

**PERENCANAAN ALTERNATIF STRUKTUR NON KOMPOSIT
HOTEL NEO CONDOTEKOTA BATU**

**SKRIPSI
TEKNIK SIPIL**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**M FAIZAL IHZA P
NIM. 145060100111026**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2018**



LEMBAR PENGESAHAN
PERENCANAAN ALTERNATIF STRUKTUR NON KOMPOSIT
HOTEL NEO CONDOTELKOTA BATU

SKRIPSI
TEKNIK SIPIL

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



M FAIZAL IHZA P
NIM. 145060100111026

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 9 Maret 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. M. Taufik Hidayat, MT
NIP. 19611228 1998802 1 001

Christin Remayanti N, ST., MT
NIP.19840325 201504 2 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi S1

Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng (Prac.)
NIP. 19810220 200604 1 002



HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI SKRIPSI

Judul Skripsi :

Perencanaan Alternatif Struktur Non Komposit Hotel Neo Condotel Kota Batu

Nama Mahasiswa : M Faizal Ihza P

NIM : 145060100111026

Program Studi : Teknik Sipil

Minat : Struktur

Tim Dosen Penguji

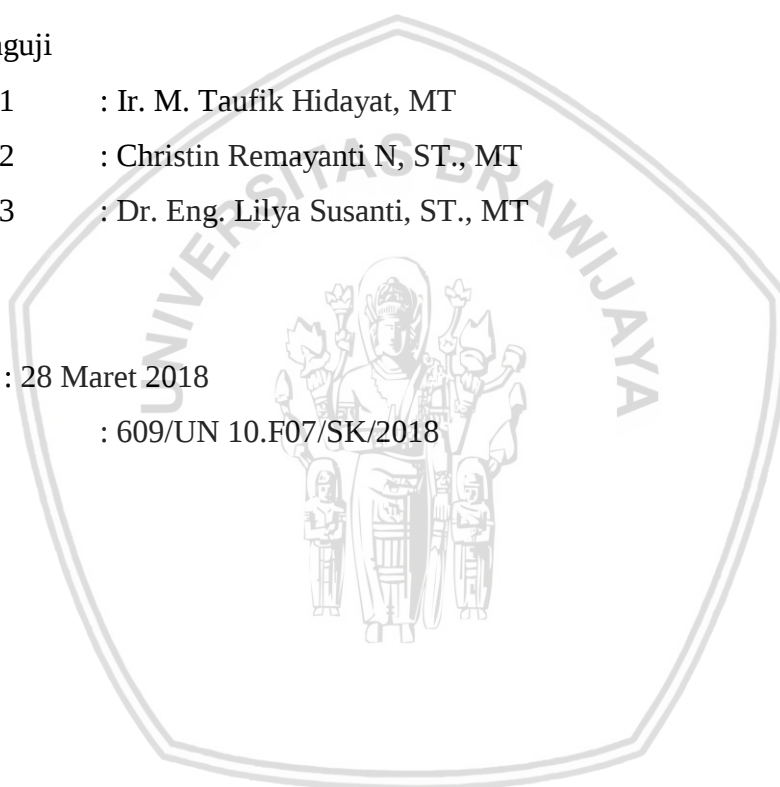
Dosen Penguji 1 : Ir. M. Taufik Hidayat, MT

Dosen Penguji 2 : Christin Remayanti N, ST., MT

Dosen Penguji 3 : Dr. Eng. Lilya Susanti, ST., MT

Tanggal Ujian : 28 Maret 2018

SK Penguji : 609/UN 10.F07/SK/2018





RIWAYAT HIDUP

Mohammad Faizal Ihza Pahlevi, lahir di Malang, 23 September 1996, anak ketiga dari Bapak M Taufik Hidayat dan Ibu Lela Julaeha. Mulai memasuki bangku sekolah di SD Dharma Wanita Malang yang sekarang berubah nama menjadi SD BSS (Brawijaya Smart School) Malang sejak tahun 2002 dan lulus pada tahun 2008. Kemudian melanjutkan pendidikan di MTS Khodijah Malang dan lulus pada tahun 2011. Selanjutnya melanjutkan pendidikan di SMA Shalahuddin Malang dan lulus pada tahun 2014. Kemudian mengenyam bangku perkuliahan hingga lulus S1 (Strata 1) pada tahun 2018 dari Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang.

Malang, Mei 2018

Penulis





KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perencanaan Alternatif Struktur Non Komposit Hotel Neo Condotel Kota Batu”

Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat dukungan dan bimbingan beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak, Ibu, dan segenap keluarga besar yang telah memberi dukungan moral dan materil demi menyelesaikan tugas akhir ini,
2. Dr. Eng. Alwafi Pujiraharjo, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,
3. Dr. Eng. Indradi Wijatmiko, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Sarjana (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya,
4. Ir. M. Taufik Hidayat, MT. dan Christin Remayanti, ST., MT selaku dosen pembimbing tugas akhir,
5. Dr. Eng. Lilya Susanti, ST., MT, selaku dosen penguji tugas akhir,
6. Staff Recording yang telah membantu dalam administrasi dari awal hingga akhir,
7. Rekan tim penelitian Fahrizal Dwi Cahyo yang telah bekerja sama dan berjuang selama beberapa semester,
8. Rekan – rekan Teknik Sipil Angkatan 2014 atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Malang, 9 Mei 2018

Penulis

(Halaman dikosongkan)



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
RINGKASAN	xiii
SUMMARY	xv

BAB I PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang	1
1.2.Identifikasi Masalah.....	2
1.3.Rumusan Masalah.....	2
1.4.Batasan Masalah	2
1.5.Tujuan Penelitian	3
1.6.Manfaat Penelitian	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Balok.....	5
2.1.1. Pengertian Balok	5
2.1.2. Tegangan Lentur dan Momen Plastis	6
2.1.3. Stabilitas	7
2.1.4. Klasifikasi Bentuk Profil	7
2.1.5. Kuat Geser	8
2.2. Balok – Kolom.....	9
2.2.1. Pembesaran Momen	9
2.3. Kelebihan dan Kelemahan Struktur Baja	11
2.3.1. Kelebihan Struktur Baja	11
2.3.2. Kelemahan Struktur Baja	11

2.4. Bangunan Tahan Gempa.....	11
2.4.1. Umum.....	11
2.4.2. Konsep Perencanaan Bangunan Tahan Gempa.....	13
2.5. Kriteria Perencanaan.....	14
2.5.1. Kombinasi Beban Berfaktor.....	14
2.5.2. Analisis Beban Gempa SNI 1726 – 2012.....	15
2.5.2.1 Wilayah Gempa.....	15
2.5.2.2 Kategori Gedung	16
2.5.2.3 Konfigurasi Struktur Gedung	18
2.5.2.4 Respon Spektrum Percepatan Gempa Maksimum	18
2.5.2.5 Parameter Percepatan Spektrum Desain	20
2.5.2.6 Parameter Periode Fundamental Pendekatan	20
2.5.2.7 Spektrum Respons Desain.....	20
2.5.2.8 Geser dasar seismik.....	21
2.5.2.9 Distribusi Gaya Gempa	22
2.6. Konsep Perencanaan.....	23
2.6.1. Perencanaan Baja	23

BAB III METODOLOGI PERENCANAAN

3.1. Pengumpulan Data.....	25
3.2. Data Perencanaan.....	25
3.2.1. Data Umum Gedung.....	25
3.2.2. Data Teknis Gedung.....	25
3.3. Prosedur Perencanaan.....	25
3.3.1. Analisis Pembebanan	25
3.3.2. Analisis Statika.....	26
3.3.3. Desain Penampang	26
3.3.4. Gambar Denah Struktur Gedung.....	27
3.3.5. Diagram Alur Perencanaan	28

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Dimensi Struktur	29
4.1.1. Perencanaan Dimensi Balok.....	29
4.1.2. Perencanaan Dimensi Kolom	30

4.1.3. Perencanaan Tebal Pelat.....	30
4.2. Perencanaan Pembebanan.....	30
4.2.1. Kombinasi Pembebanan.....	30
4.2.2. Beban yang Terjadi Pada Struktur.....	31
4.2.2.1 Beban Mati	31
4.2.2.2 Beban Hidup.....	31
4.2.2.3 Perhitungan Pembebanan	32
4.2.3. Analisis Beban Gempa	32
4.3. Pemodelan Pada SAP 2000 v19	35
4.4. Perencanaan Balok Non Komposit	36
4.4.1. Kontrol Profil Secara Keseluruhan.....	36
4.2.2.1 Balok Induk	36
4.2.2.2 Balok Anak.....	37
4.4.2. Kontrol Profil Secara Perbagian.....	38
4.2.2.1 Balok Induk	38
4.2.2.2 Balok Anak.....	39
4.4.3. Lendutan.....	40
4.5. Perencanaan Kolom	40
4.5.1. Kontrol Penampang.....	41
4.5.2. Akibat Portal Tak Bergoyang.....	43
4.5.3. Akibat Portal Bergoyang.....	49
 BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
 DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	61

(Halaman Dikосongkan)



DAFTAR TABEL

NO	Judul	Halaman
	Tabel 2.1 Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa	16
	Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa	18
	Tabel 2.3 Klasifikasi Situs (SNI 1726 – 2012 Pasal 5.3).....	19
	Tabel 2.4 Koefisien Situs, F_a (SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2).....	19
	Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v	19
	Tabel 4.1 Hasil Output Variabel Respons Spektrum	33
	Tabel 4.2 Koordinat Spektrum Respons Desain.....	33
	Tabel 4.3 Rekapitulasi Kuat Lentur Balok Non Komposit.....	38
	Tabel 4.4 Rekapitulasi Kuat Geser Balok Non Komposit	38
	Tabel 4.5 Rekapitulasi Kelangsingan Profil Balok.....	40

(Halaman Dikосongkan)



DAFTAR GAMBAR

No	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Profil Baja <i>Wide Flange Shapes</i>	5
Gambar 2.2	Pembebanan Pada Balok.....	6
Gambar 2.3	Tegangan Lentur	6
Gambar 2.4	Momen Plastis.....	6
Gambar 2.5	Spesifikasi Profil <i>Wide Flange Shapes</i>	7
Gambar 2.6	Mekanisme Terjadinya Lendutan.....	9
Gambar 2.7	Faktor Pembesaran Momen	9
Gambar 2.8	Efek Tipe Struktur Pada Respon Kantilever	12
Gambar 2.9	C_{RS} , Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respons Spektrum 0,2 detik.....	15
Gambar 2.10	C_{R1} , Koefisien Resiko Terpetakan, Periode Respons Spektrum 1 detik.....	16
Gambar 2.11	Spektrum Respons Desain (SNI 1726 – 2012 Pasal 6.4)	21
Gambar 3.1	Denah Lantai 1-2 Hotel Neo Condotel Kota Batu	27
Gambar 3.2	Denah Lantai 3-7 Hotel Neo Condotel Kota Batu	27
Gambar 4.1	Denah Balok Lantai 1-2 Hotel Neo Condotel Kota Batu.....	29
Gambar 4.2	Denah Balok Lantai 3-7 Hotel Neo Condotel Kota Batu.....	29
Gambar 4.3	Denah Kolom 1-2 Neo Condotel Kota Batu	30
Gambar 4.4	Denah Kolom 3-7 Neo Condotel Kota Batu	30
Gambar 4.5	Peta Lokasi Hotel Neo Condotel Kota Batu	32
Gambar 4.6	Respons Spectral Percepatan di Permukaan	33
Gambar 4.7	Respons Spektrum Desain	34
Gambar 4.8	Letak Terjadinya Nu Maksimum Pada Profil WF 400.400.13.21	41
Gambar 4.9	Struktur Portal yang Ditinjau	42
Gambar 4.10	Nomogram Faktor Panjang, k (SNI 03-1729-2002 Gb.7.6-2)	43
Gambar 4.11	Momen Ujung Akibat Portal Tak Bergoyang Pada Arah x	46
Gambar 4.12	Momen Ujung Akibat Portal Tak Bergoyang Pada Arah y	47
Gambar 4.13	Nomogram Faktor Panjang, k (SNI 03-1729-2002 Gb.7.6-2)	49
Gambar 4.14	Momen Ujung Akibat Portal Bergoyang Pada Arah x	53
Gambar 4.15	Momen Ujung Akibat Portal Bergoyang Pada Arah y	54

(Halaman Dikosongkan)



DAFTAR LAMPIRAN

NO	Judul	Halaman
	Lampiran 1 Denah Gedung.....	61
	Lampiran 2 SAP 2000 v19.....	64



(Halaman Dikosongkan)



DAFTAR SIMBOL



RINGKASAN

M Faizal Ihza P, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Maret 2018, *Perencanaan Alternatif Struktur Non Komposit Hotel Neo Condotel Kota Batu*, Dosen Pembimbing: Ir. M. Taufik Hidayat, MT., . Christin Remayanti Nainggolan, ST., MT

Di era saat ini pembangunan infrastruktur sangatlah penting untuk meningkatkan kemajuan ekonomi dan mengurangi kemiskinan yang ada di Indonesia. Infrastruktur yang baik mampu meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya dalam kegiatan ekonomi. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur menjadi salah satu bagian paling penting untuk memajukan suatu negara. Keterbatasan lahan dalam membangun infrastruktur di Indonesia ini sangatlah terbatas sehingga membutuhkan bangunan bertingkat. Oleh karena itu bangunan tinggi yang mampu menahan gaya gempa merupakan salah satu solusi untuk menyelesaikan masalah tersebut. Sehingga tujuan penulisan skripsi ini untuk menjelaskan bagaimana perencanaan struktur komposit yang mampu menahan gaya gempa.

