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (f_y dinyatakan dalam MPa).

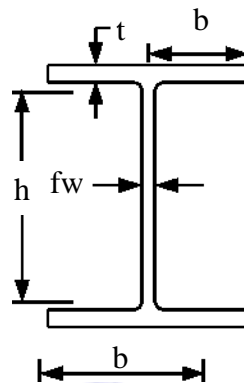
Jenis Elemen	Perbandingan lebar terhadap tebal (\bar{e})	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal	
		λ_p (kompak)	λ_r (tak-kompak)
Pelat sayap balok-I dan kanal dalam lentur	b/t	$170/\sqrt{f_y}$ [c]	$370/\sqrt{f_y - f_r}$ [e]
Pelat sayap balok-I hibrida atau balok tersusun yang di las dalam lentur	b/t	$170/\sqrt{f_y}$	$\frac{420}{\sqrt{(f_y - f_r)/k_e}}$
Pelat sayap dari komponen-komponen struktur tersusun dalam	b/t	-	$290/f_y/k_e$ [f]
Sayap bebas dari profil siku kembar yang menyatu pada sayap lainnya, pelat sayap dari komponen struktur	b/t	-	$250/f_y$
Sayap dari profil siku tunggal padapenyokong, sayap dari profil siku ganda dengan pelat kopel penyokong, elemen	b/t	-	$200/f_y$
Pelat badan dari profil T	d/t	-	$335/f_y$

(Sumber: SNI 1729 – 2002 table 7.5-1)

Tabel 2.21 Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal untuk elemen tertekan (f_y dinyatakan dalam MPa).

Jenis Elemen	Perbandingan lebar terhadap tebal (λ)	Perbandingan maksimum lebar terhadap tebal	
		λ_p (kompak)	λ_r (tak-kompak)
Pelat sayap dari penampang persegi	b/t	$500/\sqrt{f_y}$	$625/\sqrt{f_y}$
Bagian lebar yang tak terkekang dari pelat	b/t	-	$830/\sqrt{f_y}$
Bagian-bagian pelat badan dalam tekan	h/t_w	$1680/\sqrt{f_y}$ [c]	$2250/\sqrt{f_y}$ [g]
Bagian-bagian pelat badan dalam kombinasi tekan dan lentur	h/t_w	Untuk $N_u/\phi N_y < 0,125$ [c]	[g]
		$\frac{1,680}{\sqrt{F_y}} \left[1 - \frac{2,75 N_u}{\phi b N_y} \right]$	$\frac{2,550}{\sqrt{F_y}} \left[1 - \frac{0,74 N_u}{\phi b N_y} \right]$
Elemen-elemen lainnya yang	b/t h/t_w	Untuk $N_u/\phi N_y > 0,125$	
		$\frac{500}{\sqrt{F_y}} \left[2,33 - \frac{N_u}{\phi b N_y} \right] \geq \frac{665}{\sqrt{F_y}}$	
Penampang bulat berongga Pada tekan aksial	D/t	[d] - $14.800/f_y$	$665/f_y$ $22.000/f_y$ $62.000/f_y$
<p>[a] Untuk balok hibrida, gunakan tegangan leleh pelat sayap f_y sebagai ganti f_y.</p> <p>[b] Ambil luas neto plat pada lubang terbesar.</p> <p>[c] Dianggap kapasitas rotasi inelastis sebesar 3. Untuk struktur-struktur pada zona gempa tinggi diperlukan kapasitas rotasi yang lebih besar.</p> <p>[d] Untuk perencanaan plastis gunakan $9.000/f_y$.</p>			

(Sumber: SNI 1729 – 2002 table 7.5-1)



Gambar 2.8 penampang profil

(Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.5-1)

2.9.6 Penampang kompak

Untuk penampang-penampang yang memenuhi $\lambda \leq \lambda_p$ kuat lentur nominal penampang didasarkan pada persamaan 2-69. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.2.3)

$$M_n = M_p \quad (2-69)$$

2.9.7 Penampang tak-kompak

Untuk penampang yang memenuhi $\lambda_p \leq \lambda \leq \lambda_r$ kuat lentur nominal penampang ditentukan dengan persamaan 2-70. (Sumber: SNI 1729 - 2002 pasal 8.2.4)

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \quad (2-70)$$

2.9.8 Analisis plastis

Suatu komponen struktur yang dianalisis dengan metode plastis harus memenuhi syarat sebagai berikut: (Sumber: SNI 1729 - 2002 pasal 8.1-3)

- a) Berpenampang kompak (lihat Tabel 2.20);
- b) Memenuhi $L \sim L_p$ (lihat Tabel 2.23);
- c) Memenuhi persyaratan berikut ini.

$$M_u \leq \phi M_n \quad (2-71)$$

dengan :

M_u = adalah momen lentur rencana

M_n = adalah kuat lentur nominal penampang

2.9.9 Kuat lentur nominal penampang dengan pengaruh tekuk lateral

2.9.9.1 Batasan momen

- Untuk pelat badan yang memenuhi $\lambda_r \leq \lambda$ kuat lentur nominal penampang ditentukan pada pasal 2.9.11;
- Batasan M_y , M_p , dan M_r dianut sesuai dengan pasal 2.9.4;
- Momen kritis M_{cr} ditentukan dalam Tabel 2.22;
- Faktor pengali momen C_b ditentukan oleh persamaan 2-72.

$$C_b = \frac{12.5 M_{max}}{2.5 M_{max} + 3 M_a + 4 M_b + 3 M_c} \leq 2.3 \quad (2-72)$$

dengan M_{max} adalah momen maksimum pada bentang yang ditinjau serta M_A , M_B , dan M_C adalah masing-masing momen pada 1/4 bentang, tengah bentang, dan 3/4 bentang komponen struktur yang ditinjau. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.3.1)

Tabel 2.22 Momen kritis untuk tekuk lateral

Profil	M_{cr}
Profil-I dan kanal ganda	$C_b \frac{\pi}{L} \sqrt{E I_y G J \left(\frac{\pi E^2}{L} \right) I_y I_w}$
Profil kotak pejal atau berongga	$2 C_b E \sqrt{\frac{J A}{L / r_y}}$

(Sumber: SNI 1729 – 2002 tabel 8.3-1)

2.9.9.2 Pengekang lateral

Kuat komponen struktur dalam memikul momen lentur tergantung dari panjang bentang antara dua pengekang lateral yang berdekatan, L . Batas-batas bentang pengekang lateral ditentukan dalam Tabel 2.23. (Sumber: SNI 1729 - 2002 pasal 8.3.2)

2.9.9.3 Bentang pendek

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L \leq L_p$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur didasarkan pada persamaan 2-73.

(Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.3.3)

$$M_n = M_p \tag{2-73}$$

Tabel 2.23 Bentang untuk pengekangan lateral

Profil	L_p	L_r
Profil-I dan kanal ganda	$1.76 \times r_y \times \sqrt{\frac{E}{F_y}}$ dengan $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ adalah jari-jari garasi terhadap sumbu lemah	$r_y \times \left(\frac{x_1}{fL} \right) \times \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \times fL^2}}$ dengan $fL = f_y - f_r$ $x_1 = \frac{\pi}{S} \times \sqrt{\frac{E \times G \times J \times A}{2}}$ $x_2 = 4 \times \left(\frac{S}{GJ} \right)^2 \times \frac{I_w}{I_y}$ I_w adalah konstanta punter lengkung J adalah konstanta puntir torsi
Profil kotak pejal atau berongga	$0,13 \times E r_y \times \sqrt{\frac{JA}{M_p}}$	$2 \times E r_y \times \sqrt{\frac{JA}{M_p}}$

(Sumber: SNI 1729 - 2002 tabel 8.3-2)

2.9.9.4 Bentang menengah

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_p \leq L \leq L_r$ kuat nominal komponen struktur terhadap momen lentur didasarkan pada persamaan 2-74. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.3.4)

$$M_n = C_b (M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L}{L_r - L_p}) \leq M_p \quad (2-74)$$

2.9.9.5 Bentang panjang

Untuk komponen struktur yang memenuhi $L_r \leq L$, kuat nominal komponen struktur terhadap lentur didasarkan pada persamaan 2-75.

(Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.3.5)

$$M_n = M_{cr} \leq M_p \quad (2-75)$$

2.9.9.6 Definisi panel pelat badan

Panel pelat badan dengan tebal (t_w) harus dianggap mencakup luas pelat yang tidak diperkaku dengan ukuran dalam arah memanjang, a , dan ukuran dalam arah tinggi balok, h . Batas-batas pelat badan adalah pelat sayap, pengaku memanjang, pengaku vertikal, atau tepi bebas. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.6.2)

2.9.10 Kuat geser

Pelat badan yang memikul gaya geser perlu (V_u) harus memenuhi persamaan 2-76. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.8.1)

$$V_u \leq \phi V_n \quad (2-76)$$

dengan :

ϕ adalah faktor reduksi = 0,9

V_n adalah kuat geser nominal pelat badan berdasarkan Butir

2.9.11 Kuat geser nominal

Kuat geser nominal (V_n) pelat badan harus diambil seperti yang ditentukan oleh persamaan 2-77 sampai dengan persamaan 2-80. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.8.2)

a) Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel h/tw memenuhi;

$$\frac{h}{tw} \leq 1.10 \frac{\sqrt{Kn E}}{F_y} \quad (2-77)$$

$$Kn = 5 + \frac{5}{\frac{a^2}{h}} \quad (2-78)$$

Kuat geser nominal pelat badan harus diambil seperti ditentukan dalam pasal 2.9.12

b) Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel h/tw memenuhi;

$$1.10 \frac{\sqrt{Kn E}}{F_y} \leq \frac{h}{tw} \leq 1.37 \frac{\sqrt{Kn E}}{F_y} \quad (2-79)$$

c) Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel h/tw memenuhi;

$$1.37 \frac{\sqrt{Kn E}}{F_y} \leq \frac{h}{tw} \quad (2-80)$$

2.9.12 Kuat geser

Kuat geser nominal pelat badan harus dihitung dengan persamaan 2-81, dan persamaan (2-82).

$$V_n = 0,6f_y A_w \quad (2-81)$$

dengan A_w adalah luas kotor pelat badan.

Kuat geser nominal (V_n) penampang pipa harus dihitung sebagai berikut:

$$V_n = 0,36f_y A_e \quad (2-82)$$

dengan luas efektif penampang (A_e) harus diambil sebagai luas kotor penampang bulat berongga jika tidak ada lubang yang besarnya lebih

dari yang dibutuhkan untuk alat sambung atau luas bersih lebih besar dari 0,9 luas kotor. Jika tidak, luas efektif diambil sama dengan luas bersih.

(Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 8.8.3)

2.9.13 Metode interaksi geser dan lentur

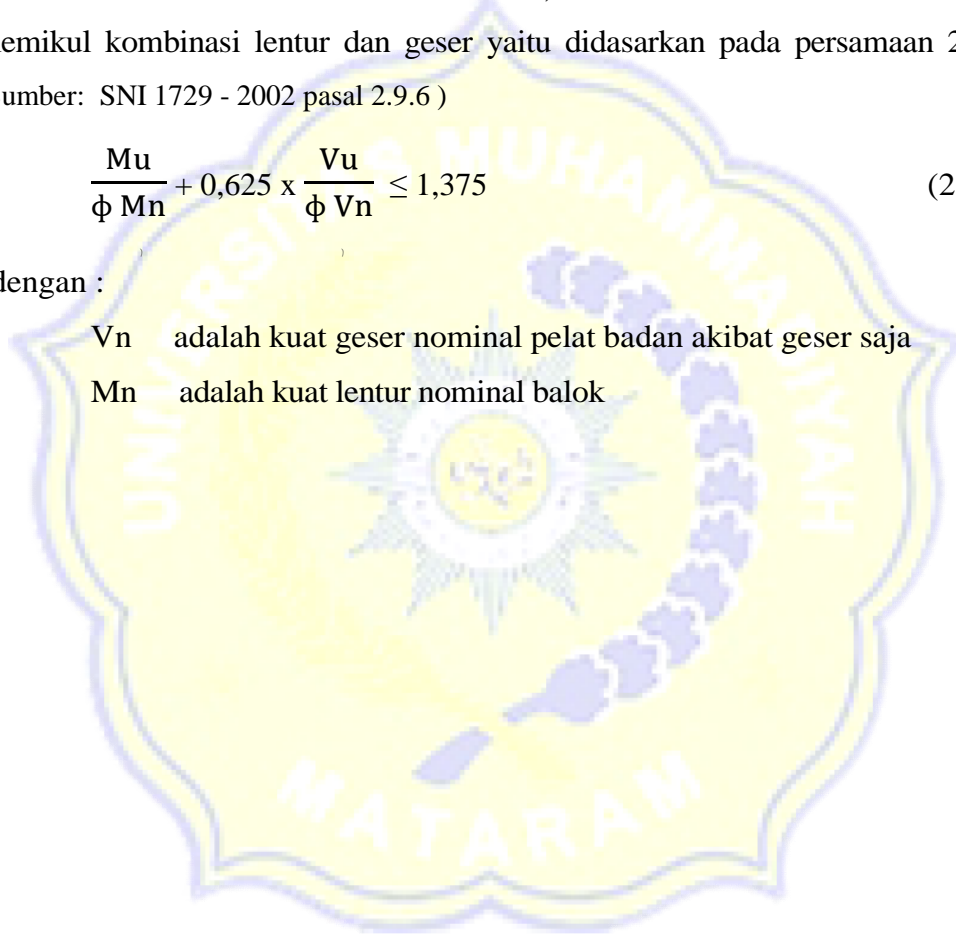
Jika momen lentur dianggap dipikul oleh seluruh penampang, maka selain memenuhi Butir 2.9.11 dan 2.9.9, balok harus direncanakan untuk memikul kombinasi lentur dan geser yaitu didasarkan pada persamaan 2-83. (Sumber: SNI 1729 - 2002 pasal 2.9.6)

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \times \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375 \quad (2-83)$$

dengan :

V_n adalah kuat geser nominal pelat badan akibat geser saja

M_n adalah kuat lentur nominal balok



2.10 Komponen Struktur Tekan

2.10.1 Perencanaan akibat gaya tekan

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor, N_u , harus memenuhi persyaratan didasarkan pada persamaan 2-84. (sumber SNI 1729 2002, 9.1)

$$N_u \leq \phi N_n \quad (2-84)$$

dengan :

ϕ = adalah faktor reduksi kekuatan (lihat Tabel 2.19)

N_n = adalah kuat tekan nominal komponen struktur

2.10.2 Perbandingan kelangsingan.

- kelangsingan elemen penampang (lihat Tabel 2.20) $< \lambda_r$

- kelangsingan komponen struktur tekan, $\lambda = \frac{L_k}{r} < 200$ (2-85)

Komponen struktur tekan yang elemen penampangnya mempunyai perbandingan lebar terhadap tebal lebih besar daripada nilai λ_r yang ditentukan dalam Tabel 2.20 harus direncanakan dengan analisis rasional yang dapat diterima.

2.10.3 Gaya tekuk elastik

Gaya tekuk elastis komponen struktur (N_{cr}) didasarkan pada persamaan 2-86.

$$N_{cr} = \frac{A F_y}{\lambda_c^2} 200 \quad (2-86)$$

dengan parameter kelangsingan kolom (λ_c), didasarkan pada persamaan (2-87).

$$\lambda_c = \frac{1}{\pi} \times \frac{K L}{r_y} \times \sqrt{\frac{F_y}{E}} \quad (2-87)$$

dengan $L_k = k c L$ dan f_y adalah tegangan leleh material. Dalam hal ini $k c$ adalah faktor panjang tekuk, dan L adalah panjang teoritis kolom. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.1)

2.10.4 Daya dukung nominal komponen struktur tekan

Untuk penampang yang mempunyai perbandingan lebar terhadap tebalnya lebih kecil daripada nilai λ_r pada Tabel 2.20, daya dukung nominal komponen struktur tekan dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-88, dan persamaan 2-89. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.6.2)

$$N_n = A_g F_{cr} = A_g \frac{F_y}{\omega} \quad (2-88)$$

$$F_{cr} = \frac{F_y}{\omega} \quad (2-89)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \leq 0,25 \text{ maka } \omega = 1 \quad (2-90-a)$$

$$\text{Untuk } 0,25 < \lambda_c < 1,2 \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} \quad (2-90-b)$$

$$\text{Untuk } \lambda_c \geq 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25 \lambda_c^2 \quad (2-90-c)$$

dengan :

A_g adalah luas penampang bruto, mm²

2.10.5 momen untuk komponen struktur tak- bergoyang

Untuk komponen struktur tak-bergoyang tanpa gaya aksial atau komponen struktur tak-bergoyang dengan gaya aksial tarik, momen lentur terfaktor (M_u) dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-91. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.4.3.1)

$$M_u = M_{ntu} \quad (2-91)$$

dengan M_{ntu} adalah momen lentur terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang tidak menimbulkan goyangan.