Konsep perhitungan bangunan tinggi, memodel struktur menjadi portal ruang dengan pembebanan arah vertikal dan arah horizontal dengan mengacu pada SNI 03-1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung serta SNI 03-2847-2002 tentang tata cara perhitungan struktur beton.

Berdasarkan perhitungan analisis dan desain menggunakan SAP 2000 v19 maka didapatkan dimensi balok induk dan balok anak. Balok induk menggunakan profil WF 350.350.12.19 dan balok anak menggunakan profil WF 250.250.9.14 dengan melalui kontrol profil secara keseluruhan dengan syarat $\phi M_n \geq M_u$ dan $\phi V_n \geq V_u$ sedangkan kontrol profil secara per bagian yaitu dengan kontrol bagian sayap dan badan dengan syarat penampang kompak serta untuk bagian kolom menggunakan profil WF 400.400.19.21 dengan syarat penampang kompak.

Kata kunci : bangunan tinggi, struktur baja, gempa

(Halaman Dikосongkan)



SUMMARY

M Faizal Ihza P, *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering University of Brawijaya, March 2018, Alternative Design of Non Composite Structure on Hotel Neo Condotel Batu City, supervised by Ir. M. Taufik Hidayat, MT., . Christin Remayanti Nainggolan, ST., MT.*

In the current era of infrastructure development is essential to enhance the economic progress and reducing poverty in indonesia. A good infrastructure can increase productivity and decrease costs in economic activities. Therefore, infrastructure development to be one of the most important for advancing a country. Limitations of land in building infrastructure in indonesia is extremely limited so need tall buildings. Therefore the high-rise buildings able to withstand earthquake style is one solution to solve the problem. So the purpose of this thesis writing to explain how the structure of the planning of non composite style able to withstand earthquakes.

The concept of building height calculation, modeling structures into portal space with vertical load and horizontal direction with reference to the SNI 03-1726-2012 about earthquake resistance planning procedures for the structure of the building and non-building and SNI 03-2847-2002 about the procedures for calculation of concrete structures.

Based on the analysis and design calculation using SAP2000 v19 then obtained primary beam dimensions and secondary beam. Primary beam using the profile WF 350.350.12.19 and secondary beam using the profile WF 350.350.12.19 through the overall profile in profile control must meet the requirements $\phi M_n \geq M_u$ and $\phi V_n \geq V_u$ While the profile control in the control section per section flens dan web with the terms of the compact cross-section as well as using the profile column for the WF 400.400.19.21 with the terms of the compact cross-section.

Key words: high-rise buildings, steel structures, earthquake

(Halaman Dikосongkan)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman modern pembangunan infrastruktur sangatlah penting untuk meningkatkan kemajuan ekonomi dan mengurangi kemiskinan yang ada di Indonesia. Infrastruktur yang baik mampu meningkatkan produktivitas dan menurunkan biaya dalam kegiatan ekonomi. Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur menjadi salah satu bagian paling penting untuk memajukan suatu negara.

Di Indonesia, jumlah pertumbuhan penduduk setiap tahunnya menunjukkan peningkatan. Keterbatasan lahan dalam membangun infrastruktur di Indonesia ini sangatlah terbatas sehingga membutuhkan solusi untuk memenuhi kebutuhannya yaitu dengan cara membangun bangunan bertingkat. Di Indonesia saat ini banyak melakukan pembangunan tidak hanya di kota besar tetapi juga di daerah terpencil, salah satunya daerah yang sedang giat memperbanyak membangun infrastruktur bangunan bertingkat salah satunya terdapat di Kota Batu Malang-Jawa Timur.

Kota Batu terkenal dari segi pertanian, dan juga memiliki tempat – tempat wisata yang bagus sehingga semakin banyak villa, hotel, dan condotel di Kota Batu. Bangunan bertingkat di Kota Batu sangat banyak salah satunya adalah Hotel Neo Condotel Kota Batu didirikan setinggi 7 lantai dan dirancang sebagai bangunan tahan gempa sehingga mampu memberikan rasa aman bagi pengunjung.

Hotel Neo Condotel Kota Batu direncanakan menggunakan struktur beton bertulang. Kelebihan dari struktur beton yaitu proses pelaksanaan pembuatan beton bertulang sangat mudah dan juga tidak membutuhkan tenaga ahli khusus. Namun struktur beton mempunyai kelemahan yaitu mempunyai beban mati yang relatif besar, sehingga bangunan menjadi kurang efektif karena harus memiliki beban yang lebih besar. Dengan adanya beban berat sendiri yang besar maka beban gempa yang harus ditahan oleh bangunan tersebut semakin besar.

Di samping itu, struktur beton untuk bentang panjang kurang efektif karena butuh dimensi yang besar. Oleh karena itu, perlu adanya alternatif perencanaan lainnya pada hotel Neo Condotel Kota Batu yaitu dengan menggunakan perencanaan struktur balok baja non komposit.

1.2. Identifikasi Masalah

Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, masalah yang timbul adalah besarnya beban vertikal dan beban gempa yang dipikul struktur tersebut. Struktur harus bekerja menjadi satu kesatuan struktur untuk dapat menahan beban-beban yang terjadi pada struktur tersebut. Beban gempa yang terjadi sangat dipengaruhi oleh berat sendiri bangunan. Semakin ringan berat sendiri bangunan maka gaya geser yang diakibatkan beban gempa yang diterima struktur bangunan akan semakin kecil.

1.3. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perencanaan alternatif pada Hotel Neo Condotel kota batu dengan menggunakan stuktur baja non komposit?

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dalam desain alternatif Hotel Neo Condotel Kota Batu, yaitu sebagai berikut.

1. Tidak meninjau metode ataupun sistem yang telah digunakan dalam perencanaan pembangunan Hotel Neo Condotel Kota Batu.
2. Gedung yang akan dijadikan objek perencanaan desain ulang dengan system non komposit hanya pada Hotel Neo Condotel saja.
3. Bangunan gedung yang dianalisis hanya bangunan atas saja, yaitu pada balok dan kolom.
4. Balok menggunakan bahan non komposit dan kolom menggunakan bahan baja.
5. Sambungan pada analisis di SAP2000 v19 tidak diperhitungkan.
6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan baut.
7. Seluruh kaki portal diasumsikan terjepit pada pondasi.
8. Beban horizontal yang ditinjau adalah beban gempa.
9. Beban diasumsikan sentris terhadap struktur.
10. Perhitungan analisis struktur untuk mengetahui gaya-gaya dalam akibat beban menggunakan aplikasi analisis struktur SAP2000 v19.

11. Tidak membahas analisis ekonomi.
12. Tidak memperhitungkan unsur arsitektur pada suatu bangunan.
13. Atap dari pelat beton

1.5. Tujuan Penelitian

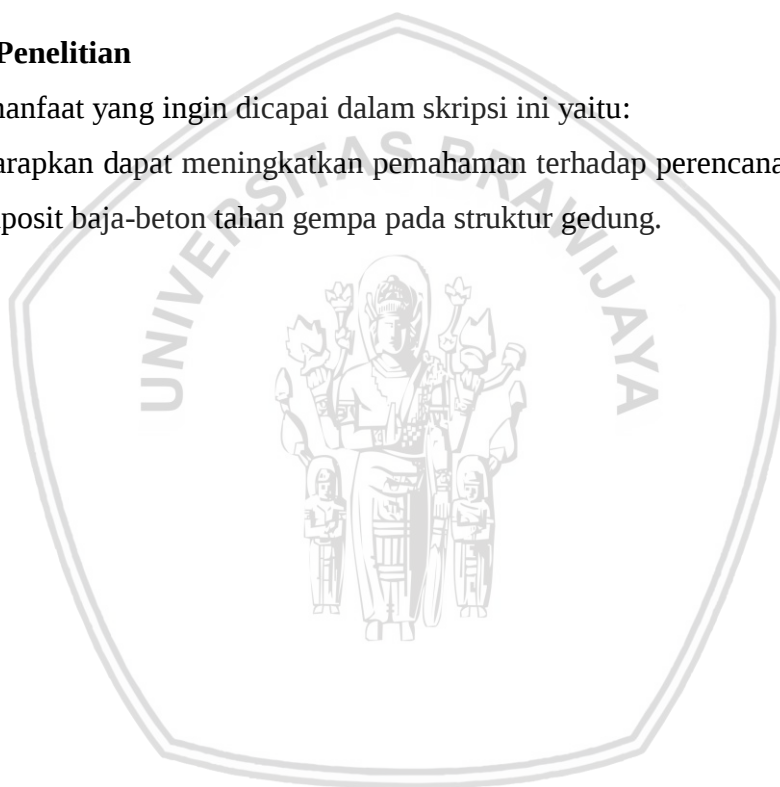
Adapun maksud dan tujuan dari perhitungan struktur pembangunan Hotel Neo Condotel Kota Batu adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui hasil dari perencanaan struktur balok non komposit dan kolom baja pada Hotel Neo Condotel Kota Batu.

1.6. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang ingin dicapai dalam skripsi ini yaitu:

1. Diharapkan dapat meningkatkan pemahaman terhadap perencanaan struktur non komposit baja-beton tahan gempa pada struktur gedung.



(Halaman dikosongkan)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Balok

2.1.1. Pengertian Balok

Balok adalah komponen struktur yang mendukung bidang momen, dan bidang geser. Jika dikatakan balok-kolom terdapat bidang momen, bidang geser, dan bidang normal. Pada kondisi tertentu bidang normal ada yang diabaikan sehingga tetap sebagai balok.