Untuk komponen struktur tak-bergoyang dengan gaya aksial tekan terfaktor (N_u) yang berasal dari analisis orde pertama, momen lentur terfaktor (M_u) dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-92.

$$M_u = \delta_b M_{ntu} \quad (2-92)$$

dengan δ_b adalah faktor amplifikasi momen untuk komponen struktur tak-bergoyang dan dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-93.

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \left(\frac{N_u}{N_{cr}} \right)} \geq 1 \quad (2-93)$$

dengan N_u adalah gaya aksial tekan terfaktor dan N_{cr} adalah beban kritis elastis, ditetapkan sesuai dengan Butir 7.6.1, untuk komponen struktur tak-bergoyang.

Untuk komponen struktur tak-bergoyang tanpa beban transversal, faktor c_m dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-94.

$$C_m = 0,6 - 0,4 \beta_m \leq 1,0 \quad (2-94)$$

dengan β_m adalah perbandingan momen terkecil dan terbesar yang bekerja di ujung-ujung komponen struktur, diambil positif bila komponen struktur terlentur dengan kelengkungan yang berbalik tanda dan negatif untuk kasus sebaliknya.

Untuk komponen struktur tak-bergoyang dengan beban transversal:

$c_m = 1$ untuk komponen struktur dengan ujung-ujung sederhana,
 $c_m = 0,85$ untuk komponen struktur dengan ujung-ujung kaku.

2.10.6 Momen untuk komponen struktur bergoyang

Untuk komponen struktur bergoyang, momen lentur terfaktor (M_u) dihitung menggunakan metode pada butir ini. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.4.3.2)

Dalam butir ini, momen lentur terfaktor (M_u) dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-95.

$$M_u = \delta_b M_{ntu} + \delta_s M_{ltu} \quad (2-95)$$

dengan M_{ltu} adalah momen lentur terfaktor orde pertama yang diakibatkan oleh beban-beban yang dapat menimbulkan goyangan, dan faktor amplifikasi momen (δ_s) ditetapkan berdasarkan pada persamaan 2-96, dan persamaan 2-97.

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \sum Nu \left(\frac{\Delta o h}{HL} \right)} \quad (2-96)$$

$$\text{atau } \delta_s = \frac{1}{1 - \left(\frac{\sum Nu}{\sum N_{crs}} \right)} \quad (2-97)$$

dengan :

$\sum Nu$ = adalah jumlah gaya aksial tekan terfaktor akibat beban gravitasi untuk seluruh kolom pada satu tingkat yang ditinjau, N

N_{crs} = adalah ditetapkan pada Butir 7.6.1 untuk kasus komponen struktur bergoyang, N

$\Delta o h$ = adalah simpangan antar lantai pada tingkat yang sedang ditinjau, mm

$\sum H$ = adalah jumlah gaya horizontal yang menghasilkan $\Delta o h$ pada tingkat yang ditinjau, N

L = adalah tinggi tingkat, mm

2.10.7 Persamaan interaksi aksial-momen

Dalam segala hal, salah satu dari dua persamaan interaksi aksial-momen berikut ini harus dipenuhi oleh setiap komponen struktur prismatis simetris ganda dan simetris tunggal, didasarkan pada persamaan 2-98, dan persamaan 2-99. (Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 7.4.3.3)

$$\text{Bila } \frac{Nu}{\phi N_n} \geq 0,2 \text{ maka } \frac{Nu}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (2-98)$$

$$\text{Bila } \frac{Nu}{\phi N_n} < 0,2 \text{ maka } \frac{Nu}{2\phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1,0 \quad (2-99)$$

dengan :

N_u adalah gaya aksial terfaktor, N

N_n adalah kuat nominal penampang komponen struktur;

ditetapkan sesuai dengan pasal 2.10.4 untuk komponen struktur tekan

ϕ adalah faktor reduksi kekuatan

$\phi = \phi_c$ adalah untuk komponen struktur tekan = 0,85

$\phi = \phi_t$ adalah untuk komponen struktur tarik=0,9

ϕ_b adalah faktor reduksi kekuatan untuk komponen struktur lentur = 0,90

M_{nx} , M_{ny} adalah momen lentur nominal penampang komponen struktur masing-masing terhadap sumbu-x dan -y ditetapkan sesuai dengan pasal 2.9.4 dan 2.9.9, N-mm

M_{ux} , M_{uy} adalah momen lentur terfaktor masing-masing terhadap

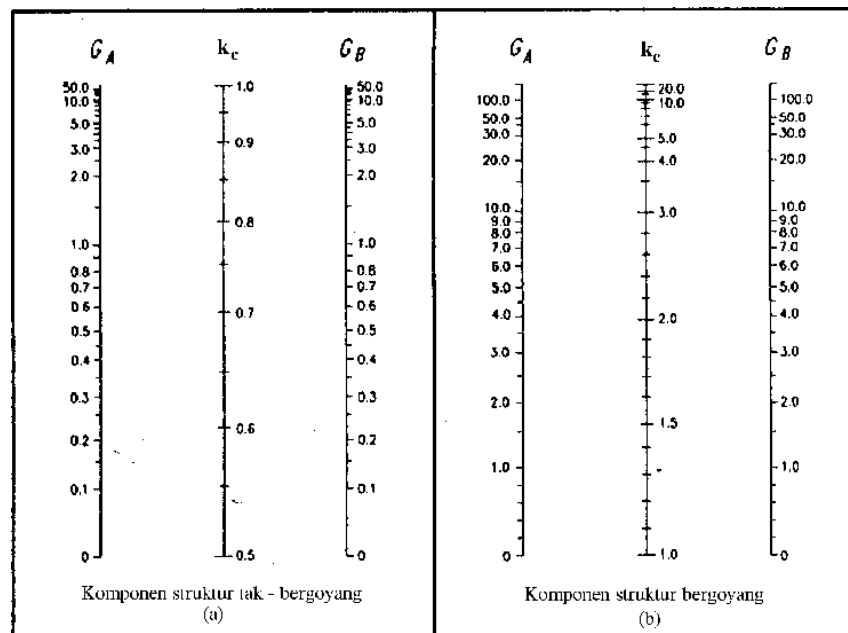
sumbu-x dan -y, sudah termasuk pengaruh orde kedua, N-mm

Nilai faktor panjang tekuk (k_c), yang digunakan untuk komponen struktur dengan ujung-ujung ideal di tunjukan pada gambar 2.9, dan untuk nilai faktor panjang tekuk bergantung pada kekangan rotasi dan translasi pada ujung-ujung komponen struktur. Pada gambar 2.10 (a), untuk komponen struktur tak bergoyang, kekangan translasi ujungnya dianggap tak-hingga. Pada gambar 2.10 (b), untuk komponen struktur bergoyang, kekangan translasi ujungnya dianggap nol.

Garis terputus menunjukkan diagram kolom tertekuk	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai k_c teoritis	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Nilai k_c yang dianjurkan untuk kolom yang mendekati kondisi ideal	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Kode ujung	<ul style="list-style-type: none"> Jepit Sendi Roll tanpa putaran sudut Ujung bebas 					

Gambar 2.9 Nilai k_c untuk kolom dengan ujung-ujung yang ideal.

(Sumber: SNI 1729 - 2002. Gambar 7.6-1)



Gambar 2.10 nilai k_c untuk kolom
(Sumber: SNI 1729 - 2002. Gambar 7.6-2)

- (a) Nilai k_c untuk komponen struktur tak bergoyang, dan
(b) untuk komponen struktur bergoyang.

2.11 Sambungan Baut Mutu Tinggi

2.11.1 Kuat tumpu

Kuat tumpu rencana bergantung pada yang terlemah dari baut atau komponen pelat yang disambung. Apabila jarak lubang tepi terdekat dengan sisi pelat dalam arah kerja gaya lebih besar daripada 1,5 kali diameter lubang, jarak antar lubang lebih besar daripada 3 kali diameter lubang, dan ada lebih dari satu baut dalam arah kerja gaya, maka kuat rencana tumpu dapat dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-100, dan persamaan 2-101. (Sumber: SNI 1729 2002 pasal 13.2.2.4)

$$R_d = \phi R_n(\phi (2,4 \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot t_p)) \quad (2-100)$$

Kuat tumpu yang didapat dari perhitungan di atas berlaku untuk semua jenis lubang baut. Sedangkan untuk lubang baut selot panjang tegak lurus arah kerja gaya berlaku pada persamaan 2-101. Untuk kuat nominal baut disyaratkan pada tabel 2.24, dan prategang baut minimum disyaratkan pada tabel 2.25.

$$R_d = \phi R_n(\phi (2,0 \cdot F_{up} \cdot d_b \cdot t_p)) \quad (2-101)$$

dengan :

$\phi = 0,75$ adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

d_b adalah diameter baut nominal pada daerah tak berulir

t_p adalah tebal pelat

F_u adalah tegangan tarik putus yang terendah dari baut atau pelat

Tabel 2.24 Kuat nominal baut dan batang berulir

Baut atau Alat sambung berulir	Tarik, F_{nt} (MPa)	Geser, F_{nv} (MPa)	Keterangan
A 307 (baut mutu biasa)	310	188 165	non-struktur
A325 (Baut mutu tinggi) Jenis baut di Grup A	620	372	geser pada ulir drat
		330	geser pada grip polos
A490 (Baut mutu tinggi) Jenis baut di Grup B	780	457	geser pada ulir drat
		414	
alat sambung dengan ulir (misal : baut angkur)	$0,75 F_u$	579	geser pada grip polos
		520	
		$0,45 F_u$	geser pada ulir drat
		$0,40 F_u$	geser pada grip polos
		$0,563 F_u$	
		$0,50 F_u$	

(Sumber: Tabel J3.2 AISC (2010) dalam Dewobroto, 2016)

Tabel 2.25 Prategang baut minimum

Diameter		A325 (Grup A)		A490 (Grup B)	
inch	mm	Kips	kN	Kips	kN
1/2	-	12	-	15	-
5/8	M16	19	91	24	114
3/4	M20	28	142	35	179
7/8	M22	39	176	49	221
1	M24	51	205	64	257
1 1/8	M27	56	267	80	334
1 1/4	M30	71	326	102	408
1 3/8	M36	85	475	121	595
1 1/2	-	103	-	148	-

(Sumber: Tabel J3.1 – AISC 2010 dalam Dewobroto, 2016)

2.11.2 Ukuran lubang

Diameter nominal dari suatu lubang yang sudah jadi, harus 2 mm lebih besar dari diameter nominal baut untuk suatu baut yang diameternya tidak melebihi 24 mm, dan maksimum 3 mm lebih besar.

(Sumber: SNI 1729 - 2002 pasal 17.3.6)

2.11.3 Baut dalam geser

Kuat geser rencana dari satu baut dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-102.

$$\phi R_n = (\phi (0.5 \cdot F_{ub} \cdot m \cdot A_b)) \quad (2-102)$$

dengan :

$r_1 = 0,5$ untuk baut tanpa ulir pada bidang geser

$r_1 = 0,4$ untuk baut dengan ulir pada bidang geser

$\phi = 0,75$ adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

F_{ub} adalah tegangan tarik putus baut

A_b adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

m adalah jumlah bidang geser

Kuat geser nominal baut yang mempunyai beberapa bidang geser (bidang geser majemuk) adalah jumlah kekuatan masing-masing yang dihitung untuk setiap bidang geser. (sumber SNI 1729 2002, 13.2.2.1)

2.11.4 Baut yang memikul gaya tarik

Kuat tarik rencana satu baut dihitung dengan persamaan 2-103.

(Sumber: SNI 1729 – 2002 pasal 13.2.2.2)

$$T_d = \phi T_n = (\phi (0.75 \cdot F_{ub} \cdot A_b)) \quad (2-103)$$

dengan :

$\phi = 0,75$ adalah faktor reduksi kekuatan untuk fraktur

f_{ub} = adalah tegangan tarik putus baut

A_b = adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

2.11.5 Perhitungan jumlat baut, dihitung berdasarkan pada persamaan 2-104.

$$n = \frac{Vu}{\phi Rn} \quad (2-104)$$

dengan :

n = adalah jumlah baut

Vu = adalah gaya geser

ϕRn = adalah tahanan tumpu pada bagian web dari balok

(sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008. 13.1)

2.11.6 Periksa gaya geser balok, dihitung berdasarkan pada persamaan 2-105 sampai 2-112.

$$A_{gv} = h \times t = \text{mm}^2 \quad (2-105)$$

dengan :

A_{gv} = adalah luas brutto akibat geser

h = adalah tinggi penampang pelat

t = adalah tebal plat badan

$$A_{nv} = (h - n \times (d + 2)) \times (t) = \text{mm}^2 \quad (2-106)$$

dengan :

A_{nv} adalah luas netto akibat geser

h = adalah tinggi penampang pelat

t = adalah tebal plat badan

n = adalah jumlah lubang baut

d = adalah diameter baut

$$A_{gt} = t_p \times t = \text{mm}^2 \quad (2-107)$$

dengan :

A_{gt} adalah luas brutto akibat tarik

t = adalah tebal pelat badan

t_p = adalah lebar tepi pelat ke titik tengah baut

$$A_{nt} = (t_p - n \times (d + 2)) \times t = \text{mm}^2 \quad (2-108)$$

dengan :

A_{nt} = adalah luas *netto* akibat tarik

t_p = adalah lebar tepi pelat ke titik tengah baut

t = adalah tebal plat badan

n = adalah jumlah lubang baut

d = adalah diameter baut

$$f_{up} \cdot A_{nt} < 0,6 f_u A_{nv} \quad (2-109)$$

Dalam buku Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008 ini untuk menyatakan gaya tekan aksial terfaktor menggunakan notasi T_n

$$T_n = 0,6 \cdot f_{up} \cdot A_{nv} + f_{yp} \cdot A_{gt} = \text{KN} \quad (2-110)$$

$$\phi T_n = (0,75 \times T_n) = \text{KN} \quad (2-111)$$

(sumber: SNI 1729 2002. Pasal 10.1)

$$\phi T_n > T_u \quad \text{KN} \quad \text{Ok!!!} \quad (2-112)$$

(sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008. 13.1)

2.12 Tata Letak Baut

2.12.1 Jarak

Jarak antar pusat lubang pengencang tidak boleh kurang dari 3 kali diameter nominal pengencang.

2.12.2 Jarak tepi minimum

Jarak minimum dari pusat pengencang ke tepi pelat atau pelat sayap profil harus memenuhi spesifikasi dalam Tabel 2.26.

Tabel 2.26 Jarak tepi minimum.

Tepi dipotong dengan tangan	Tepi dipotong dengan mesin	Tepi profil bukan hasil potongan
$1,75 d_b$	$1,50 d_b$	$1,25 d_b$

(Sumber: SNI 1729 2002.pasal. 13.4)

Dengan d_b adalah diameter nominal baut pada daerah tak berulir.