Gambar 2.1 Profil Baja Wide Flange Shapes

Hubungan antara pengaruh beban luar dan kekuatan:

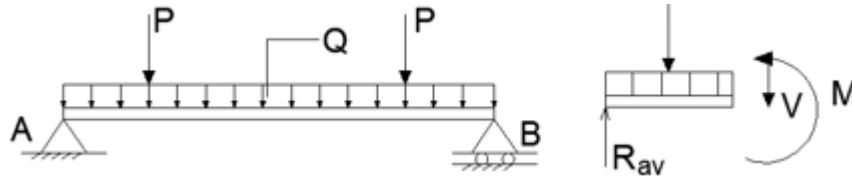
$$M_u \leq \phi M_n \text{ dimana, } M_{ux} \leq \phi M_{nx} \text{ dan } M_{uy} \leq \phi M_{ny} \dots\dots\dots (2.1.a)$$

Batasan Momen

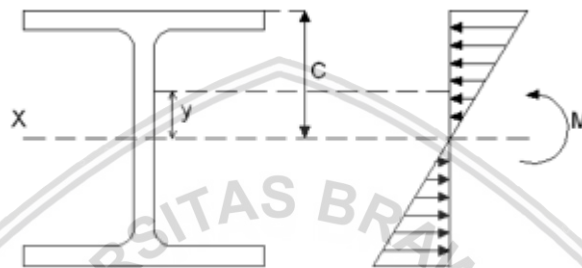
1. Momen leleh M_y adalah momen lentur yang menyebabkan penampang mulai mengalami tegangan leleh yaitu diambil sama dengan $f_y S$ dan S adalah modulus penampang elastis yang ditentukan menurut Butir 8.2.1(d) (SNI 03-1729-2002).
2. Kuat lentur plastis M_p momen lentur yang menyebabkan seluruh penampang 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 8.2.1(d) (SNI 03-1729-2002).
3. Momen batas tekuk M_r diambil sama dengan $S(f_y - f_r)$ dan f_r adalah tegangan sisa. 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.

2.1.2. Tegangan Lentur dan Momen Plastis



Gambar 2.2 Pembebanan Pada Balok



Gambar 2.3 Tegangan Lentur

Dari mekanika bahan tegangan pada titik yang ditinjau dapat dihitung dengan rumus:

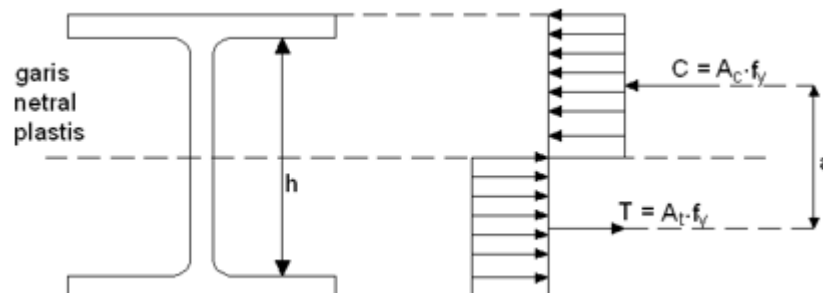
$$f_b = \frac{M \cdot y}{I_x} \quad (2.2.a)$$

Tegangan akan maksimum jika y_{maks} , maka

$$f_{maks} = \frac{M \cdot c}{I_x} = \frac{M}{S_x} \quad (2.2.b)$$

Dari persamaan (2.2.a) dan (2.2.b) di atas valid selama beban kecil (batas linier elastis) pada struktur baja $f_{maks} \leq f_y$, sehingga $M_y = f_y \cdot S_x$

Analisis struktur yang didasarkan pada pertimbangan mekanisme runtuh disebut analisis plastis.



Gambar 2.4 Momen Plastis

$$M_p = f_y \cdot A_c \cdot a$$

$$M_p = f_y \cdot Z \quad (2.2.c)$$

2.1.3. Stabilitas

Jika balok dapat dihitung pada keadaan stabil pada kondisi plastis penuh, maka kekuatan momen nominal dapat diambil sebagai kapasitas momen plastis.

$$M_n = M_p \text{ atau } M_n < M_p$$

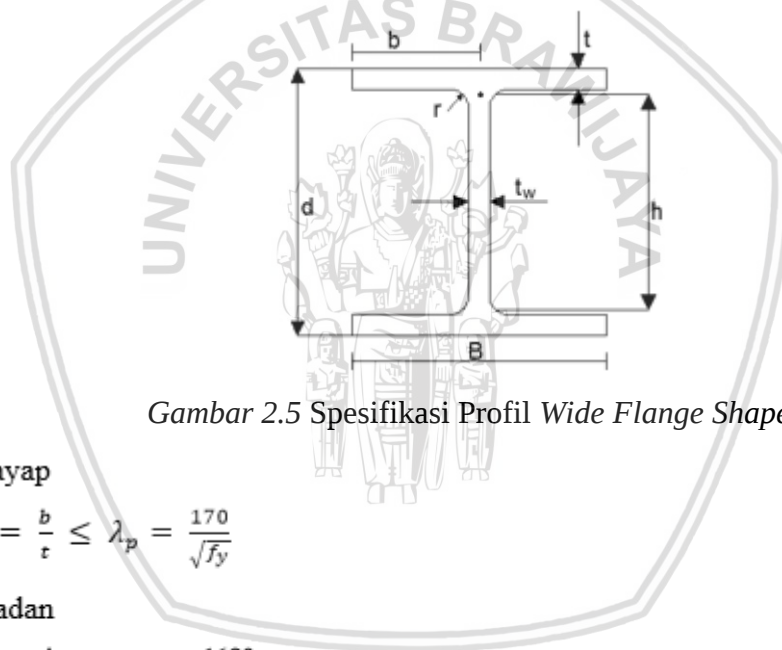
Beberapa evaluasi stabilitas

1. *Lateral Torsional Buckling (LTB)*
2. *Flange Local Buckling (FLB)*
3. *Web Local Buckling (WLB)*

2.1.4. Klasifikasi Bentuk Profil

Klasifikasi bentuk tampang (kelangsingan penampang)

1. Kompak ($\lambda \leq \lambda_p$)



Gambar 2.5 Spesifikasi Profil Wide Flange Shapes

Sayap

$$\lambda = \frac{b}{t} \leq \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}}$$

Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} \leq \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}}$$

$$M_n = M_p \dots\dots\dots(2.3.a)$$

2. Non Kompak ($\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$)

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} < \lambda = \frac{b}{t} \leq \lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} < \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \leq \lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}}$$

$$M_n = M_p - (M_p - M_r) \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_r - \lambda_p} \dots\dots\dots(2.3.b)$$

3. Slender / langsing ($\lambda > \lambda_r$)

Sayap

$$\lambda = \frac{b}{t} > \lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}}$$

Badan

$$\lambda = \frac{h}{t_w} > \lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}}$$

$$M_n = M_r \left(\lambda_r / \lambda \right)^2 \dots\dots\dots (2.3.c)$$

2.1.5. Kuat Geser

Kuat geser pada badan pelat badan yang memiliki gaya geser perlu (V_u) harus memenuhi $V_u \leq \phi V_n$ (butir 8.8-1 SNI 03-1729-2002).

1. Jika perbandingan maksimum tinggi terhadap tebal panel (h/t_w)

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,10 \frac{\sqrt{K_n E}}{f_y}$$

$$K_n = 5 + \frac{5}{(a/h)^2} \dots\dots\dots (2.4.a)$$

$$1. V_n = 0,6 f_y A_w \dots\dots\dots (2.4.b)$$

$$2. V_n = 0,36 f_y A_e \text{ (untuk penampang pipa)} \dots\dots\dots (2.4.c)$$

$$2. 1,10 \frac{\sqrt{K_n E}}{f_y} \leq \frac{h}{t_w} \leq 1,37 \frac{\sqrt{K_n E}}{f_y}$$

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[1,10 \sqrt{\frac{K_n E}{f_y}} \frac{t_w}{h} \right] \dots\dots\dots (2.4.d)$$

Atau

$$V_n = \frac{1,10 \sqrt{\frac{K_n E}{f_y}}}{h/t_w} \dots\dots\dots (2.4.e)$$

$$3. \frac{h}{t_w} \geq 1,37 \frac{\sqrt{K_n E}}{f_y}$$

$$V_n = \frac{0,9 A_w K_n E}{(h/t_w)^2} \dots\dots\dots (2.4.f)$$

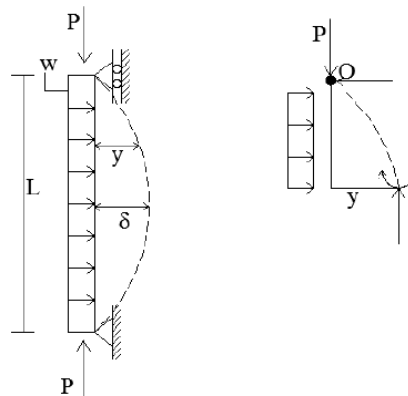
Atau

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[C_v + \frac{(1 - C_v)}{1,15 \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] \dots\dots\dots (2.4.g)$$

$$C_v = \frac{K_n E}{f_y} \frac{1}{(h/t_w)^2} \dots\dots\dots (2.4.h)$$

2.2. Balok – Kolom

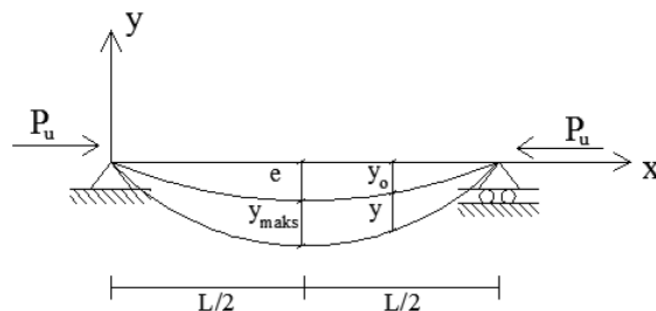
2.2.1. Pembesaran Momen



Gambar 2.6 Mekanisme Terjadinya Lendutan

Penjelasan gambar

1. O titik tertentu
2. Di titik O terjadi momen akibat w dan tambahan momen ($P \cdot y$)
3. Momen sekunder ($P \cdot y$) terbesar pada lendutan terbesar (δ)
4. Total momen = $(w \cdot L^2 / 8) + (P \cdot \delta)$
5. Total lendutan tidak dapat diperoleh langsung karena merupakan masalah Non Linier. Jika lendutan tidak diketahui maka momen sekunder tidak dapat dihitung.
6. Metode analisis struktur yang umum melendut secara geometris berdasarkan metode orde-1, maka untuk lendutan karena orde-2 didapat dengan cara numerika (program komputer).
7. Kebanyakan peraturan perancangan sekarang mengizinkan penggunaan analisis orde-2 dengan metode pembesaran momen yang dihitung dengan maksimum bending momen hasil dari lentur yang didapat dari analisis orde-1 dikalikan dengan faktor pembesaran.



Gambar 2.7 Faktor Pembesaran Momen

1. Lendutan awal sembarang titik didekati dengan

$$y_0 = e \cdot \sin \frac{\pi x}{L} \dots\dots\dots (2.5.a)$$

2. Hubungan kelengkungan momen

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M}{EI}$$

Dari gambar

$$M = P_u (y_0 + y)$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{-P_u (e \cdot \sin \frac{\pi x}{L} + y)}{EI}$$

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{P_u}{EI} y = \frac{P_u \cdot e}{EI} \sin \frac{\pi x}{L} \dots\dots\dots (2.5.b)$$

Pada $x = 0$, $y = 0$ dan $x = L$, $y = 0$ lendutan = 0

Sehingga

$$y = B \sin \frac{\pi x}{L} \dots\dots\dots (2.5.c)$$

Dengan B merupakan konstanta.