2.12.3 Jarak maksimum

Jarak antara pusat pengencang tidak boleh melebihi $15 t_p$ (dengan t_p adalah tebal pelat lapis tertipis didalam sambungan), atau 200 mm. Pada pengencang yang tidak perlu memikul beban terfaktor dalam daerah yang tidak mudah berkarat, jaraknya tidak boleh melebihi $32 t_p$ atau 300 mm. Pada baris luar pengencang dalam arah gaya rencana, jaraknya tidak boleh melebihi $(4 t_p + 100 \text{ mm})$ atau 200 mm. (Sumber: SNI 1729 2002.pasal. 13.4)

2.12.4 Jarak tepi maksimum

Jarak dari pusat tiap pengencang ke tepi terdekat suatu bagian yang berhubungan dengan tepi yang lain tidak boleh lebih dari 12 kali tebal pelat lapis luar tertipis dalam sambungan dan juga tidak boleh melebihi 150 mm. (Sumber: SNI 1729 2002.pasal. 13.4)

2.13 Perhitungan Siku Penyambung Atas dan Bawah

Untuk jarak baut terhadap flens bawah balok, dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-113.

$$d = \frac{M}{n.T} \quad (2-113)$$

dengan :

M = adalah gaya momen

T = adalah tahanan nominal baut dalam tarik

n = adalah jumlah baut

d = adalah jarak baut

$$\text{jarak baut terhadap flens atas balok} = \frac{1}{2} \times (d - h) \quad (2-114)$$

a = jarak baut terhadap flens atas balok – t siku – r siku

dengan :

h = adalah tinggi penampang profil balok

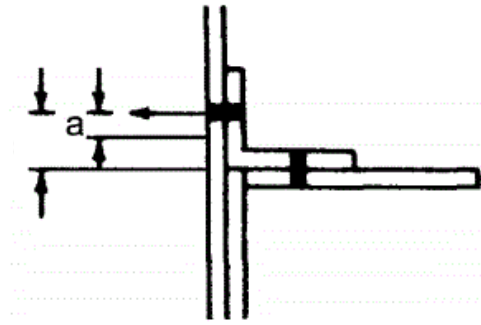
d = adalah jarak baut

a = adalah jarak baut terhadap siku, dilihat pada gambar 2.11

r siku = adalah radius perofil siku

t siku = adalah tebal perofil siku

(Sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008. pasal 13.4)



Gambar 2.11 Jarak a dan jarak baut terhadap flens atas balok

(Sumber: Setiawan. 2008)

Gaya yang bekerja pada profil siku dapat dihitung dengan dengan di dasarkan pada persamaan 2-115.

$$T = \frac{M}{d} \quad (2-115)$$

dengan :

M = adalah gaya momen

T = adalah tahanan nominal baut dalam tarik

d = adalah jarak baut

Gaya ini menimbulkan momen pada profil siku sebesar (Nmm), dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-116.

$$M = 0,5 \cdot T \cdot a \quad (2-116)$$

dengan :

M = adalah gaya momen

T = adalah tahanan nominal baut dalam tarik

a = adalah jarak baut terhadap siku

Kapasitas nominal penampang persegi dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-117, dan persama 2-118.

$$\phi Mn = 0.9 \times \left(\frac{b \times d^2}{4} \right) \times fy \quad (2-117)$$

sehingga diperoleh: $b = \frac{4 \times \phi Mn}{0.9 \times fy \times d^2}$ (2-118)

dengan :

ϕMn = adalah gaya momen

d = adalah diameter baut

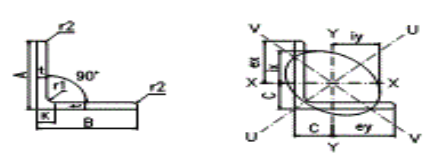
b = adalah panjang profil siku (mm)

fy = adalah tegangan leleh baja (mm)

(Sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiwawan.2008. pasal 13.4)

2.14 Tabel Profil Siku-Siku Sama Kaki

Standard Sectional Dimension and Its Sectional area, unit Weight and Sectional Characteristic, dapat dilihat pada gambar 2.12



Sectional Dimension						Center of grav. (c) cm	Sec.of Area cm ²	Unit Weight kg/m
A x B mm mm	t mm	K mm	r1 mm	r2 mm				
L 150 x 150	12.0	26.0	14.0	7.0	4.14	34.77	27.29	
	15.0	29.0	14.0	10.0	4.24	42.74	33.55	
	19.0	33.0	14.0	10.0	4.40	53.38	41.90	
L 175 x 175	12.0	27.0	15.0	11.0	4.73	40.52	31.81	
	15.0	30.0	15.0	11.0	4.85	50.21	39.41	
L 200 x 200	15.0	32.0	17.0	12.0	5.46	57.75	45.33	
	20.0	37.0	17.0	12.0	5.67	76.00	59.66	
	25.0	42.0	17.0	12.0	5.86	93.75	73.59	
L 250 250	25.0	49.0	24.0	12.0	7.10	119.40	93.73	
	35.0	59.0	24.0	18.0	7.45	162.60	127.64	

Gambar.2.12 Tabel profil siku-siku samakaki
(Sumber : Gunawan. 1993 dan Morisco. 1987)

2.15 Perhitungan jumlah baut pada sambungan

2.15.1 Perhitungan jumlah baut pada sambungan flens balok

Baut penyambung adalah baut dengan satu bidang geser, sehingga dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-119.

$$n = \frac{Vu}{Rn} \quad (2-119)$$

dengan :

Vu = adalah gaya geser

Rn = adalah tahanan nominal baut

n = adalah jumlah baut

(Sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008. 13.4)

2.15.2 Perhitungan jumlah baut pada sambungan web kolom

tahanan baut ditentukan oleh tahanan dua bidang, sehingga dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-120.

$$n = \frac{Vu}{Rn} \quad (2-120)$$

dengan :

Vu = adalah gaya geser

Rn = adalah tahanan nominal baut

n = adalah jumlah baut

(Sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiawan.2008. 13.4)

2.15.3 Perhitungan jumlah baut pada Sambungan web balok dengan

web kolom Baut yang menghubungkan balok dengan web kolom adalah sambungan dengan dua bidang geser, dihitung dengan didasarkan pada persamaan 2-121.

$$n = \frac{Vu}{Rn} \quad (2-121)$$

dengan :

Vu = adalah gaya geser

Rn = adalah tahanan nominal baut

n = adalah jumlah baut

(Sumber: Struktur baja metode LRFD, Agus stiwawan.2008. 13.4)

2.15.4 Kuat baut terhadap Tarik atau Geser

Spesifikasi baut mutu tinggi menurut ketentuan *J3.1 AISC (2010)* terdiri dari dua (2) grup utama, yaitu:

Grup A – ASTM A325, A325M, F1852, A354 Grade BC, dan A449

Grup B – ASTM A490, A490M, F2280, dan A354 Grade BD

Rumus kuat baut persatu (1) bidang geser didasarkan pada persamaan 2-122.

$$R_n = 0,75 F_{nv} A_b n_s \quad (2-122)$$

dengan :

F_{nv} = tegangan geser nominal baut sesuai tabel 2.24

A_b = luas penampang baut, bagian berulir atau polos, tergantung tegangan geser nominal yang dipakai.

Rumus kuat geser blok baut didasarkan pada persamaan 2-123.

$$R_n = 0,6F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt} \leq 0,6F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_n \quad (2-123)$$

dengan :

F_u = kuat tarik minimum pelat sambung (MPa)

F_y = kuat leleh minimum pelat sambung (MPa)

A_{nv} = luas netto (dengan lubang) potongan mengalami gaya geser (mm^2)

A_{gv} = luas utuh (tanpa lubang) potongan mengalami gaya geser (mm^2)

A_{nt} = luas netto (dengan lubang) potongan mengalami gaya tarik (mm^2)

Besarnya tahanan slip untuk kondisi batas slip atau R_n untuk baut mutu tinggi berdasarkan *AISC (2010)* pada persamaan 2-124.

$$R_n = \mu D_u h_f T_b n_s \quad (2-124)$$

dengan :

μ = Koefisien slip rata-rata, tergantung kondisi permukaan, pekerjaan persiapan mutu kelas-A adalah 0,3. Untuk mutu

kelas-B (lebih ketat) adalah 0,5.

$D_u = 1,13$ adalah factor pengali yang mempresentasikan gaya prategang baut rata-rata terpasang dengan gaya Tarik baut prategang minimum.

H_f = faktor terkait adanya pelat pengisi (*filler*), jika tidak ada filler atau hanya 1 *filler* maka $h_f = 1,0$. Jika ada 2 *filler* diantara pelat sambung maka $h_f = 0,85$.

T_b = gaya Tarik baut prategang minimum sesuai Tabel 2.25

n_s = jumlah permukaan yang menimbulkan bidang kontak.

Kuat tumpu pelat sambungan dari AISC (2010) memperhitungkan pengaruh deformasi, jika besarnya itu akan mempengaruhi fungsi struktur sehingga kekuatannya perlu dibatasi maka dapat dipakai rumusan berikut dengan mengambil nilai yang terkecil pada persamaan 2-125.

$$R_n = 1,2 l_c t F_u \leq 2,4 dt F_u \quad (2-125)$$

Selanjutnya, jika terjadi deformasi pada sambungan dianggap tidak mempengaruhi fungsi maka kuat tumpu dapat ditingkatkan yaitu nilai terkecil pada persamaan 2-126.

$$R_n = 1,5 l_c t F_u \leq 3,0 dt F_u \quad (2-126)$$

dengan :

l_c = jarak bersih (mm) searah gaya, dihitung dari tepi lubang ke tepi pelat terluar (untuk baut pinggir) atau jarak bersih antar tepi lubang (untuk baut dalam)

F_u = kuat Tarik minimum baja pelat yang ditinjau (MPa).

Sambungan pada flens kolom atas dan bawah dari AISC (2010), memperhitungkan 1 pelat pengisi dengan 2 bidang kontak, berdasarkan tahanan slip, jumlah baut pada flens kolom atas dan bawah berdasarkan pada persamaan 2-127

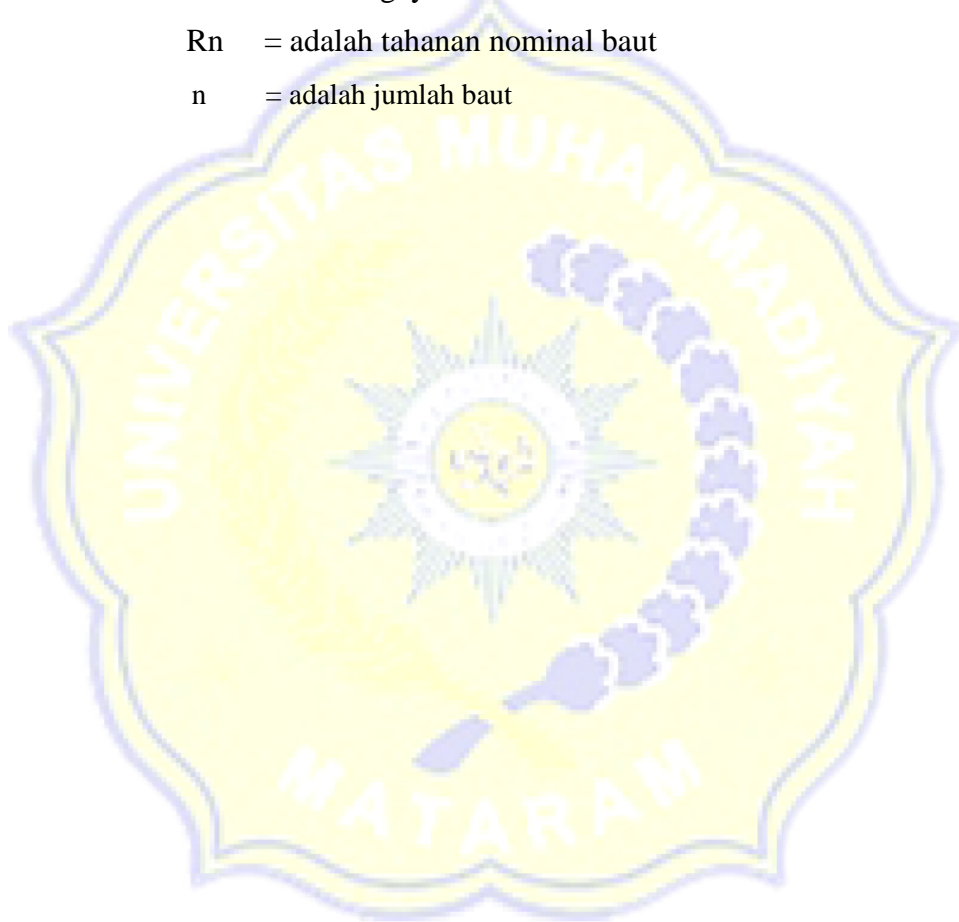
$$n = \frac{Mu}{Rn} \quad (2-127)$$

dengan :

Mu = adalah gaya momen

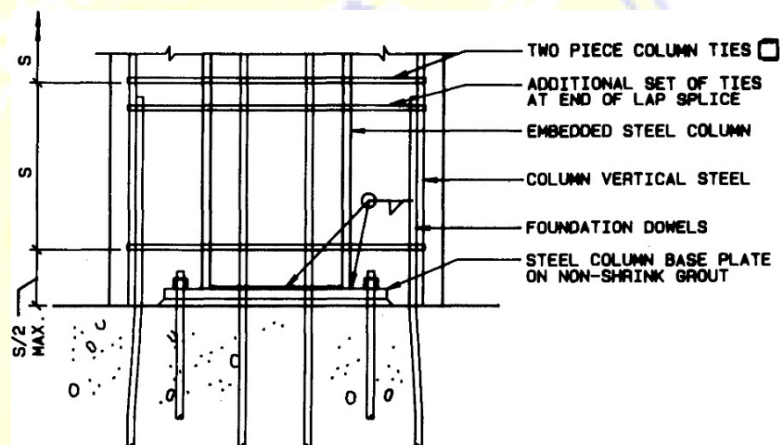
Rn = adalah tahanan nominal baut

n = adalah jumlah baut



2.16 Sambungan Baja ke Beton pada *Base Plate*

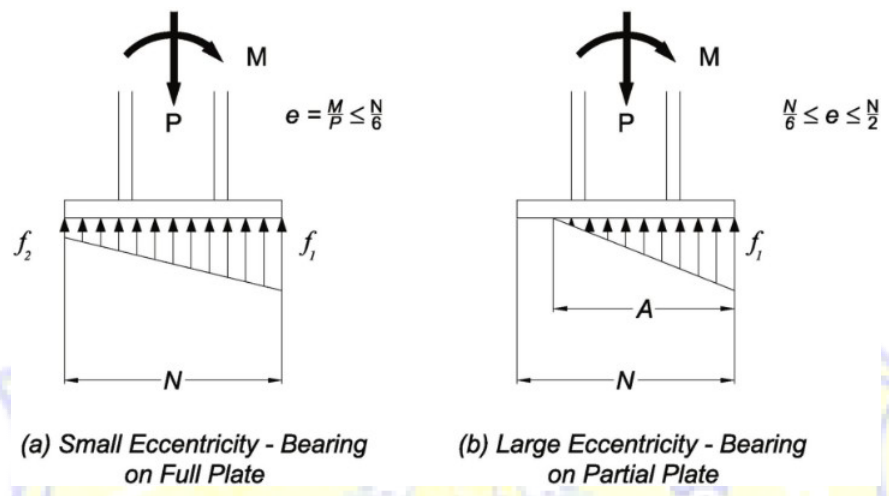
Base plat yang biasa, umumnya terdiri dari pelat landasan dan baut angkur. Adapun pelat landasan tersambung ke kolom baja dengan las. Agar terjadi kontak merata antara pelat landasan dan struktur beton pondasi, diberi jarak dan diisi dengan semen grout tipe tidak menyusut (*non shrink grout*). Secara teoritis bisa saja baut angkur tidak diperlukan, tetapi dalam pelaksanaan harus dipasang. Minimal dua buah, untukantisipasi momen tidak terduga selama masa konstruksi. Fungsi baut angkur bisa untuk leveling dan yang pasti adalah untuk menahan gaya geser, dapat dilihat pada gambar 2.13. (Dewobroto. 2016)



Gambar 2.13 Pelat dasar (Base Plate) kolom baja

(Sumber: *Load and Resistance Factor Design of W-Shapes Encased in Concrete Design Guide 06*, 1992)

Didalam perencanaan *Base plate* (Pelat dasar) harus diperhitungkan berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan serta dimensi pelat dasar diantaranya eksentrisitas beban, tegangan tumpu nominal beton, panjang bidang tekan beton dan lain sebagainya. Berikut ini adalah diagram gaya yang terjadi pada pelat dasar, dapat dilihat pada gambar 2.14, dan untuk tekan konsentris dilihat pada gambar 2.15



Gambar 2.14 Distribusi Tegangan segitiga akibat eksentrisitas kecil
(Sumber: AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design, 2006)

2.16.1 Kuat tumpu beton

a) Untuk luas beton tumpuan \approx luas pelat landasan, maka :

$$P_p = 0,85 f'_c A_1 \tag{2-128}$$

Atau dalam format tegangan tumpu nominal maka

$$(maks) = 0,85 f'_c \tag{2-129}$$

b) Untuk luas beton tumpuan $>$ luas pelat landasan yang besarnya merata pada semua sisi,

$$P_p = 0,85 f'_c A_1 \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 1,7 f'_c A_1 \tag{2-130}$$

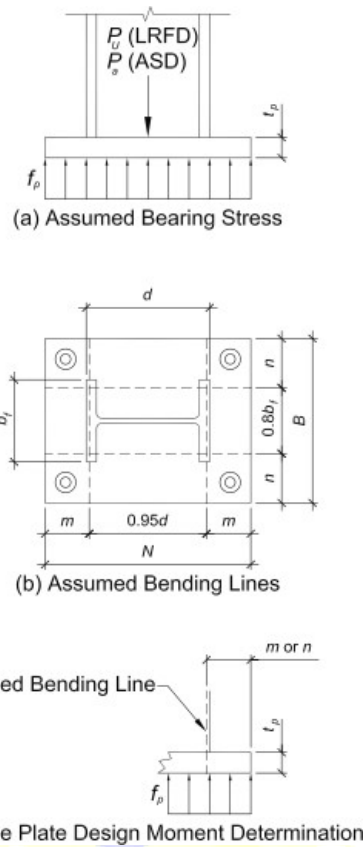
$$(maks) = 0,85 f'_c \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \tag{2-131}$$

dengan :

- f'_c kuat tekan beton yang disyaratkan, MPa
- $A1$ luas beton yang dibebani gaya tekan konsentris, mm²
- $A2$ luas permukaan beton landasan mm²

(Sumber: AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design, 2006)

2.16.2 Tekan Konsentris



Gambar 2.15 Desain Base-plate dengan beban tekan

(Sumber: AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design, 2006)

Jika *base-plate* bertumpu langsung pada permukaan beton pondasi, maka dimensi pelat landasan ($B \times N$) harus dipilih agar beton dibawahnya tidak rusak, dengan memenuhi ketentuan dalam persamaan 2-132.

$$= \frac{Pu}{B N} \leq (maks) \quad (2-132)$$

(Sumber: AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design, 2006)

2.16.3 Tegangan beton segitiga untuk momen kecil tanpa angkur

Dalam analisa tegangan beton terdapat eksentrisitas yang dibagi menjadi dua kondisi:

a) Eksentrisitas kecil

$$e = \frac{Mu}{Pu} \leq \frac{N}{6} \quad (2-133)$$

$$f_1 = \frac{Pu}{BN} \left(1 + \frac{6e}{N} \right) \quad (2-134)$$

b) Eksentrisitas menengah

$$\frac{N}{6} \leq e = \frac{Mu}{Pu} \leq \frac{N}{2} \quad (2-135)$$

$$f_1 = \frac{2Pu}{BN} = \frac{2Pu}{3\left(\frac{N}{2} - e\right)B} \quad (2-136)$$

(Sumber: AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design, 2006)

2.16.4 Menghitung m dan n (kantilever ujung Pelat), berdasarkan persamaan 2-137 dan persamaan 2-138.

$$m = \frac{(N - 0.95 \times d)}{2} \quad (2-137)$$

$$n = \frac{(B - 0.8 \times bf)}{2} \quad (2-138)$$

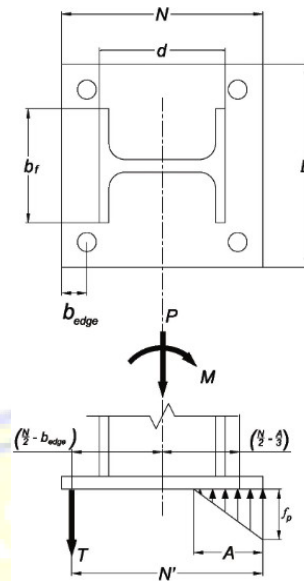
dengan :

m = Jarak tepi kolom memanjang ketepi *base plate*

n = Jarak tepi kolom melintang ketepi *base plate*

2.16.5 Momen besar dengan angkur

Bila eksentrisitas P_u besar, maka *base-plate* dapat terguling untuk menghindarinya harus dipasang baut angkur untuk menahan gaya Tarik sebesar T_u akibat momen guling. Ukuran pelat landasan dipilih sedemikian sehingga tegangan tekan beton, f_p tidak melebihi tegangan tumpu nominal, dapat dilihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.16 Distribusi tegangan segitiga akibat eksentrisitas besar
(Sumber: *AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design*, 2006)

Nilai $A < N'$, jika tidak memenuhi maka ukuran pelat landasan tidak mencukupi. Gaya Tarik baut angkur dan momen pelat berdasarkan pada persamaan 2-137 dan persamaan 2-138.

$$T_u = \frac{1}{2} f_u A B - P_u \quad (2-139)$$

$$M_{pl} = \left(\frac{1}{2} \cdot F(\text{maks } m, n) \right)^2 + \left(\frac{1}{3} \cdot F^2(\text{maks } m, n) \right)^2 \quad (2-140)$$

a) Tebal pelat minimum

$$t_p \geq \sqrt{\frac{10 M_{pL}}{\phi f_y}} \quad (2-141)$$

b) Menghitung panjang angkur baut minimum

$$L_{\min} = \frac{f_y}{4 \cdot d \cdot \sqrt{f_c}} \quad (2-142)$$

Panjang angkur baut minimum harus di control terhadap panjang desain angkur baut L_h yaitu $L_{\min} < L_h$ (2-143)

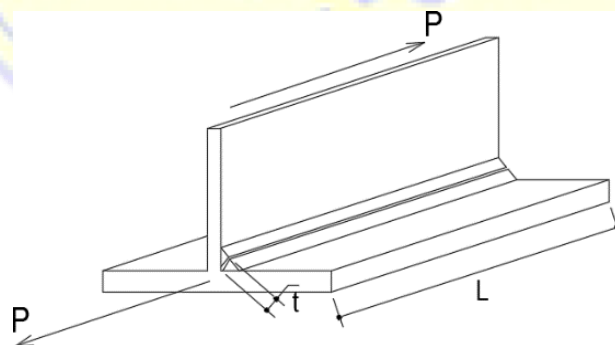
(Sumber: *AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design*, 2006)

Pasal 21.7.5 SNI 2847:2013 tentang penyaluran batang tulangan dalam kondisi Tarik, panjang penyaluran L_{dh} tidak boleh kurang dari 8db, untuk batang tulangan Ø-10 sampai D-36, panjang penyaluran dalam kondisi Tarik untuk batang tulangan lurus tidak boleh kurang dari,

- 1) 2,5 kali (8db) bila tinggi beton yang dicetak dalam satu kali angkat di bawah batang tulangan tidak melebihi 300 mm;
- 2) 3,25 kali (8db) bila tinggi beton yang dicetak dalam satu kali angkat di bawah batang tulangan melebihi 300 mm.

2.16.6 Perencanaan sambungan las

Prinsip perhitungan las relatif sederhana. Jika dimensi las sudut seperti pada gambar 2.17 maka tegangan gesernya adalah $\tau = P/(L.t)$, harus lebih kecil dari τ ijin, menurut AWS D1.1 maka τ ijin = 0,4 σ_y logam dasar. Itu tentunya mengacu konsep perencanaan elastis, berdasarkan beban kerja (tanpa beban terfaktor). Untuk LRFD- AISC dengan beban terfaktor, maka tinggi las sudut minimum dapat dilihat pada tabel 2.27



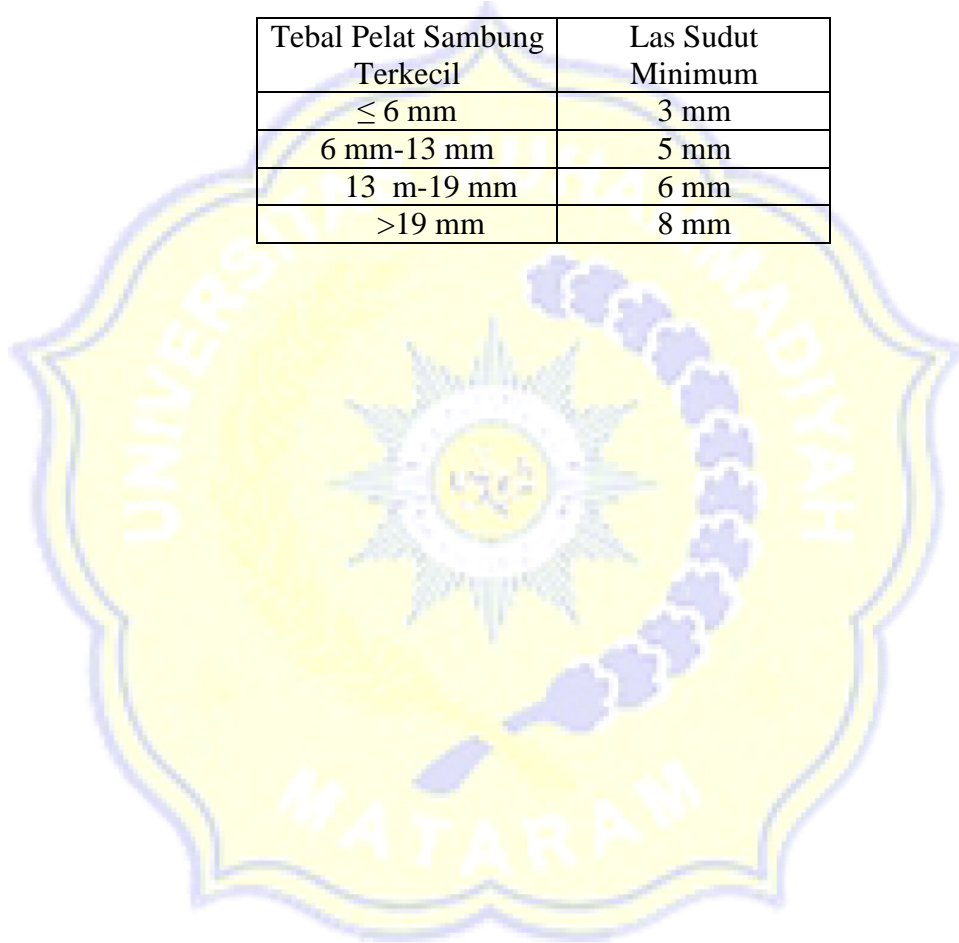
Gambar 2.17 Dimensi las sudut untuk perhitungan tegangan geser
(Sumber: *AISC Design Guide 1 2nd Edition Base Plate and Rod Design*, 2006)

$$P_u \leq \phi R_n \text{ dengan } R_n = F_n w \cdot A_w e \quad (2-144)$$

Dimana $\phi = 0,75$, $A_w e = t \cdot L$ (lihat gambar 2.11), $F_n w = 0.6F_{EXX}$, dan F_{EXX} adalah kuat tarik kawat las, untuk mutu E60xx, $F_{EXX} = 430$ MPa; untuk E70xx, $F_{EXX} = 490$ MPa; dan untuk E80xx, $F_{EXX} = 550$ MPa (AWS D1.1-2008). (Dewobroto, 2016)

Tabel 2.27 Tinggi Las Sudut minimum (AISC 2010)

Tebal Pelat Sambung Terkecil	Las Sudut Minimum
≤ 6 mm	3 mm
6 mm-13 mm	5 mm
13 m-19 mm	6 mm
>19 mm	8 mm



2.17 Pondasi

Sardjono (1991) menyatakan bahwa, pondasi *bore pile* dipergunakan apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau tanah kerasnya terdapat sangat dalam. Pada umumnya *bore pile* dibor tegak lurus ke dalam tanah, tetapi apabila diperlukan untuk dapat menahan gaya-gaya horizontal maka *bore pile* akan dibor secara miring.

2.17.1 Daya dukung *bore pile*

Jika tiang dibor sampai ke tanah keras melalui lapisan tanah lempung, maka daya dukung tiang dihitung berdasarkan tahanan ujung (*end bearing*) dan cleef (*friction pile*).

- Daya dukung *bore pile* tunggal dapat dihitung sesuai dengan Persamaan 2-145 sampai dengan Persamaan 2-147.

Berdasarkan cleef (*friction pile*)

$$Q_{ti} = C_b \cdot N_c \cdot A + k \cdot C_b \cdot \Theta \cdot l \quad (2-145)$$

Berdasarkan *end bearing* dan *friction pile*

$$Q_{ti} = \frac{A_{ti} \times p}{3} + \frac{\Theta \times l \times C_b}{5}, \text{ untuk beban statis} \quad (2-146)$$

$$Q_{ti} = \frac{A_{ti} \times p}{3} + \frac{\Theta \times l \times C_b}{5}, \text{ untuk beban dinamis} \quad (2-147)$$

dipilih yang paling besar diantara keduanya. dengan :

Q_{tiang} = daya dukung kesetimbangan tiang, kg.

p = nilai konus dari hasil sondir, kg/cm^2 .

Θ = keliling bore pile, cm.

l = panjang tiang yang berada dalam tanah, cm.

c_b = kohesi tanah di sekitar ujung tiang, kg/cm^2 .

Selain itu, daya dukung bore pile juga dapat dihitung berdasarkan nilai N-SPT menurut *Reese and O'neil* 1989. dengan Persamaan 2-148.

$$Q_u = \frac{Q_b + Q_s}{SF} - W \quad (2-148)$$

dengan,

- Q_u : Daya dukung ultimit (kN)
- Q_b : Tahanan ujung bawah ultimit (kN)
- Q_s : Tahanan ujung gesek (kN)
- SF : *Safety Factor* (2,5-3,0)
- W : Berat bore pile (kN)

- Daya dukung kelompok bore pile dapat dihitung dengan Persamaan 2-149.

Berdasarkan *point bearing piles*

$$Q_{pg} = n \times Q_s \quad (2-149)$$

dengan :

- Q_{pg} = daya dukung kelompok tiang
- n = jumlah bore pile
- Q_s = Tahanan ujung gesek (KN)

Berdasarkan *clef friction piles*, dihitung dengan Persamaan 2-150.

$$Q_{pg} = \frac{Q_t}{3} = \frac{c \cdot N_c \cdot A + 2 \cdot (b + y) \cdot I \cdot c}{3} \quad (2-150)$$

dengan :

- Q_{pg} = daya dukung yang diijinkan pada kelompok bore pile.
- Q_t = daya dukung keseimbangan pada kelompok tiang.
- 3 = factor keamanan.
- c = kekuatan geser tanah.
- N_c = factor daya dukung yang didapat dari grafik *Skempton*.
- A = luas kelompok bore pile, $b \times y$.
- b = lebar kelompok bore pile.
- y = panjang kelompok bore pile.

2.17.2 Kontrol gaya geser

2.17.2.1 Gaya geser satu arah

Pada SNI 2847-2013, perhitungan kontrol gaya geser satu arah tiang pile cap dipilih nilai terkecil yang memenuhi persyaratan $\phi V_c > V_u$ yang ditunjukkan dalam persamaan 2-147 dan persamaan 2-148.