Substitusi persamaan (2.15.b) ke persamaan (2.15.c)

$$-\frac{\pi^2}{L^2} B \cdot \sin \frac{\pi x}{L} + \frac{P_u}{EI} B \cdot \sin \frac{\pi x}{L} = -\frac{P_u}{EI} \sin \frac{\pi x}{L}$$

Penyelesaian untuk B

$$B = \frac{-P_u \cdot e / EI}{\frac{P_u}{EI} \frac{\pi^2}{L^2}} = \frac{-e}{1 - \frac{\pi^2 EI}{P_u L^2}} = \frac{e}{\frac{P_e}{P_u} - 1}$$

Dimana, $P_e = \pi^2 EI / L^2$

Jadi,

$$y = \frac{e}{\frac{P_e}{P_u} - 1} \sin \frac{\pi x}{L}$$

$$M_u = P_u (y_0 + y)$$

$$M_u = P_u \left[e \cdot \sin \frac{\pi x}{L} + \frac{e}{\frac{P_e}{P_u} - 1} \sin \frac{\pi x}{L} \right]$$

Momen maksimum terjadi di $x = L/2$

$$\begin{aligned} M_{maks} &= P_u \left[e + \frac{e}{\frac{P_e}{P_u} - 1} \right] \\ &= P_u \cdot e \left[1 + \frac{1}{\frac{P_e}{P_u} - 1} \right] \\ &= M_o \left[\frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_e}} \right] \end{aligned}$$

$$\text{Faktor pembesaran momen} = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_e}} \dots\dots\dots (2.5.d)$$

2.3. Kelebihan dan Kelemahan Struktur Baja

2.3.1. Kelebihan Struktur Baja

1. Kekuatan baja terhadap tarik lebih besar dibandingkan kekuatan tekannya. Kekuatan baja yang tinggi dibandingkan dengan bahan struktur yang lain, membuat baja mempunyai ukuran penampang yang relatif kecil. Hal ini mengakibatkan baja merupakan struktur cukup ringan sekalipun berat jenis baja tinggi dan karena keuntungan dari ringannya baja ini dimanfaatkan sebagai pemakaian pondasi yang lebih hemat.
2. Baja merupakan produk pabrik yang menyebabkan mesin canggih untuk membuatnya tanpa tenaga manusia yang relatif banyak. Oleh karena itu selama proses pembuatan baja dapat dilakukan pengawasan secara mudah dan mutu baja dapat dipertanggung jawabkan.
3. Struktur baja umumnya dapat dibongkar dan dapat dipasang lagi sesuai dengan kebutuhan penggunaannya.

2.3.2. Kelemahan Struktur Baja

1. Pemeliharaan struktur baja membutuhkan biaya cukup besar.
2. Baja merupakan bahan yang sangat mudah terpengaruh dengan temperatur, apabila terjadi perubahan temperatur secara drastis seperti terjadi kebakaran akan sangat mudah menurunkan kekuatan dari baja sehingga menyebabkan bangunan runtuh meskipun belum mencapai tegangan izin.
3. Karena baja memiliki kekuatan yang tinggi maka banyak ditemui batang struktur yang langsing oleh karena itu mudah terjadi bahaya tekuk (*buckling*).

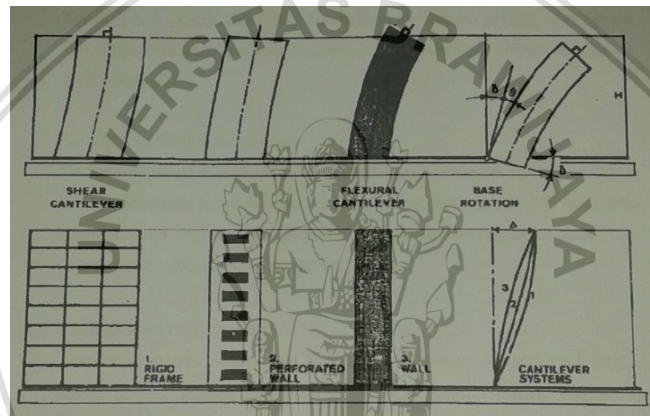
2.4. Bangunan Tahan Gempa

2.4.1. Umum

Wilayah Indonesia merupakan suatu wilayah yang mencakup daerah-daerah dimana mempunyai tingkat resiko gempa yang tinggi diantara beberapa daerah gempa diseluruh dunia. Apalagi, pada saat ini di Indonesia semakin banyak gedung-gedung tinggi yang didirikan melihat semakin tingginya peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Hal tersebut semakin menambah bahaya yang akan ditimbulkan oleh gempa terhadap suatu bangunan.

Suatu gedung dikatakan tinggi jika pada analisis struktur dan desainnya dipengaruhi oleh beban lateral yang akan menyebabkan goyangan pada bangunan. Goyangan adalah besarnya perpindahan lateral pada bagian atas bangunan terhadap dasarnya. Pada desain bangunan tinggi, sistem struktural harus mempertimbangkan persyaratan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Persyaratan kekuatan adalah faktor dominan dalam desain. (Taranath, 1998)

Sistem pembebanan lateral sangat berkaitan dengan tinggi atau rendahnya bangunan. Semakin tinggi suatu bangunan, maka sistem pembebanan lateral yang berupa beban gempa dan beban angin akan semakin besar pula. Pada perencanaan struktur bangunan tinggi, masalah yang timbul adalah kemampuan dari struktur tersebut sebagai suatu kesatuan system (*building sistem*) untuk menahan gempa. (Taranath, 1998).



Gambar 2.8 Efek Tipe Struktur Pada Respon Kantilever

Bangunan tinggi seperti pada Gambar 2.8 merespon beban lateral sebagai *flexural cantilever* yang mana struktur terdiri dari portal dengan dinding geser atau pengaku. Umumnya sistem ini dikontrol melalui rotasi karena telah mempunyai kekakuan terhadap geser yang tinggi yang disediakan oleh dinding masif atau gaya aksial batang diagonal sehingga perpindahan akibat geser dapat diabaikan. Di lain pihak, bangunan tinggi dapat bertindak sebagai *shear cantilever* ketika strukturnya merupakan portal kaku dengan gaya geser ditahan oleh girder dan kolom. Dalam hal ini, efek rotasi misalnya perpendekan aksial dan perpanjangan kolom dapat diabaikan pada perencanaan awal. Kombinasi kedua sistem tersebut, yaitu portal kaku dengan batang diagonal dapat menghasilkan defleksi berbentuk kurva S dengan tipe struktur portal kaku (*shear cantilever*) berada di atas struktur *flexural cantilever*. Sistem tersebut berlaku pada bangunan tinggi yang mana dinding geser atau pengaku cukup langsing. (Schueller, 1991).

2.4.2. Konsep Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

Dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa, diperlukan standar dan peraturan perencanaan bangunan untuk menjamin keselamatan penghuni terhadap gempa besar yang mungkin terjadi serta menghindari dan meminimalisasi kerusakan struktur bangunan dan korban jiwa terhadap gempa bumi yang sering terjadi.

Oleh karena itu, struktur bangunan tahanan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup untuk mencegah terjadinya keruntuhan bangunan. Filosofi dan konsep dasar perencanaan bangunan tahan gempa adalah:

1. Pada saat terjadi gempa ringan, struktur bangunan dan fungsi bangunan harus dapat tetap berjalan sehingga struktur harus kuat dan tidak ada kerusakan baik pada elemen struktural dan elemen nonstruktural bangunan.
2. Pada saat terjadi gempa medium, struktur diperbolehkan mengalami kerusakan pada elemen nonstruktural, tetapi tidak diperbolehkan terjadi kerusakan pada elemen struktural.
3. Pada saat terjadi gempa besar, diperbolehkan terjadi kerusakan pada elemen struktural dan nonstruktural, namun tidak boleh sampai menyebabkan bangunan runtuh sehingga tidak ada korban jiwa atau dapat meminimalkan jumlah korban jiwa.

Tiga sistem struktur penahan gempa, ketiga sistem yang disebutkan dibawah ini merupakan sistem struktur utama yang dipakai untuk meningkatkan daya tahan terhadap gaya gempa (terutama daya tahan horisontal) dari gedung bertingkat banyak. (Muto, 1987).

1. Portal terbuka (*open frames*).
2. Portal dinding (*walled frames*).
3. Dinding geser (*shear walls*) dan portal dengan penyokong diagonal (*diagonally braced frames*).

Tujuan dari struktur gedung yang direncanakan tahan gempa adalah:

1. Sedikit mungkin menghindari korban jiwa manusia yang diakibatkan runtuhnya gedung tersebut
2. Mengijinkan gedung mengalami sedikit kerusakan akibat gempa kecil dan sedang sehingga bisa diatasi.
3. Membatasi ketidaknyamanan penghunian bagi penghuni gedung ketika terjadi gempa ringan sampai sedang.

4. Mempertahankan setiap layanan vital dari fungsi gedung.

2.5. Kriteria Perencanaan

2.5.1. Kombinasi Beban Berfaktor

Sebelum dilakukan kombinasi pembebanan, beban mati dan beban hidup pada pelat akan ditransfer pada balok sebagai beban segitiga dan trapesium. Beban segitiga dan trapesium tersebut harus diekuivalenkan sebagai beban merata. Perhitungan beban merata ekuivalen adalah sebagai berikut : (Budiadi, 2008)

1. Beban Segitiga $q_{ek} = 1/3 \cdot q \cdot l_x$ (2.6.a)

2. Beban Trapesium $q_{ek} = 1/2 \cdot q \cdot (l_x/l_y^2) \cdot (l_y^2 - 1/3 \cdot l_x^2)$ (2.6.b)

SNI 2847-2013 menentukan kombinasi beban untuk metode ultimit sebagai berikut :

1. $1,4 D$ (2.7.a)

2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$ (2.7.b)

3. $1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$ (2.7.c)

4. $1,2 D + 1,0 W + L + 0,5(L_r \text{ atau } R)$ (2.7.d)

5. $1,2 D + 1,0 E + L$ (2.7.e)

6. $0,9 D + 1,0 W$ (2.7.f)

7. $0,9 D + 1,0 E$ (2.7.g)

Keterangan :