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b.d \quad (2-151)$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b.d \quad (2-152)$$

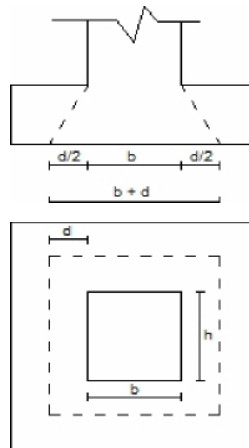
2.17.2.2 Kontrol gaya geser dua arah (geser pons)

Pada SNI 2847-2013, perhitungan geser pons bertujuan untuk mengetahui apakah tebal *pile cap* cukup kuat untuk menahan beban terpusat yang terjadi, gaya geser pons itu sendiri dapat dilihat pada Gambar 2.18. Bidang kritis untuk perhitungan geser pons dapat dianggap tegak lurus bidang pelat yang terletak pada jarak $0,5d$ dari keliling beban reaksi terpusat tersebut, dimana d adalah tinggi efektif pelat. Untuk mengontrol geser pons pada *pile cap* dapat menggunakan Persamaan 2-149 sampai dengan Persamaan 2-151.

$$V_c = \left(1 + \frac{2}{\beta c}\right) \frac{2\sqrt{f_c} b.d}{6} \quad (2-153)$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b.d \quad (2-154)$$

$$V_c = 4 \sqrt{f_c} b.d \quad (2-155)$$



Gambar 2.18 Gaya Geser Pons Pada Pile Cap

(Sumber: Teknik pondasi, Hary christady hardiyatmo.1996)

2.17.2.3 Gaya aksial pada tiang pancang

Gaya aksial maksimum dan minimum pada tiang pancang:

$$P_{u \max} = \frac{P_u}{n} + \frac{M_u Y_m}{\sum n y^2} + \frac{M_u X_m}{\sum n x^2} \quad (2-156)$$

$$\text{Syarat: } P_{u \max} < P_{n \text{ tiang}} (Q_u) \quad (2-157)$$

dengan :

P_u = beban vertical total yang bekerja pada titik pusat group tiang

n = banyak tiang dalam group

$n y, n x$ = jarak dari tiang terhadap sumbu y sebagai x

M_x, M_y = momen pada arah sumbu x dan sumbu y

P_u = beban vertical total yang bekerja pada titik pusat group tiang

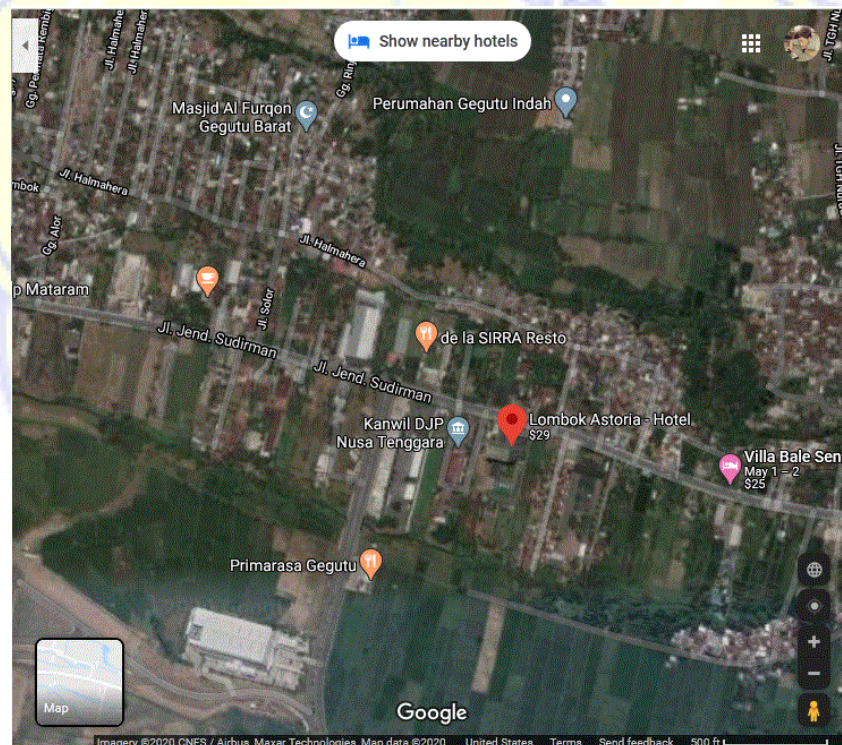
(Sumber: Teknik pondasi, Hary christady hardiyatmo.1996)

BAB III

METODE PERENCANAAN

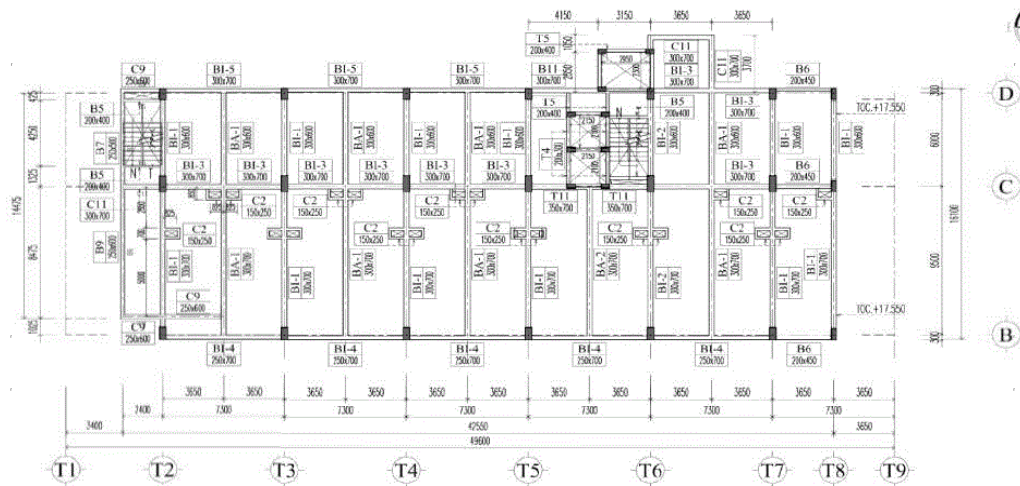
3.1 Lokasi dan Deskripsi Model Struktur

Gedung Hotel Golden Tulip Mataram ini terdiri dari 11 lantai + 1 lantai dak atap. Struktur bangunan ini dirancang dengan menggunakan konstruksi beton yang dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan ulang menggunakan system konstruksi portal baja . Bangunan Gedung hotel golden tulip berada di Jalan. Jendral. Sudirman No.40 Rembiga selaparang kota mataram Nusa Tenggara Barat yang berdiri pada kondisi tanah sedang (SD), dapat dilihat pada gambar 3.1.

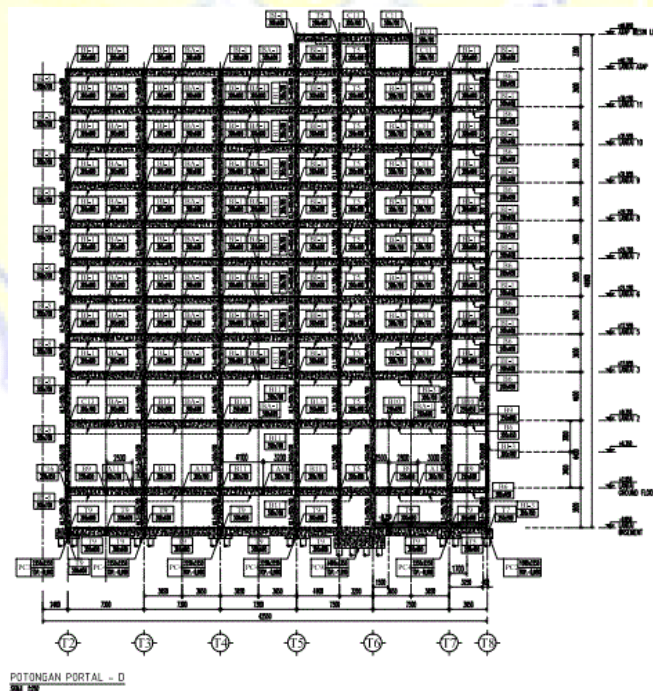


Gambar 3.1 Lokasi pembangunan Gedung hotel golden Tulip
(Sumber: *Google Earth* 2020)

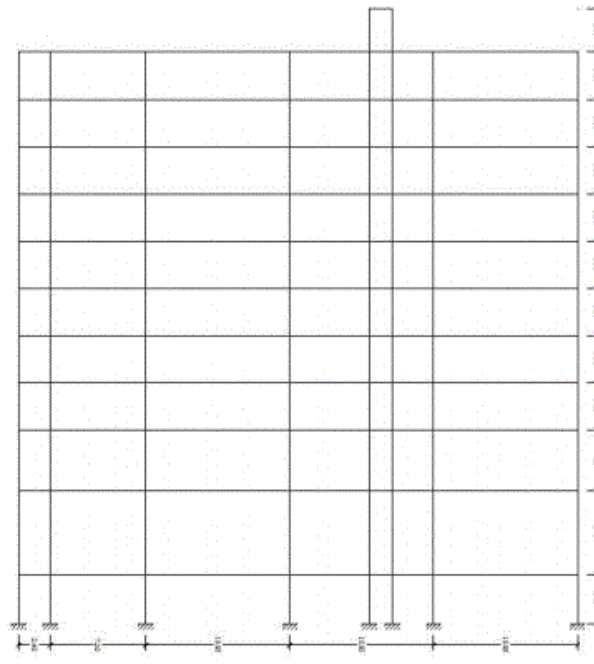
Model struktur berupa gambar rencana sebagai acuan untuk perencanaan gedung ini diantaranya denah lantai, potongan melintang dan memanjang portal struktur seperti pada gambar 3.2, gambar 3.3, gambar 3.4, gambar 3.5 berikut: (Sumber: Instansi terkait)



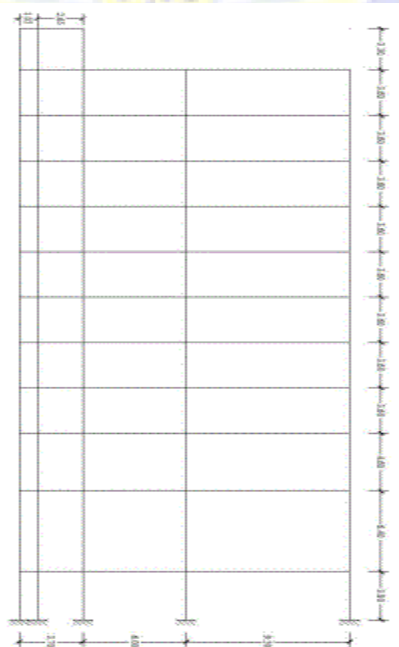
Gambar 3.2 Denah lantai lima
(Sumber: Hariyadi. 2020)



Gambar 3.3 Potongan memanjang
(Sumber: Hariyadi. 2020)



Gambar 3.4 Potongan memanjang
(Sumber: Hariyadi. 2020)



Lampiran 1.2 Portal Arak Melintang
Skala 1:200

Gambar 3.5 Potongan melintang portal struktur
(Sumber: Hariyadi. 2020)

3.2 Data Perencanaan

Untuk data – data perencanaan, penulis merencanakan data yang akan di gunakan sebagai perencanaan awal sebagaimana yang tertera pada pasal 3.2.1

3.2.1 Data umum bangunan

- a) Nama Gedung : Gedung Hotel Golden Tulip Mataram
- b) Fungsi : Penginapan dan Pertemuan
- c) Jenis tanah : Tanah sedang (SD)
- d) Jumlah Lantai : 11
- e) Tinggi gedung : +46,90 m
- f) Struktur Utama : Struktur Baja
- g) Mutu Beton ($f'c$) : 30 MPa
- h) Mutu Baja (f_y) : 250 Mpa (BJ 41)
- i) Mutu Baja Tulangan (f_{yr}) : 400 MPa

3.2.2 Data tanah

Data tanah yang digunakan berasal dari tanah tempat akan dibangunnya gedung Hotel Golden Tulip Mataram, dari data sondir menunjukkan jenis tanah : SD (jenis tanah sedang). (Sumber: Instansi terkait)

3.3 Preliminary Desain dan Pembebanan

3.3.1 Preliminary desain

Komponen Struktur bangunan gedung ini meliputi pelat lantai beton bertulang, balok profil baja, kolom profil baja, dan sambungan baut. Perencanaan dimensi awal dari komponen struktur bangunan dilakukan terlebih dahulu secara manual serta menggunakan program SAP2000 v.14

3.3.2 Pembebanan

3.3.2.1 Beban mati

Beban mati adalah seluruh bagian dari komponen struktur bangunan yang bersifat tetap dan tidak terpisahkan dari bangunan tersebut selama masa layannya. Beban mati yang diperhitungkan untuk struktur bangunan ini yaitu

Sumber. (PPIUG 1983, tabel 2.1) :

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| 1. Beban lantai (spesi + keramik) | = 90 kg/m ² |
| 2. Beban plafond dan penggantung | = 18 kg/m ² |
| 3. Beban dinding bata | = 250kg/m ² |
| 4. Beton bertulang | = 2400 kg/m ³ |
| 5. Baja | = 7850 kg/m ³ |

3.3.2.2 Beban Hidup Lantai dan Atap

Beban hidup merupakan beban yang juga mempengaruhi pembebanan struktur gedung hotel. Beban hidup struktur gedung direncanakan pada pelat lantai berdasarkan standar pembebanan SNI 1727:2013.

3.3.2.3 Beban gempa

Beban gempa adalah beban yang diakibatkan pengaruh gempa bumi. Untuk perencanaan gedung kondotel Amarsvati ini, direncanakan terhadap pembebanan gempa akibat pengaruh gempa rencana dalam arah pembebanan sesuai SNI 1726- 2012. Beban gempa dikaji dengan 2 metode yaitu analisis statik ekuivalen dan dinamik respon spektrum.

3.3.2.4 Kombinasi Pembebanan

kombinasi beban nominal yang digunakan dalam metode dasain kekuatan (DFBK) menurut SNI 1727:2013 pasal 2.3.2 sebagai berikut:

1. $1,4 D$
2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
3. $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$
4. $1,2 D \pm 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } S \text{ atau } R)$
5. $1,2 D \pm 1,0 E + L + 0,2 S$
6. $0,9 D \pm 1,0 W$
7. $0,9 D \pm 1,0 E$

Keterangan :

D = beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen

L = beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung

Lr = beban hidup yang diakibatkan oleh pembebanan atap

R = beban hujan

W = beban angin

E = beban gempa

S = beban salju

3.4 Analisa Struktur dengan SAP2000 V.14

Analisa struktur dalam perencanaan ini digunakan analisa frame 3D menggunakan aplikasi struktur *SAP2000*, penggunaan aplikasi ini bertujuan untuk mendapatkan besarnya gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur (momen, gaya aksial, dan gaya geser). Sedangkan pada sistem strukturnya dianalisis menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) karena wilayah bangunan ini yaitu Lombok berada pada wilayah gempa 4.

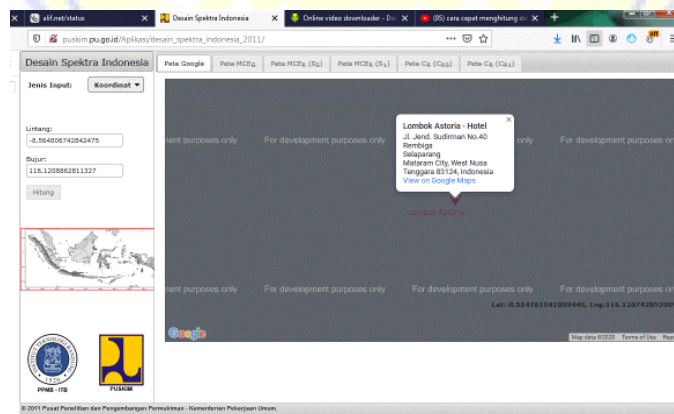
3.5 Tahap Perencanaan Struktur

3.5.1 Analisa respon spektrum

Langkah-langkah analisa respon spektrum:

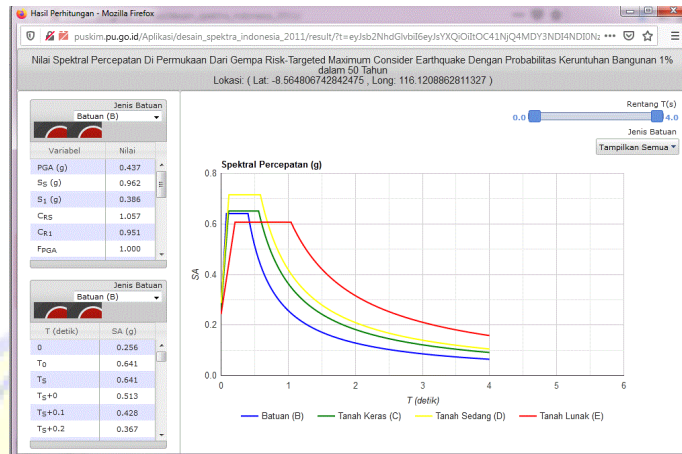
a. Membuka website PUSKIM

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/.dapat dilihat pada gambar 3.6

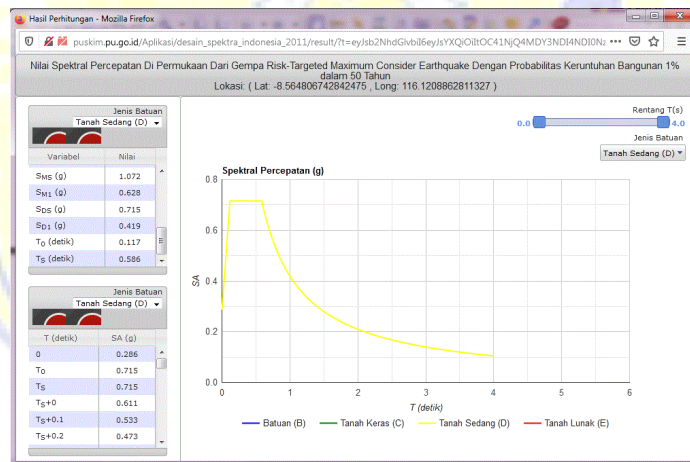


Gambar 3.6 Lokasi desain spektra indonesia

- Menentukan tempat/lokasi yang ditinjau
- Kemudian analisa/ pilih opsi Hitung
- Selanjutnya akan muncul hasil perhitungan seperti pada gambar 3.7 dan gambar 3.8