q_{ek} = beban ekuivalen

q = beban merata

l_x = panjang bentang arah x

l_y = panjang bentang arah y

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

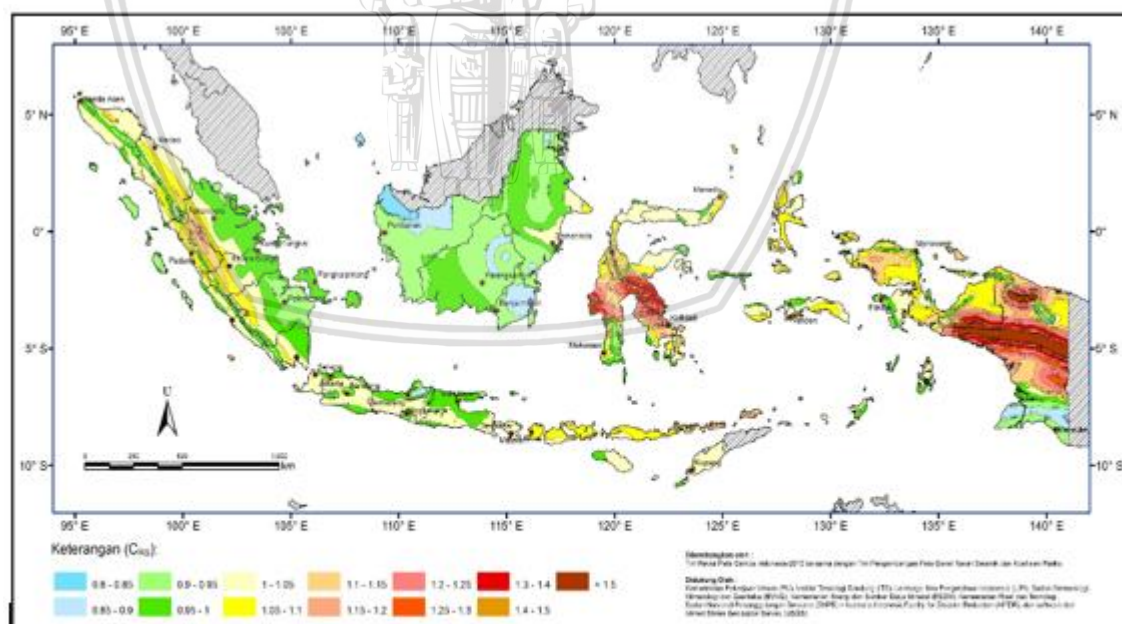
E = beban gempa

2.5.2. Analisis Beban Gempa SNI 1726 – 2012

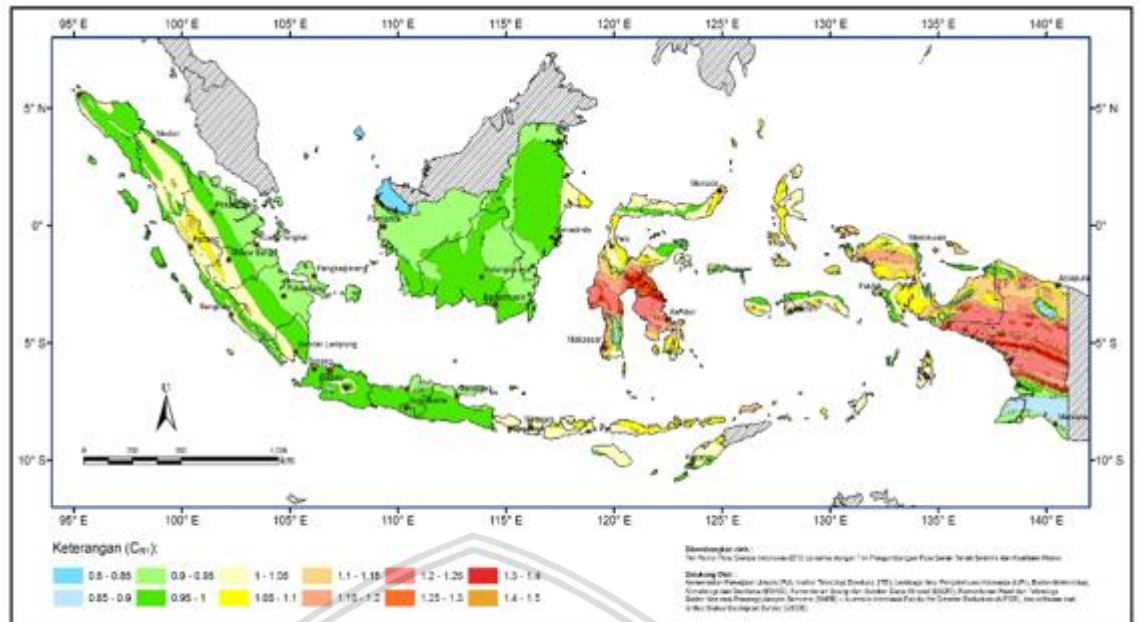
2.5.2.1. Wilayah Gempa

Parameter percepatan gempa ditentukan berdasarkan 2 hal yaitu, parameter percepatan terpetakan dan kelas situs. Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCE_R , 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila $S_1 \leq 0,04 g$ dan $S_s \leq 0,15 g$, maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A. (SNI 1762-2012 Pasal 6.1.1).

Sedangkan kelas situs mengatur klasifikasi berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situs, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF. (SNI-1762-2012 Pasal 6.1.2).



Gambar 2.9 C_{RS} , Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektrum 0,2 detik



Gambar 2.10 C_{RI} , Koefisien Risiko Terpetakan, Periode Respons Spektrum 1 detik.

2.5.2.2. Kategori Gedung

Pada SNI 1726-2012 Pasal 4.1.2, berdasarkan fungsinya gedung akan di klasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kategori Risiko Bangunan Gedung dan Non Gedung Untuk Beban Gempa

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko 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

Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan non gedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III
Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: - Bangunan-bangunan monumental - Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan - Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat - Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya - Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat - Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat - Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk ke dalam kategori risiko IV.	IV

Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa

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

2.5.2.3. Konfigurasi Struktur Gedung

Struktur Gedung dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu beraturan dan tidak beraturan. Pada SNI 1726-2012 Pasal 7.3.2 syarat-syarat yang kemudian dapat menentukan suatu gedung beraturan atau tidak.

Analisis gedung beraturan dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan gedung tidak beraturan, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan dinamik yang analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respon dinamis.

2.5.2.4. Respons Spektrum Percepatan Gempa Maksimum

Penentuan respons spektrum percepatan gempa MCE_R di permukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismic periode 0,2 detik dan periode 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran periode 1 detik (F_v). parameter spektrum respons percepatan pada periode pendek (S_{MS}) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan perumusan berikut:

$$S_{MS} = F_a \cdot S_s \dots\dots\dots (2.8.a)$$

$$S_{M1} = F_v \cdot S_1 \dots\dots\dots (2.8.b)$$

Keterangan

S_s : parameter respons spektrum percepatan gempa MCE_R terpetakan periode pendek

S_1 : parameter respons spektrum percepatan gempa MCE_R terpetakan periode 1,0 detik

Tabel 2.3 Klasifikasi Situs (SNI 1726 – 2012 Pasal 5.3)

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ek}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	≥ 100
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100

Kelas situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ek}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SE (tanah lunak)	< 175	<15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : 1. Indeks plastisitas, $PI > 20$, 2. Kadar air, $w \geq 40\%$, 3. Kuat geser niralir $\bar{s}_u < 25$ kPa		
SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons spesifik-situs yang mengikuti 6.10.1)	Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut: - Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah - Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan $H > 3$ m) - Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan $H > 7,5$ m dengan Indeks Plastisitas $PI > 75$) Lapisan lempung, lunak/setengah teguh, dengan ketebalan $H > 35$ m dengan $\bar{s}_u < 50$ kPa		

CATATAN: N/A = tidak dapat dipakai

Tabel 2.4 Koefisien Situs, F_a (SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2)

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

CATATAN:

(a) Untuk nilai-nilai antara S_s dapat dilakukan interpolasi linier

(b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 2.5 Koefisien Situs, F_v

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan pada periode pendek, $T=1,0$ detik, S_1				
	$S_1 \leq 0.1$	$S_1 = 0.2$	$S_1 = 0.3$	$S_1 = 0.4$	$S_1 \geq 0.5$
SA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
SB	1	1	1	1	1
SC	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
SD	2.4	2	1.8	1.6	1.5
SE	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
SF	SS ^b				

CATATAN :

- (a) Untuk nilai-nilai antara S_1 dapat dilakukan interpolasi linier
 (b) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

(SNI 1726 – 2012 Pasal 6.2)

2.5.2.5. Parameter Percepatan Spektrum Desain

Parameter percepatan spektrum desain untuk periode pendek, S_{DS} dan pada periode 1 detik, S_{D1} , harus ditentukan melalui perumusan sebagai berikut:

$$S_{DS} = 2/3 S_{MS} \dots\dots\dots(2.9.a)$$

$$S_{D1} = 2/3 S_{M1} \dots\dots\dots(2.9.b)$$

(SNI 1726-2012 Pasal 6.3)

2.5.2.6. Parameter Periode Fundamental Pendekatan

Sebagai alternatif, diijinkan untuk menentukan perioda fundamental pendekatan, T_a , dalam detik, dari persamaan berikut untuk struktur dengan ketinggian tidak melebihi 12 tingkat di mana sistem penahan gaya gempa untuk Sistem Rangka Pemikul Momen secara keseluruhan dan tinggi tingkat paling sedikit 3 m:

$$T_a = 0,1N \dots\dots\dots(2.10.a)$$

Keterangan:

N = Jumlah tingkat

(SNI 1726-2012 Pasal 7.8.2.1)

2.5.2.7. Spektrum Respons Desain

Penggambaran respons spektrum pada masing-masing wilayah gempa dan jenis tanah adalah sebagai berikut:

1. Untuk periode yang lebih kecil dari T_0 , spektrum respons percepatan desain,

S_a , harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots(2.11.a)$$

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

3. Untuk periode lebih besar dari T_s , spektrum respons percepatan desain, S_a , diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots(2.11.b)$$

Keterangan:

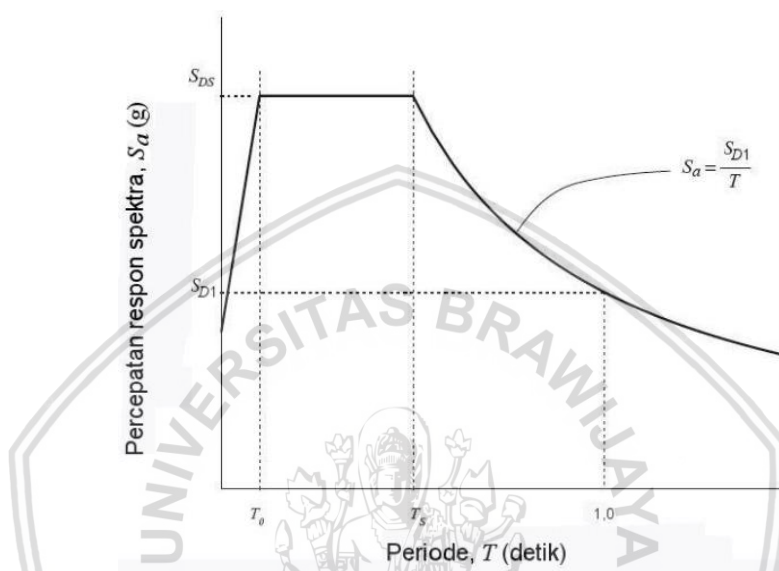
S_{DS} = parameter respons spectral percepatan desain pada periode pendek

S_{D1} = parameter respons spectral percepatan desain pada periode 1 detik

T = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots (2.11.c)$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots (2.11.d)$$



Gambar 2.11 Spektrum Respons Desain (SNI 1726 – 2012 Pasal 6.4)

2.5.2.8. Geser Dasar Seismik

Geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan dengan persamaan berikut: (SNI 1726-2012 Pasal 7.8.1)

$$V = C_s \cdot W_{tot} \dots\dots\dots (2.12.a)$$

Keterangan:

C_s = koefisien respon seismik

W_{tot} = berat seismik efektif gedung

Perhitungan koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut: (SNI 1726-2012 Pasal 7.8.1.1)

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \dots\dots\dots (2.12.b)$$

Keterangan:

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

R = faktor modifikasi respons

I_e = faktor keutamaan gempa

Ketentuan:

1. Nilai C_s , yang dihitung tidak perlu melebihi hasil persamaan berikut:

$$C_{s(\text{maks})} = \frac{S_{D1}}{T \left(\frac{R}{I_e} \right)} \dots \dots \dots (2.12.c)$$

2. Dan juga besarnya nilai C_s yang dihitung tidak kurang dari hasil persamaan berikut:

$$C_{s(\text{min})} = 0,044 S_{DS} I_e \geq 0,01 \dots \dots \dots (2.12.d)$$

2.5.2.9. Distribusi Gaya Gempa

Gaya gempa yang akan direncanakan pada elemen struktur dibagi menjadi:

1. Gaya gempa lateral (F_x), gaya yang akan timbul pada semua tingkat, yang harus ditentukan dari persamaan berikut:

$$F_i = C_{vx} V = \frac{w_i h_i^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V \dots \dots \dots (2.13.a)$$

2. Gempa horizontal (V_x), geser tingkat desain gempa di semua tingkat harus ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V_x = \sum_{i=1}^n F_i \dots \dots \dots (2.13.b)$$

Keterangan:

F_i = bagian dari geser dasar seismik (V) yang timbul di tingkat i (kg)

C_{vx} = faktor distribusi vertikal

V = gaya lateral desain total atau geser di dasar struktur (kg)

w_i = bagian berat seismik efektif total struktur (W) yang ditempatkan atau dikenakan pada tingkat i

h_i = tinggi dari dasar sampai tingkat i (m)

k = eksponen yang terkait dengan periode struktur sebagai berikut:

1. Untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 0,5 detik atau kurang, $k = 1$
2. Untuk struktur yang mempunyai periode sebesar 2,5 detik atau lebih, $k = 2$
3. Untuk struktur yang mempunyai periode antara 0,5 dan 2,5 detik, k harus sebesar 2 atau harus ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2

2.6. Konsep Perencanaan

2.6.1. Perencanaan Baja

Perencanaan yang dipakai adalah pendekatan umum berdasarkan faktor daya tahan dan beban, atau disebut dengan *Load Resistance Design Factor* (LRFD). Pada metode ini diperhitungkan mengenai kekuatan nominal M_n penampang struktur yang dikalikan oleh faktor pengurangan kapasitas (*under-capacity*) ϕ , yaitu bilangan yang lebih kecil dari 1,0 untuk memperhitungkan ketidak-pastian dalam besarnya daya tahan (*resistance uncertainties*). Selain itu diperhitungkan juga faktor gaya dalam ultimit M_u dengan kelebihan beban (*overload*) γ (bilangan yang lebih besar dari 1,0) untuk menghitung ketidak-pastian dalam analisa struktur dalam menahan beban mati (*dead load*), beban hidup (*live load*), angin (*wind*), dan gempa (*earthquake*).