Gambar 3.7 Grafik spektral percepatan



Gambar 3.8 Grafik spektral percepatan tanah sedang, SD

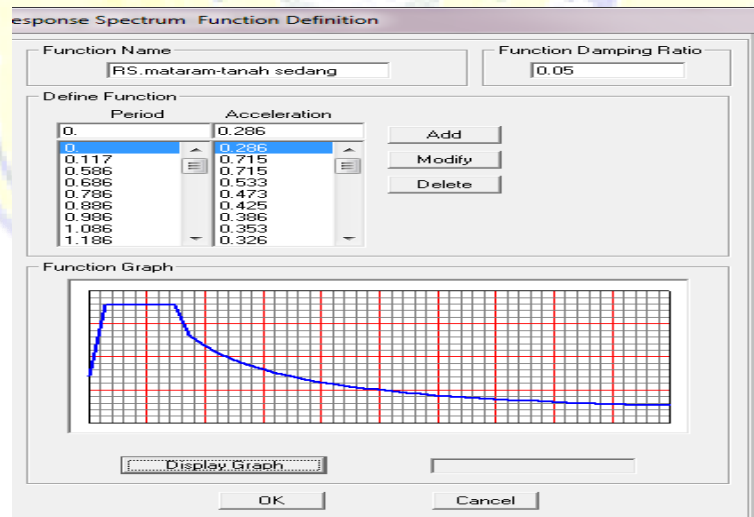
- Memilih Jenis tanah, SD (Tanah sedang)
- Kemudian mengambil/copy data hasil perhitungan percepatan tanah dan percepatan spectrum ke Excel
- Menghitung data dengan aplikasi Excel sesuai rumus yang di berikan Sesuai dengan gambar 3.9

T (detik)	Sa (g)
0	0.286
T ₀	0.715
T _s	0.715
T _s +0	0.611
T _s +0.1	0.533
T _s +0.2	0.473
T _s +0.3	0.425
T _s +0.4	0.386
T _s +0.5	0.353
T _s +0.6	0.326
T _s +0.7	0.302
T _s +0.8	0.282
T _s +0.9	0.264
T _s +1	0.248
T _s +1.1	0.234
T _s +1.2	0.222

T (detik)	Sa (g)
0	0.286
0.117	0.715
0.586	0.715
0.586	0.611
0.686	0.533
0.786	0.473
0.886	0.425
0.986	0.386
1.086	0.353
1.186	0.326
1.286	0.302
1.386	0.282
1.486	0.264
1.586	0.248
1.686	0.234
1.786	0.222
1.886	0.211

Gambar 3.9 Tabel perhitungan percepatan tanah

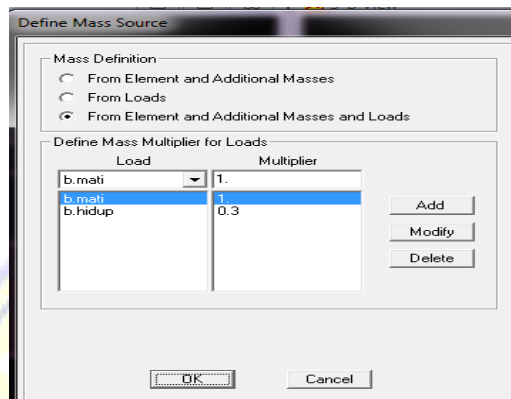
- Input data ke aplikasi SAP200
- Klik Menu-*Define-Functions-Respon spectrum- add new functions*
- *Functions name - Period vs Value - Convert to User Define* – input data
- *Acceleration Coefficien,0,4 – Soil profile Type, III*
- *display graph* – klik ok, seperti pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Memasukkan data respon spektrum

b. Mass Source

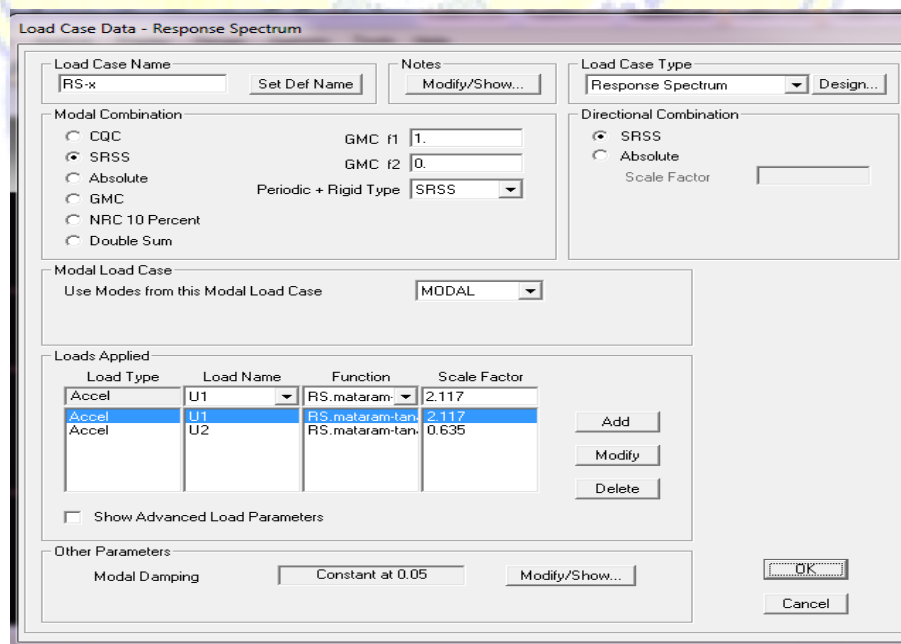
kemudian pilih *From Element and Additional Masses and Loads* dan masukkan *Multiplier for Loads*, untuk menentukan massa gedung seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Menentukan massa gedung

c. Load cases

Define/Analysis Case/Add New Case dan pilih *Analysis Case Type* menjadi *Respon Spektrum* maka akan muncul box dialog seperti gambar 3.12 untuk menentukan jenis analisis respon spektrum.



Gambar 3.12 Menentukan jenis analisis respon spektrum

Masukkan data-data :

- o Pada *Modal Combination* pilih *CQC (Complete Quadratic Combination)* dan pada *Directional Combination* pilih *SRSS (Square Root of the Sum of Squares)*
- o Pada *Load Applied* pilih fungsi *respon spectrum* yang telah dibuat dan masukkan *factor skala (Fs)*,

I = Faktor keutamaan untuk gedung umum = 1

R = Faktor reduksi untuk struktur baja = 4,5

g = Percepatan gravitasi = 9,8 m/s²

Data (PPURG)

Faktor reduksi beban hidup untuk gedung hunian adalah = 0,3

$$Sf = \frac{I \times g}{R}$$

Arah x :

scale faktor U1 = x, $Sfx(1) = \frac{1 \times 9,8}{4,5} = 2,117 \text{ m/s}^2$

scale faktor U1 = y, $Sfx(0,3) = \frac{1 \times 9,8}{4,5} = 0,635 \text{ m/s}^2$

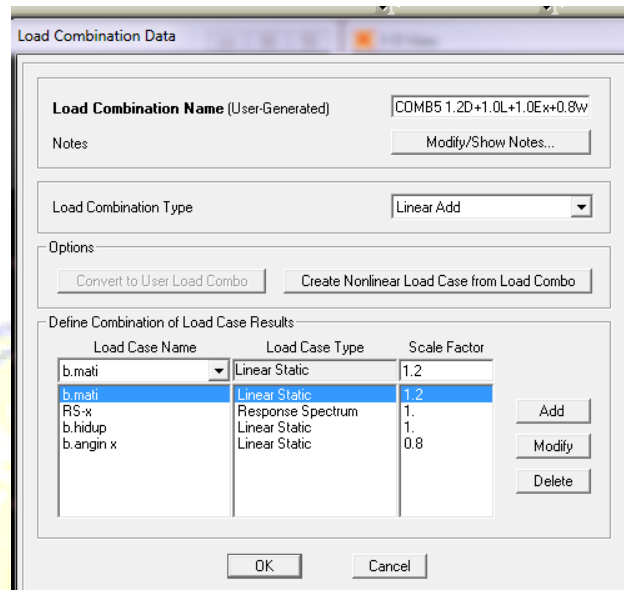
Arah y :

scale faktor U1 = y, $Sfy(1) = \frac{1 \times 9,8}{4,5} = 2,117 \text{ m/s}^2$

scale faktor U1 = x, $Sfy(0,3) = \frac{1 \times 9,8}{4,5} = 0,635 \text{ m/s}^2$

d. Load combinations

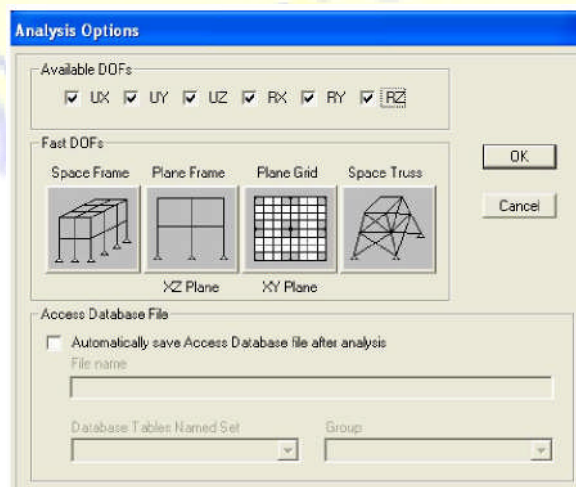
Kemudian pilih *Add New Combo* akan muncul dialog box seperti gambar 3.13 (contoh combo 4) dan masukkan data sesuai dengan kombinasi yang dipakai menurut SNI 03-1726-2002.



Gambar 3.13 Memasukkan skala factor untuk kombinasi beban

e. Analyze

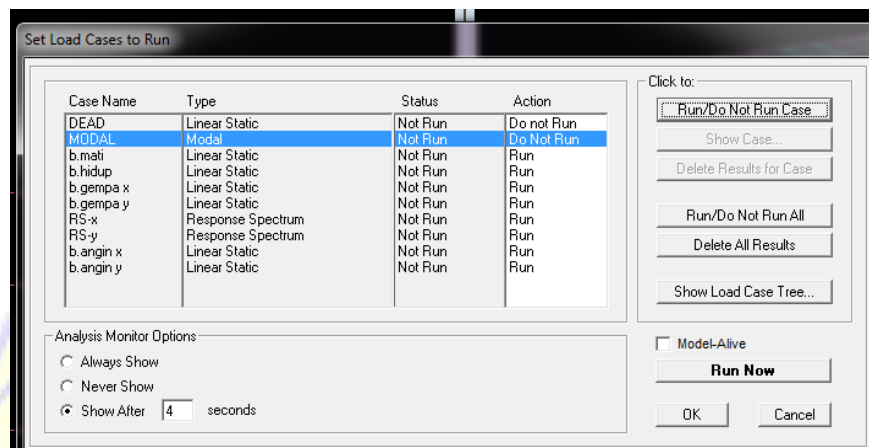
Analyze/Set Analysis Options maka akan muncul box dialog seperti gambar 3.14, sebagai Space Frame.



Gambar 3.14 Menentukan set analysis options

f. Analyze

Analyze/Run Analysis Options, untuk memulai perintah menganalisis model struktur yang dibuat dalam program SAP ini, dimana dialog box seperti pada gambar 3.15



Gambar 3.15 Analisis Case To Run

3.5.2 Perencanaan pelat

Langkah-langkah dalam perencanaan pelat lantai sebagai berikut:

- Data-data perhitungan
- Menghitung nilai momen
- Cek kuat geser beton
- Menghitung Luas tulangan
- Menghitung jarak tulangan
- Menghitung pelat lantai bondek

3.5.3 Perencanaan balok

Langkah-langkah perencanaan balok baja WF sebagai berikut:

- Menentukan penampang profil mutu dan data-data
- Cek z_x terhadap s_x kuat lentur plastis
- Cek kekompakan profil balok.baja WF
- Cek kapasitas berdasarkan *flange local buckling*
- Cek kapasitas berdasarkan *local torsional buckling*
- Kuat lentur nominal pada kondisi *local torsional buckling*

- g. Cek kapasitas profil terhadap kuat geser
- h. Cek kapasitas profil terhadap lendutan

3.5.4 Perencanaan kolom

Langkah-langkah perencanaan kolom dengan profil sebagai berikut:

- a. Menentukan Profil
- b. Data-data analisi profil
- c. Cek z_x terhadap s_x kuat lentur plastis
- d. Cek kekompakan profil balok.baja WF
- e. Cek kapasitas berdasarkan flange local buckling
- f. Cek kapasitas berdasarkan local torsional buckling
- g. Kuat lentur nominal pada kondisi local torsional buckling
- h. Faktor pembesaran momen
- i. Momen maksimum terfaktor
- j. Menentukan parameter kelangsingan kolom
- k. Menghitung rasio antara beban aksial maksimum profil
- l. Interaksi aksial momen

3.5.5 Perencanaan Sambungan

Langkah-langkah perencanaan sambungan baut yang akan digunakan pada struktur ini sebagai berikut:

- a. Merencanakan tipe sambungan yang akan digunakan.
- b. Merencanakan tipe baut yang akan digunakan.
- c. Menghitung tahanan nominal baut.
- d. Menghitung tahanan geser baut.
- e. Menghitung tahanan tarik baut.
- f. Menghitung tahanan tumpu baut.

3.5.6 Perencanaan Pondasi

Langkah-langkah perencanaan pondasi yang akan digunakan pada struktur ini sebagai berikut:

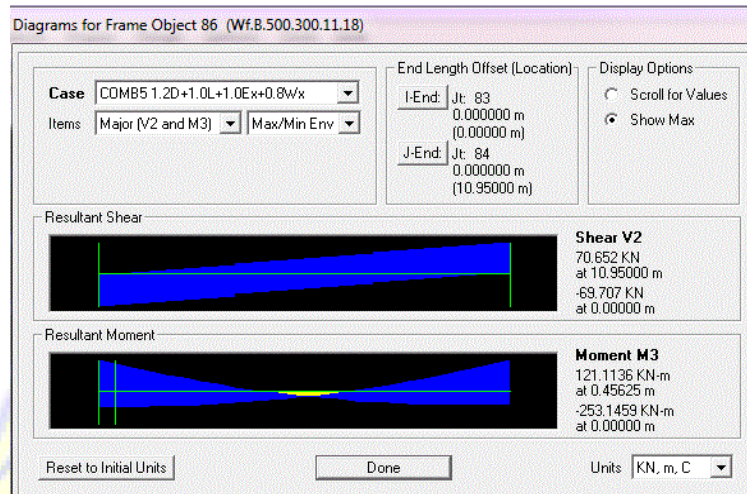
- a. Data tanah
- b. Menghitung daya dukung pondasi tiang bor
- c. Tahanan gesek tiang

- d. Tahanan ujung maksimum yang terjadi
- e. Jumlah tiang yang di butuhkan
- f. Gaya aksial pada tiang pancang
- g. Tinjauan geser arah x
- h. Tinjauan geser arah y
- i. Cek geser pondasi dua arah



3.6 Hasil Gaya-Gaya Dalam

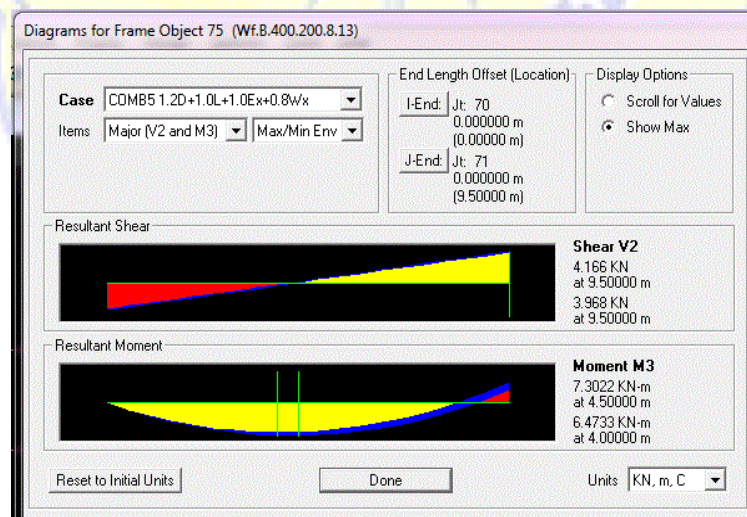
Dari Hasil analisa menggunakan sap2000 di peroleh gaya-gaya dalam yang terjadi, gaya-gaya yang terjadi yaitu momen, gaya geser, gaya aksial. penulis menggunakan gaya maksimum yang terjadi, dapat di lihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 momen dan gaya geser