Struktur dan batang struktural harus selalu direncanakan memikul beban yang lebih besar daripada yang diperkirakan dalam pemakaian normal. Kapasitas cadangan ini disediakan terutama untuk memperhitungkan kemungkinan beban yang berlebihan. Selain itu, kapasitas cadangan juga ditujukan untuk memperhitungkan kemungkinan pengurangan kekuatan penampang struktur. Penyimpangan pada dimensi penampang walaupun masih dalam batas toleransi bisa mengurangi kekuatan. Terkadang penampang baja mempunyai kekuatan leleh sedikit di bawah harga minimum yang ditetapkan, sehingga juga mengurangi kekuatan.

(Halaman Dikосongkan)



BAB III

METODE PERENCANAAN

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dibutuhkan yaitu dengan mengumpulkan gambar dari tim teknis proyek. Gambar rencana bertujuan untuk acuan merencanakan gedung dalam skripsi ini.

3.2. Data Perencanaan

3.2.1. Data Umum Gedung

Data-data lain mengenai Hotel Neo Condotel Kota Batu adalah sebagai berikut :

Gedung	: Hotel Neo Condotel Kota Batu
Lokasi	: Jl. Abdul Gani Atas, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur
Fungsi	: Lantai 1 sampai 7 untuk Kamar Hotel
Waktu Pelaksanaan	: 17 Bulan (Januari 2017 – Mei 2018)

3.2.2. Data Teknis Gedung

Struktur Gedung bertulang	: Lantai 1 sampai 7 menggunakan struktur beton
Jumlah Lantai	: 7 lantai
Tinggi Bangunan	: $\pm 20,6$ m
Tinggi Tiap Lantai	
Lantai 1-2	: 3,8 m
Lantai 2-3	: 4,2 m
Lantai 2-3	: 4,2 m
Lantai 3 - atap	: masing – masing 3,15 m
Mutu Beton	: $f'_c = 25$ MPa
Mutu Baja	: $f_y = 390$ MPa

3.3. Prosedur Perencanaan

3.3.1. Analisis Pembebanan

Pembebanan yang diperhitungkan pada perencanaan pada Hotel Neo Condotel Kota Batu secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati

2. Beban Hidup
3. Beban Angin
4. Beban Gempa

Berdasarkan beban-beban tersebut di atas, maka beton bertulang Hotel Neo Condotel Kota Batu harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan berikut ini :

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

Keterangan:

- D : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen
 L : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung
 A : beban atap
 R : beban hidup
 W : beban angin
 E : beban gempa

3.3.2. Analisis Statika

Dalam perencanaan Skripsi ini menggunakan analisis spectrum respons desain untuk menghitung gaya pada struktur akibat gaya gempa. Adapun cara menganalisisnya yaitu dengan menggunakan aplikasi analisis struktur SAP2000 v19. Penggunaan aplikasi analisis struktur SAP2000 v19 bertujuan untuk mendapatkan besarnya gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur (momen, gaya aksial, dan gaya geser).

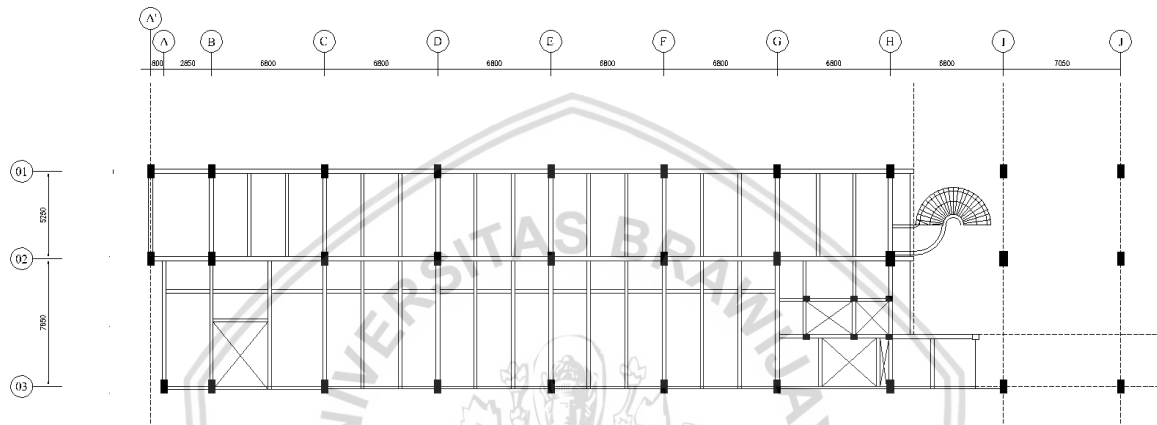
3.3.3. Desain Penampang

Prinsip dasar yang digunakan untuk mendesain penampang pada Hotel Neo Condotel Kota Batu adalah dengan menggunakan konsep LRFD.

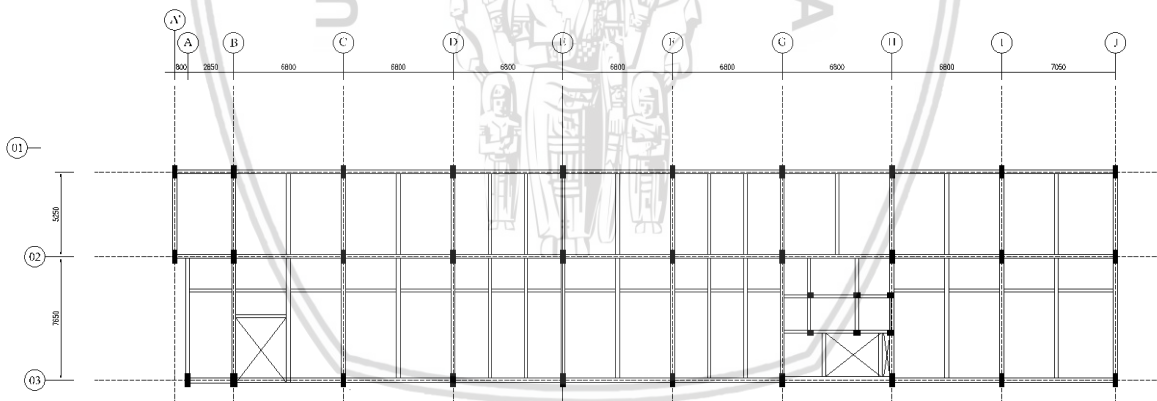
Detail penampang yang akan digunakan pada balok adalah berupa baja dengan profil WF yang di non kompositkan dengan pelat beton. Sedangkan detail penampang yang akan digunakan pada kolom profil WF.

Setelah perencanaan awal dimensi, pada penampang balok dan kolom harus dilakukan kontrol dalam kondisi, yaitu kondisi sebelum komposit. Pembebanan meliputi berat sendiri pelat, beban guna (hidup), spesi, dinding, plafond, dan keramik

3.3.4. Gambar Denah Struktur Gedung

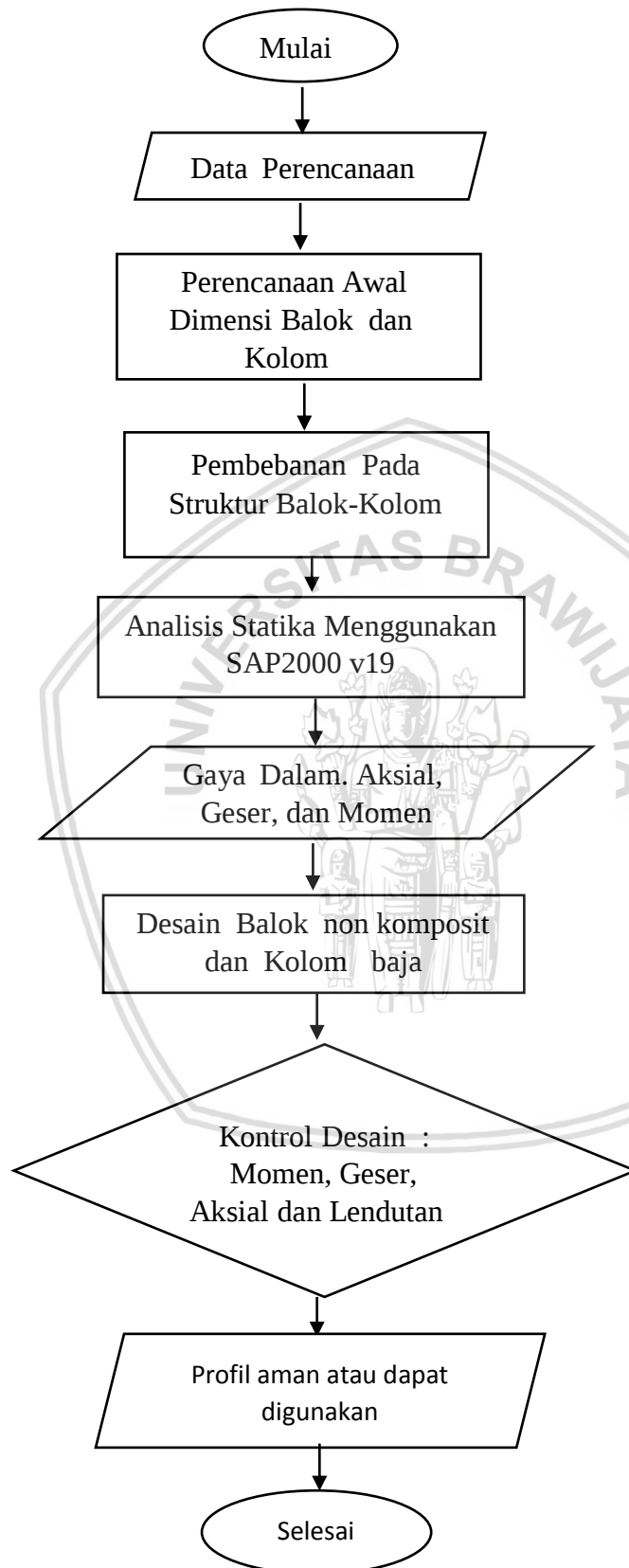


Gambar 3.1 Denah Lantai 1-2 Hotel Neo Condotel Kota Batu



Gambar 3.2 Denah Lantai 3-7 Hotel Neo Condotel Kota Batu

3.3.5. Diagram Alur Perencanaan



BAB IV

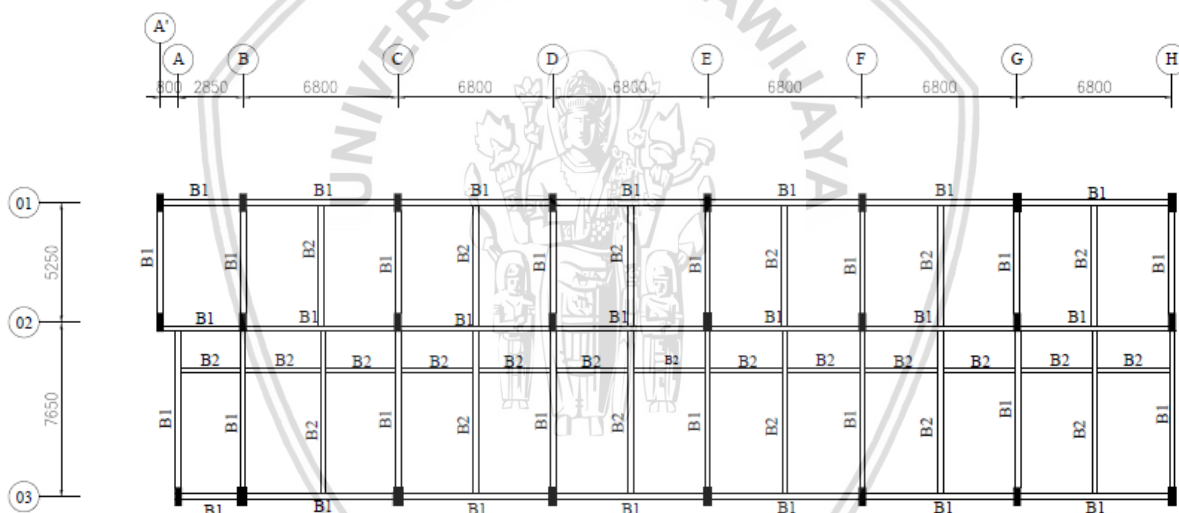
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Dimensi Struktur

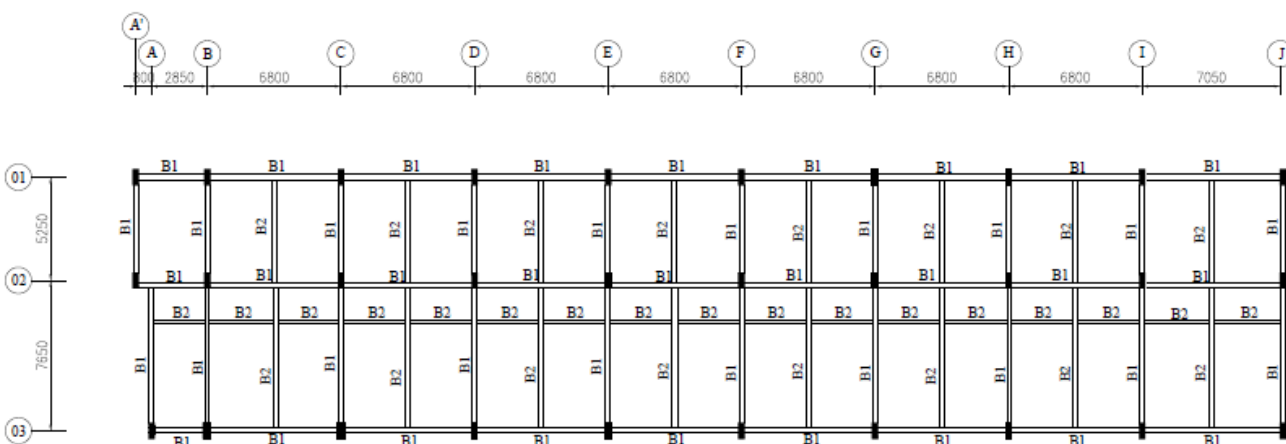
4.1.1. Perencanaan Dimensi Balok

Balok yang akan direncanakan terdapat beberapa macam dimensi, yang didasarkan pada arah bentang dan besar gaya dalam yang diterima oleh balok tersebut. Dimensi balok yang direncanakan yaitu :

1. Balok Induk (B1) dengan dimensi WF 350.350.12.19
2. Balok Anak (B2) dengan dimensi WF 250.250.9.14



Gambar 4.1 Denah Lantai 1-2 Balok Neo Condotel Kota Batu.

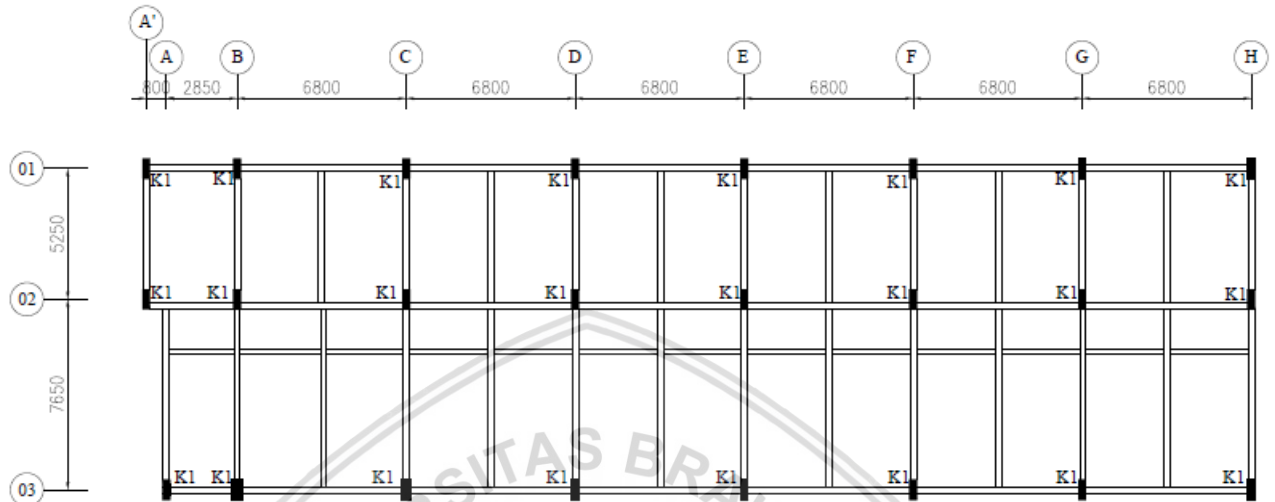


Gambar 4.2 Denah Lantai 3-7 Balok Neo Condotel Kota Batu.

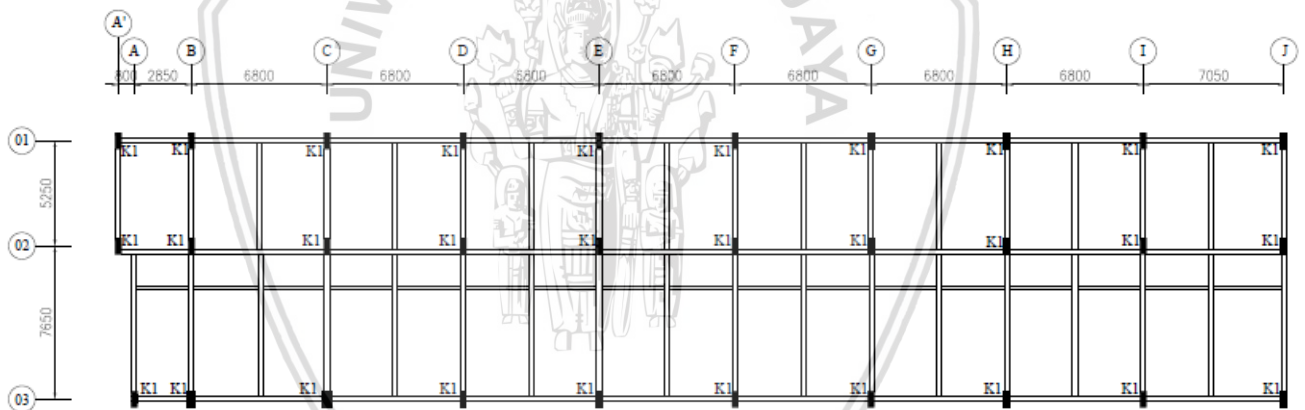
4.1.2. Perencanaan Dimensi Kolom

Pada perencanaan ini dimensi kolom harus memiliki inersia yang lebih besar dari balok, sehingga dimensi kolom direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Kolom (K1) yang digunakan dengan dimensi WF 400.400.13.21



Gambar 4.3 Denah 1-2 Kolom Neo Condotel Kota Batu.



Gambar 4.4 Denah 3-7 Kolom Neo Condotel Kota Batu.

4.1.3. Perencanaan Tebal Pelat

Tebal pelat lantai yang digunakan pada perencanaan gedung ini adalah 12 cm dan pelat atap 10 cm.

4.2. Perencanaan Pembebanan

4.2.1. Kombinasi Pembebanan

Pembebanan yang diperhitungkan pada perencanaan Hotel Neo Condotel Kota Batu secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Beban Mati

2. Beban Hidup
3. Beban Gempa

Berdasarkan beban – beban tersebut di atas, maka beton bertulang Hotel Neo Condotel Kota Batu harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan. Berikut ini kombinasi pembebanan menurut SNI 03-1729-2002.

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

Keterangan :

- D : beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen
 L : beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung
 A : beban atap
 R : beban hidup
 W : beban angin
 E : beban gempa

4.2.2. Beban yang Terjadi Pada Struktur

4.2.2.1. Beban Mati

Sesuai dengan peraturan pembangunan Beton Bertulang Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983), beban mati diatur sebagai berikut :

Berat sendiri baja	: 7850 kg/m^3
Berat isi beton	: 2400 kg/m^3
Berat spesi per cm tebal	: 21 kg/m^3
Berat keramik	: 24 kg/m^3
Berat pasangan bata merah $\frac{1}{2}$ batu 15 cm	: 250 kg/m^3

4.2.2.2. Beban Hidup

Sesuai dengan peraturan pembangunan Beton Bertulang Indonesia untuk Gedung Tahun 1983 (PPIUG 1983), beban mati diatur sebagai berikut :

Lantai hotel	: 250 kg/m ³
Tangga dan bordes gang	: 300 kg/m

4.2.2.3. Perhitungan Pembebanan

Direncanakan :

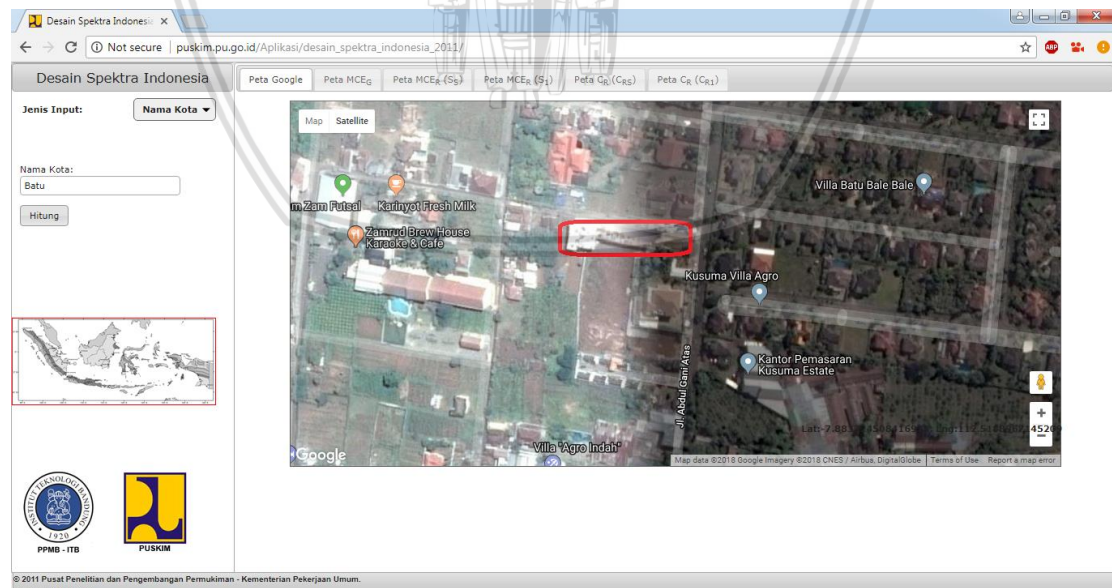
Tebal pelat lantai	: 12 cm
Tebal pelat atap	: 10 cm
Tebal spesi	: 3 cm
Tebal keramik	: 1 cm
Beban hidup pelat lantai (beban guna)	: 250 kg/m ²
Beban hidup pelat atap	: 100 kg/m ²