(Sumber: SAP2000 V.14)

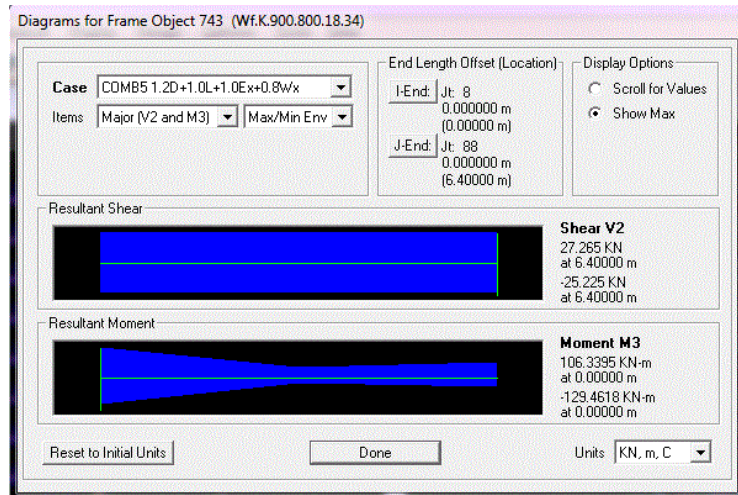
Momen dan gaya geser yang digunakan pada analisa balok anak, menggunakan gaya maksimum yang terjadi, dapat dilihat pada gambar 3.17



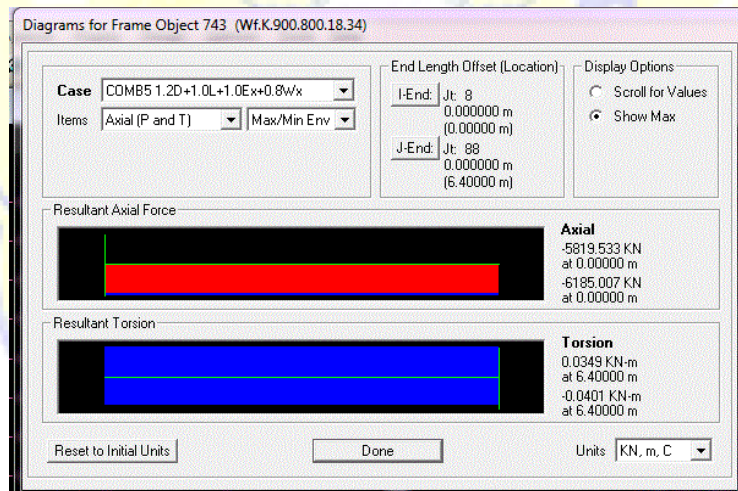
Gambar 3.17 momen dan gaya geser

(Sumber: SAP2000 V.14)

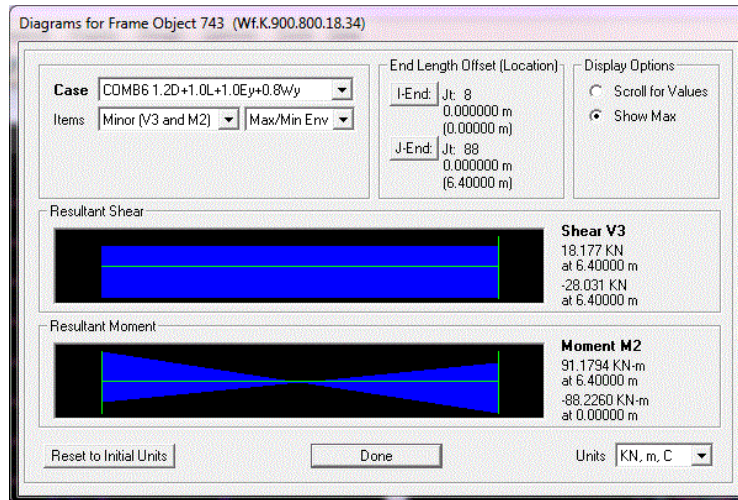
Momen, gaya geser, dan gaya aksial yang digunakan pada kolom, penulis menggunakan gaya maksimum yang terjadi, dapat dilihat pada gambar 3.18



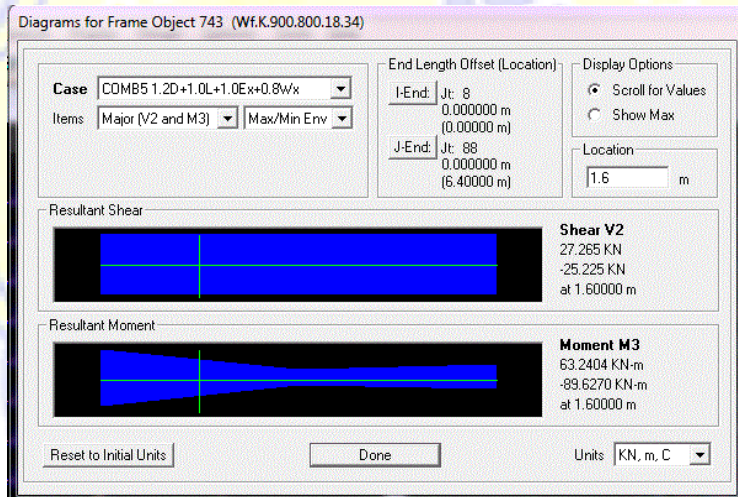
Gambar 3.18 momen x dan gaya geser
 (Sumber: SAP2000 V.14)



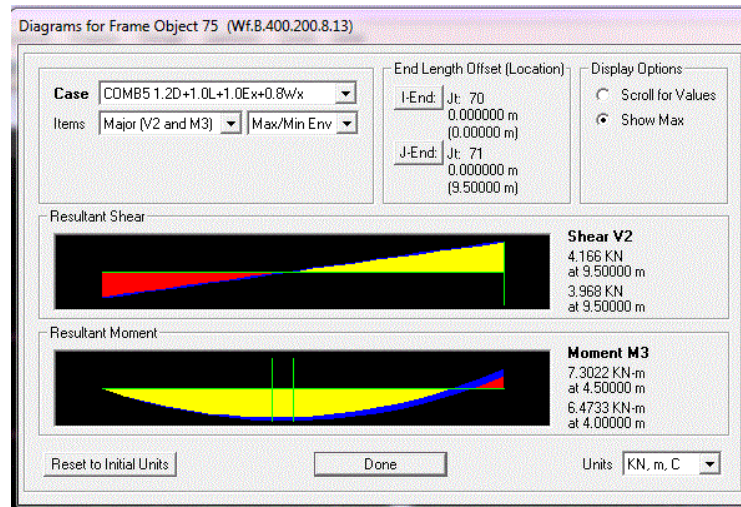
Gambar 3.19 gaya aksial
 (Sumber: SAP2000 V.14)



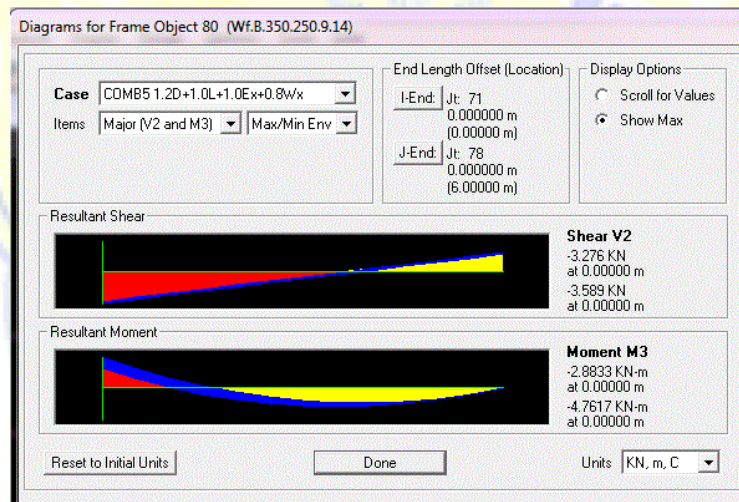
Gambar 3.20 momen y dan gaya geser
 (Sumber: SAP2000 V.14)



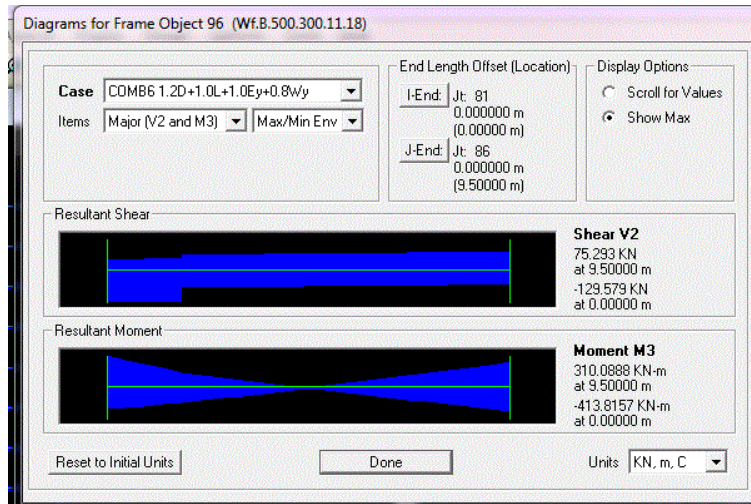
Gambar 3.21 momen dan gaya geser di 1/4 bentang
 (Sumber: SAP2000 V.14)



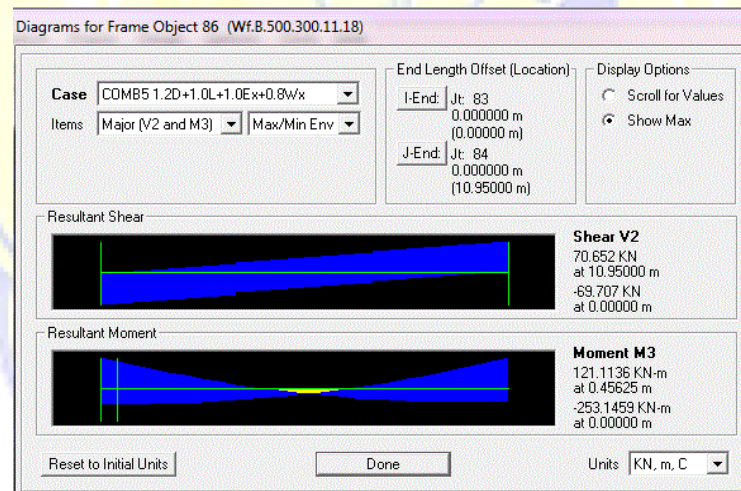
Gambar 3.22 Hasil analisa gaya geser balok 400.200
 (Sumber: SAP2000 V.14)



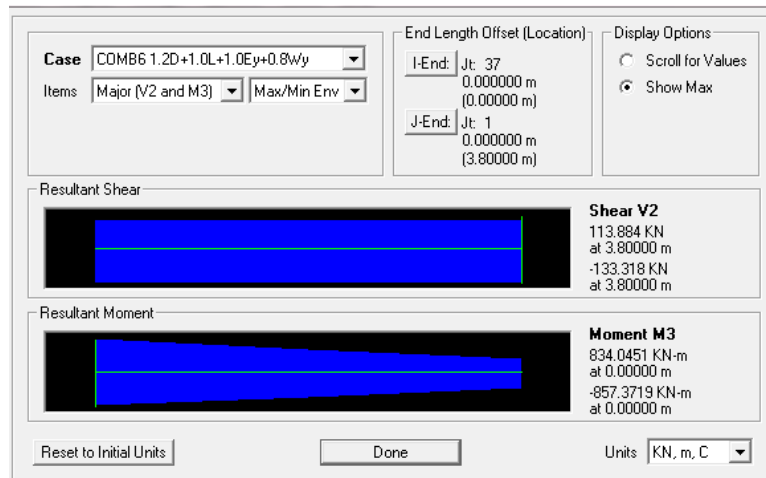
Gambar 3.23 Hasil analisa gaya geser balok 350.250
 (Sumber: SAP2000 V.14)



Gambar 3.24 Hasil analisa gaya geser dan momen balok 500.300
 (Sumber: SAP2000 V.14)



Gambar 3.25 Hasil analisa gaya geser dan momen balok 500.300
 (Sumber: SAP2000 V.14)

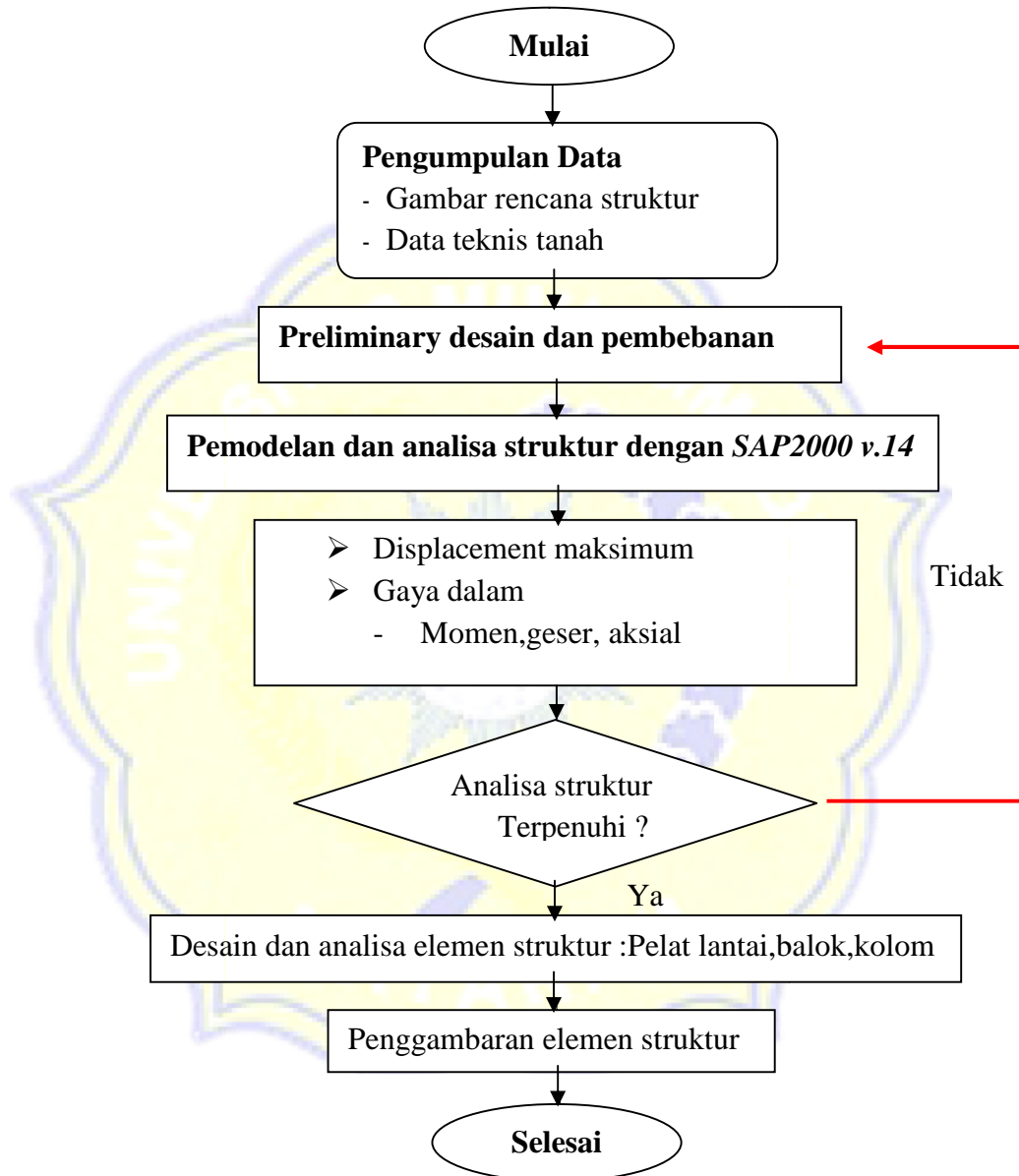


Gambar 3.26 Hasil analisa gaya geser dan momen kolom 900.800
 (Sumber: SAP2000 V.14)

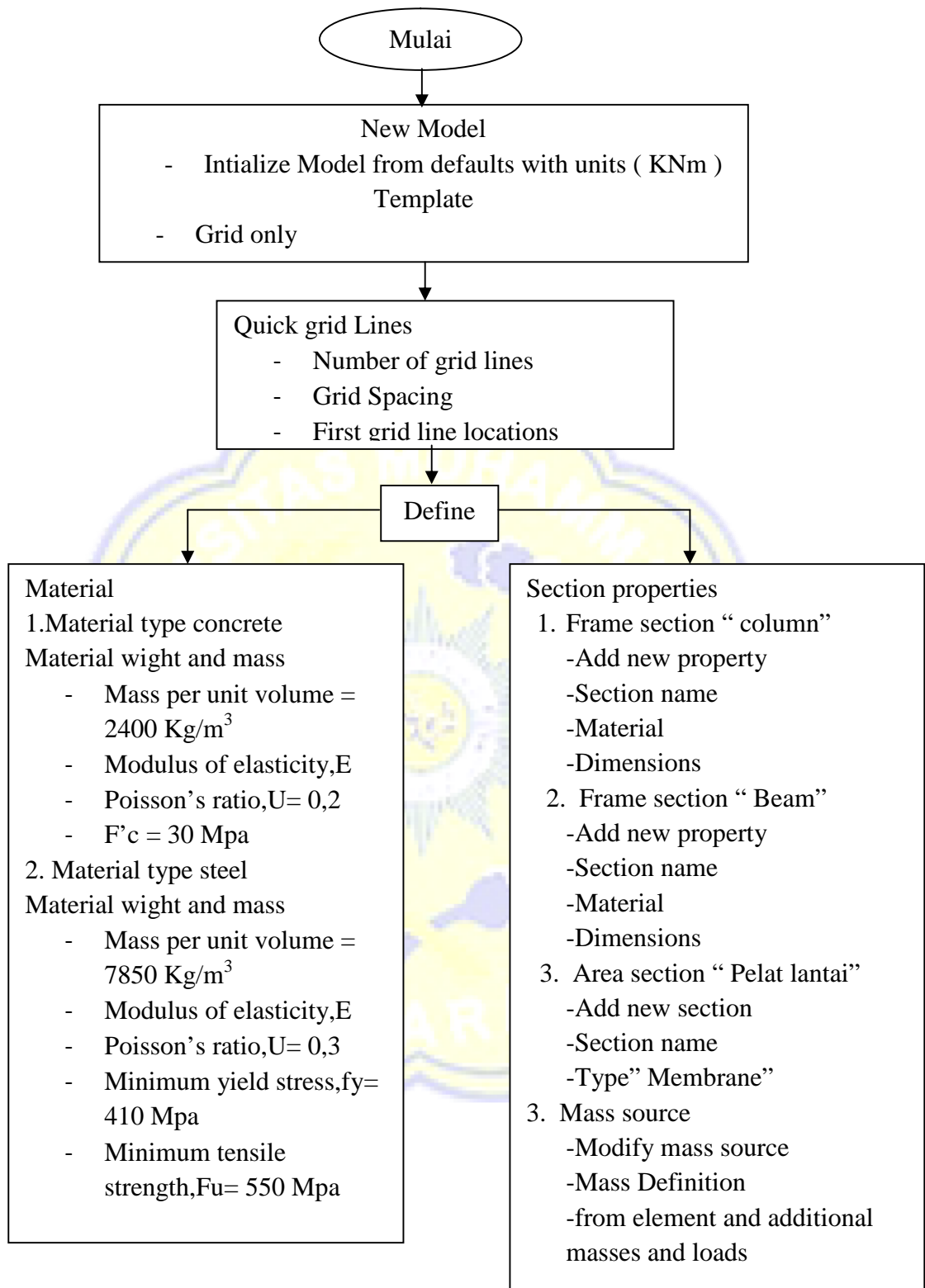


3.7 Bagan Alir

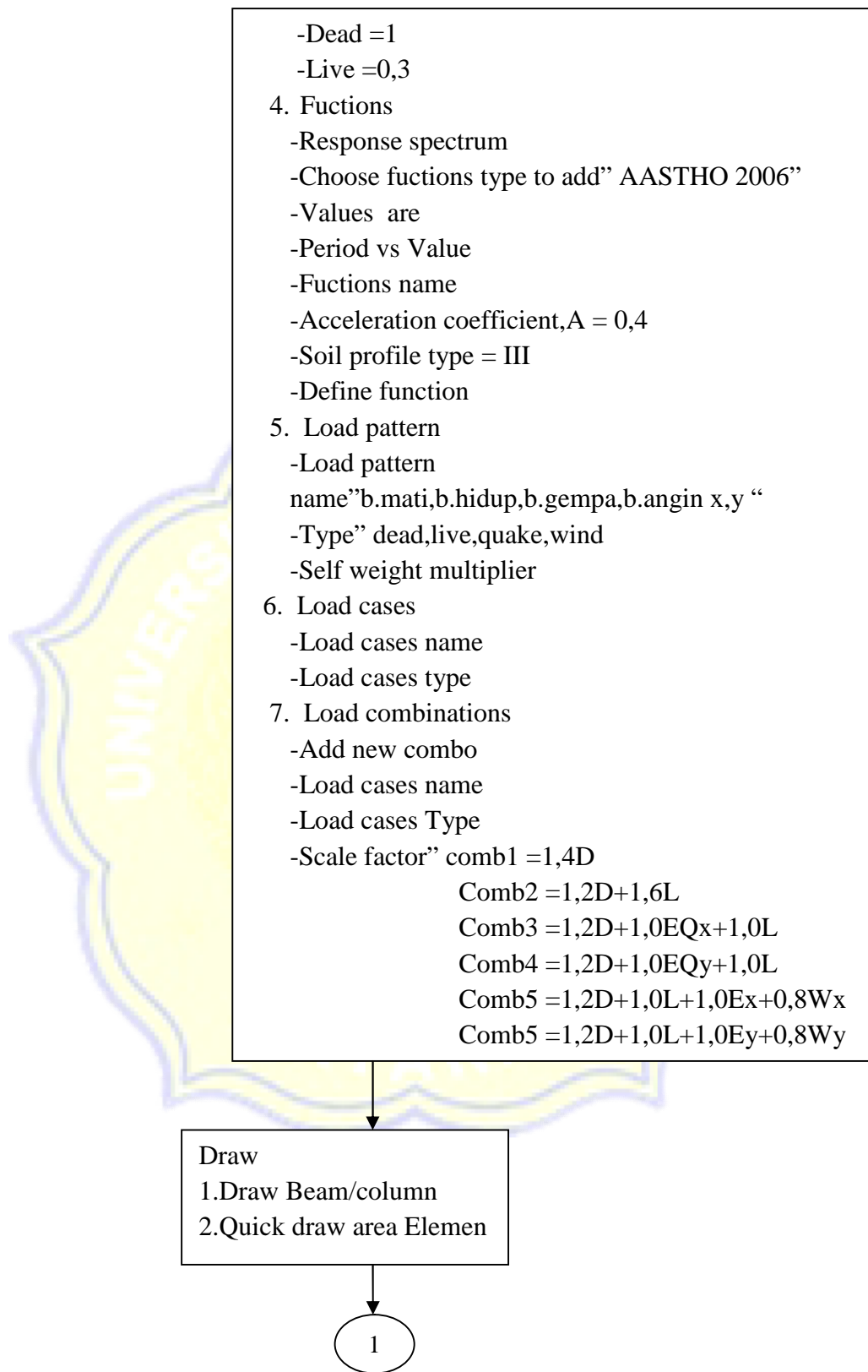
Untuk lebih jelasnya proses perencanaan bangunan dengan struktur baja wf, berikut adalah bagan alir yang memuat tahapan-tahapan dalam menganalisis dan merencanakan bangunan, dapat dilihat pada *flowchart* 3.1



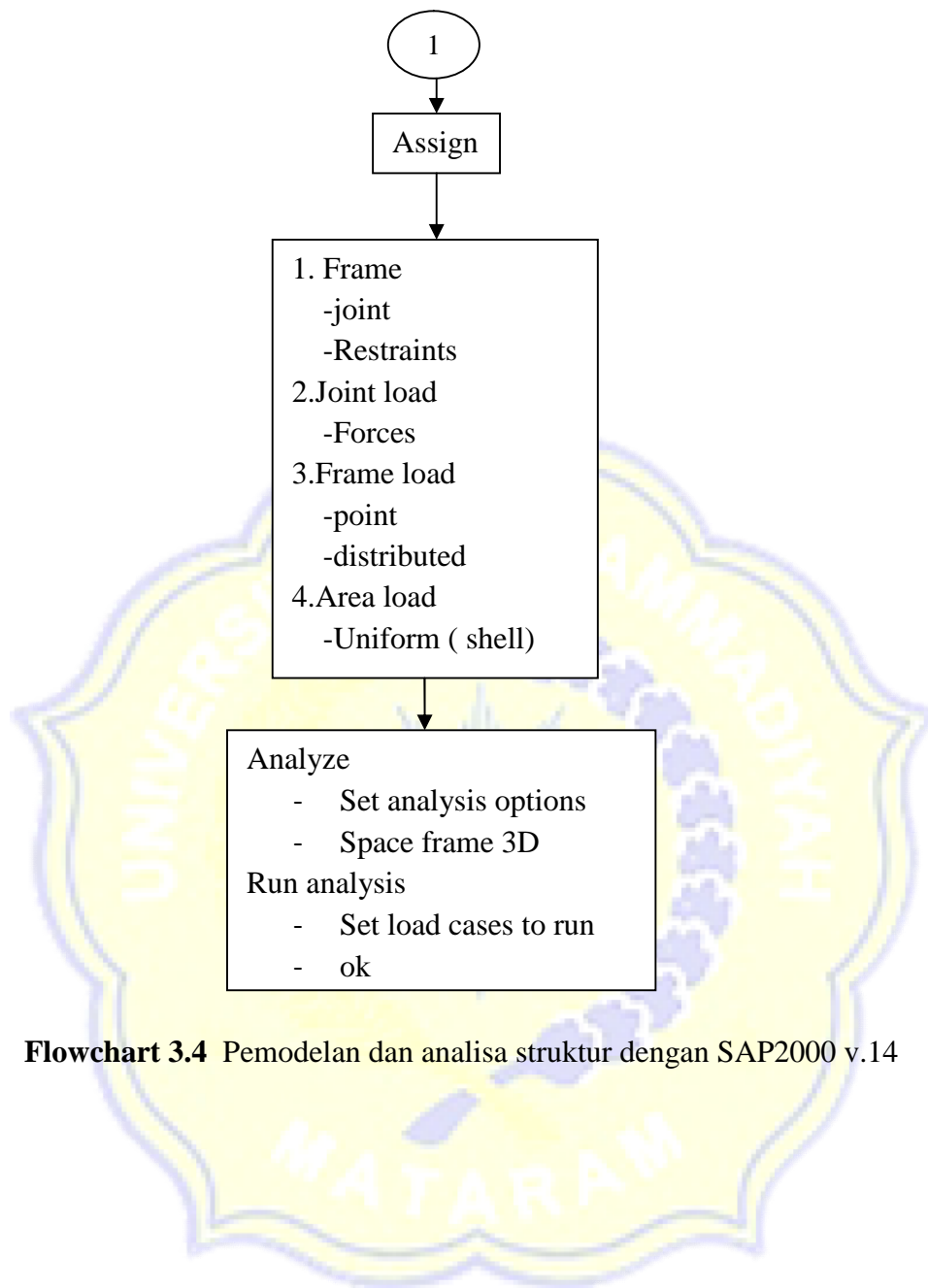
Flowchart 3.1 Tahap analisa perencanaan struktur portal baja



Flowchart 3.2 Pemodelan dan analisa struktur dengan SAP2000 v.14



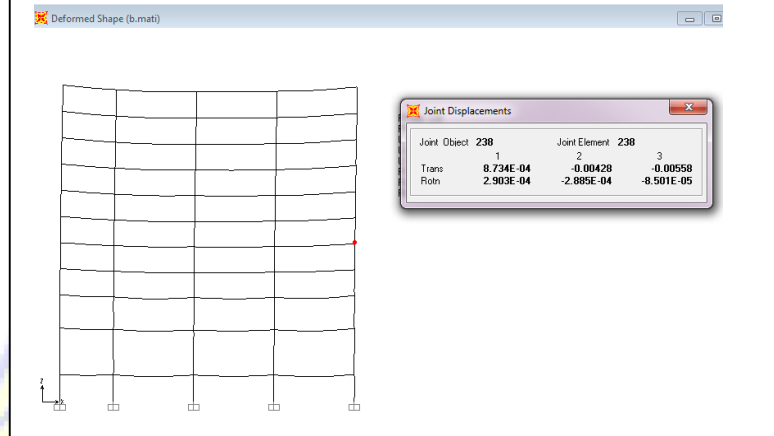
Flowchart 3.3 Pemodelan dan analisa struktur dengan SAP2000 v.14



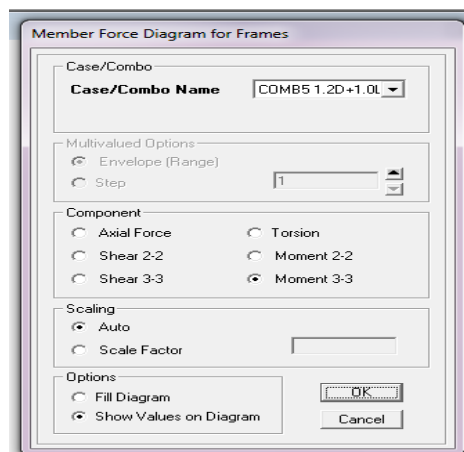
Flowchart 3.4 Pemodelan dan analisa struktur dengan SAP2000 v.14

Mulai

- Displacement maksimum
Klik kanan pada joint object:



- Gaya dalam
 - Momen
 - Show forces/stresses
 - Frames/cables

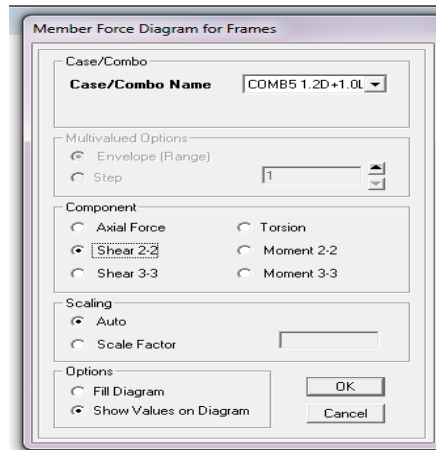


1

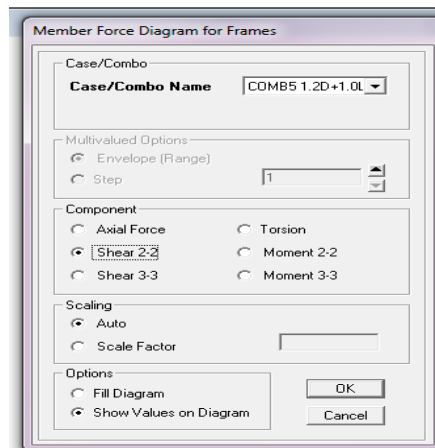
Flowchart 3.5 Displacement Maksimum dan Gaya-gaya dalam

1

- Gaya dalam
 - Geser
 - Show forces/stresses
 - Frames/cables



- Gaya dalam
 - Geser
 - Show forces/stresses
 - Frames/cables

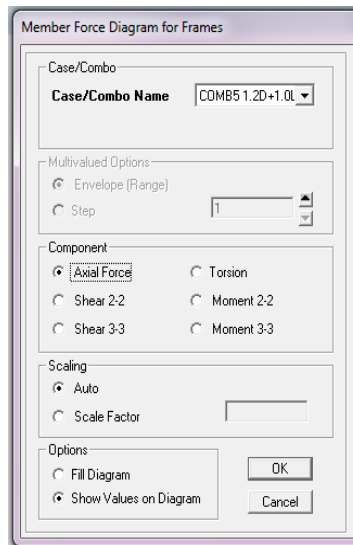


2

Flowchart 3.6 Displacement Maksimum dan Gaya-gaya dalam

2

- Gaya dalam
 - aksial
 - Show forces/stresses
 - Frames/cables



Flowchart 3.7 Displacement Maksimum dan Gaya-gaya dalam