4.2.3. Analisis Beban Gempa

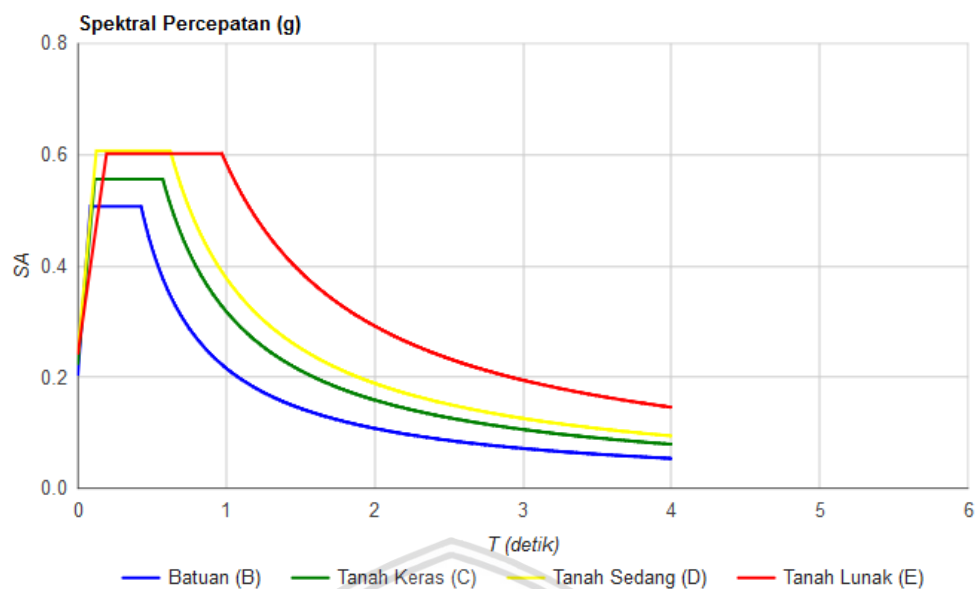
Pada perhitungan beban gempa pada Hotel Neo Condotel Kota Batu, perhitungan yang digunakan adalah spektrum respons desain dengan menggunakan program yang telah disediakan dinas PU (Pekerjaan Umum):

http://puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_indonesia_2011/.

Untuk mendapatkan data respon spektrum memasukan data koordinat lokasi ataupun nama kotak yang ditinjau, seperti berikut :



Gambar 4.5 Peta Lokasi Hotel Neo Condotel Kota Batu.



Gambar 4.6 Respons Spectral Percepatan di Permukaan

Data yang diperoleh berdasarkan program yang telah disediakan PU :

Tabel 4.1 Hasil Output Variabel Respons Spektrum

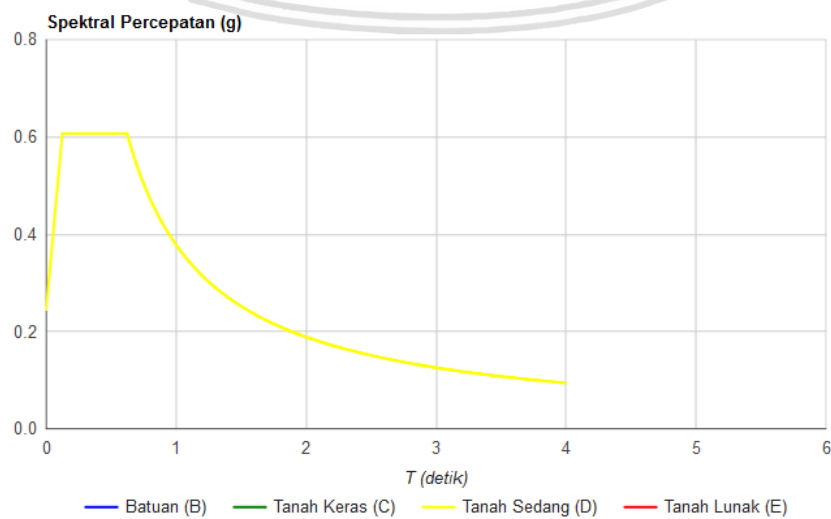
Varibel	Nilai
PGA (g)	0.388
S _s (g)	0.761
S ₁ (g)	0.324
C _{RS}	1.003
C _{R1}	0.931
F _{PGA}	1.112
F _A	1.196
F _V	1.753
PSA (g)	0.431
S _{MS} (g)	0.910
S _{M1} (g)	0.567
S _{DS} (g)	0.607
S _{D1} (g)	0.378
T ₀ (detik)	0.125
T _s (detik)	0.623

Koordinat spektrum respons desain :

Tabel 4.2 Koordinat Spektrum Respons Desain

T (detik)	SA (g)
0	0.243
T ₀	0.607
T _s	0.607
T _s +0	0.523
T _s +0.1	0.459

$T_s+0.2$	0.409
$T_s+0.3$	0.369
$T_s+0.4$	0.337
$T_s+0.5$	0.309
$T_s+0.6$	0.286
$T_s+0.7$	0.266
$T_s+0.8$	0.248
$T_s+0.9$	0.233
T_s+1	0.219
$T_s+1.1$	0.207
$T_s+1.2$	0.197
$T_s+1.3$	0.187
$T_s+1.4$	0.178
$T_s+1.5$	0.170
$T_s+1.6$	0.163
$T_s+1.7$	0.156
$T_s+1.8$	0.150
$T_s+1.9$	0.144
T_s+2	0.139
$T_s+2.1$	0.134
$T_s+2.2$	0.129
$T_s+2.3$	0.125
$T_s+2.4$	0.121
$T_s+2.5$	0.117
$T_s+2.6$	0.114
$T_s+2.7$	0.110
$T_s+2.8$	0.107
$T_s+2.9$	0.104
T_s+3	0.102
$T_s+3.1$	0.099
$T_s+3.2$	0.096
4	0.095



Gambar 4.7 Respons Spektrum Desain

4.3. Pemodelan Pada SAP 2000 v19

Ada beberapa tahapan yang dilakukan untuk membuat pemodelan struktur pada software SAP2000 v19. Berikut ini adalah beberapa tahapan dan input yang dimasukkan pada software SAP2000 v19 :

1. *Grid System*

Grid system adalah untuk memuat informasi tentang letak koordinat titik – titik pada struktur dalam sumbu x, y, dan z.

2. *Define → Materials*

Memuat informasi tentang data material atau mutu bahan yang digunakan dalam pemodelan struktur.

3. *Define → Section Properties*

Memuat informasi tentang data dimensi balok, kolom dan pelat. Juga data – data dari elemen struktur batang tiga dimensi pada struktur yang dianalisis melalui *property*, dan momen inersia dari setiap elemen.

4. *Assign → Joint → Restraint*

Memuat informasi mengenai macam – macam tumpuan yang akan digunakan.

5. *Function → Respons Spektrum*

Memuat tentang data respons spektrum yang akan bekerja sebagai beban gempa pada pemodelan struktur.

6. *Define → Load Patterns*

Memuat informasi tentang data – data dari elemen batang tiga dimensi pada struktur yang dianalisis meliputi beban yang bekerja pada elemen. Beban yang bekerja dari analisis struktur yang dilakukan antara lain sebagai berikut :

1. Dead Load
2. Live Load
3. Quake
4. Other

7. *Define → Load Combination*

Memuat informasi mengenai kombinasi pembebanan yang digunakan pada analisis struktur utama.

8. *Analyze → Run Analyze*

Memuat informasi untuk mendapatkan hasil dari data input yang telah dimasukkan.

9. Display → Show Tables

Membuat tabel lengkap dari besaran momen, gaya lintang maupun gaya normal pada elemen setelah dianalisis.

4.4. Perencanaan Balok Non Komposit

4.4.1. Kontrol Profil Secara Keseluruhan

4.4.1.1. Balok Induk

Data – data profil WF 350.350.12.19

$b_f = 350 \text{ mm}$	$f_y = 290 \text{ MPa}$
$d = 350 \text{ mm}$	$f_u = 500 \text{ MPa}$
$h = 272 \text{ mm}$	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
$t_f = 19 \text{ mm}$	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
$t_w = 12 \text{ mm}$	$A_s = 17390 \text{ mm}^2$
$r_x = 152 \text{ mm}$	$S_x = 2300000 \text{ mm}^3$
$r_y = 884 \text{ mm}$	$Z_x = 2493200 \text{ mm}^3$
$I_x = 403000000 \text{ mm}^4$	$I_y = 136000000 \text{ mm}^4$

1. Kuat lentur

$$\begin{aligned}
 M_{u \max} &= 33939,44 \text{ kgm} \\
 M_n &= Z_x \cdot f_y \\
 &= 2493200 \cdot 290 \\
 &= 723028000 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_u &\leq \phi_b \cdot M_n \\
 33939,44 &\leq 0,85 \cdot 723028000 \\
 33939,44 \text{ kgm} &\leq 61457,38 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

OK

2. Kuat geser

$$\begin{aligned}
 V_u &= 35229,61 \text{ kg} \\
 a &= \frac{b_f - t_w}{2} + t_w \\
 &= \frac{350 - 12}{2} + 12 \\
 &= 181 \text{ mm} \\
 K_n &= 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \\
 &= 5 + \frac{5}{\left(\frac{181}{272}\right)^2} \\
 &= 16,291
 \end{aligned}$$

Asumsikan

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n \cdot E_s}{f_y}}$$

Maka,

$$\frac{272}{12} \leq 1,10 \sqrt{\frac{16,291.200000}{290}}$$

$$22,667 \leq 116,595$$

Jadi asumsi benar, sehingga :

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \\ &= 0,6 \cdot f_y \cdot ((d - 2t_f)t_w) \\ &= 0,6 \cdot 290 \cdot ((350 - 2 \cdot 19) \cdot 12) \\ &= 651456 \text{ N} \\ &= 65145,6 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_u &\leq \phi_b \cdot V_n \\ 35229,61 &\leq 0,9 \cdot 65145,6 \\ 35229,61 \text{ kg} &\leq 58631,04 \text{ kg} \end{aligned}$$

OK

4.4.1.2. Balok Anak

Data – data profil WF 250.250.9.14

$b_f = 250 \text{ mm}$	$f_y = 290 \text{ MPa}$
$d = 250 \text{ mm}$	$f_u = 500 \text{ MPa}$
$h = 190 \text{ mm}$	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
$t_f = 14 \text{ mm}$	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
$t_w = 9 \text{ mm}$	$A_s = 9218 \text{ mm}^2$
$r_x = 108 \text{ mm}$	$S_x = 867000 \text{ mm}^3$
$r_y = 629 \text{ mm}$	$Z_x = 936900 \text{ mm}^3$
$I_x = 108000000 \text{ mm}^4$	$I_y = 36500000 \text{ mm}^4$

1. Kuat lentur

$$M_{u \max} = 6705,4 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= Z_x \cdot f_y \\ &= 936900 \cdot 290 \\ &= 271701000 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &\leq \phi_b \cdot M_n \\ 6705,4 &\leq 0,85 \cdot 271701000 \\ 6705,4 \text{ kgm} &\leq 23094,58 \text{ kgm} \end{aligned}$$

OK

2. Kuat geser

$$V_u = 4932,2 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{b_f - t_w}{2} + t_w \\ &= \frac{250 - 9}{2} + 9 \\ &= 129,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K_n &= 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2} \\
 &= 5 + \frac{5}{\left(\frac{129,5}{190}\right)^2} \\
 &= 15,763
 \end{aligned}$$

Asumsikan

$$\frac{h}{t_w} \leq 1,10 \sqrt{\frac{k_n \cdot E_s}{f_y}}$$

Maka,

$$\frac{190}{9} \leq 1,10 \sqrt{\frac{15,763 \cdot 200000}{290}}$$

$$21,111 \leq 114,69$$

Jadi asumsi benar, sehingga :

$$\begin{aligned}
 V_n &= 0,6 \cdot f_y \cdot A_w \\
 &= 0,6 \cdot f_y \cdot ((d - 2t_f)t_w) \\
 &= 0,6 \cdot 290 \cdot ((250 - 2 \cdot 14) \cdot 9) \\
 &= 347652 \text{ N} \\
 &= 34765,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &\leq \phi_b \cdot V_n \\
 4932,2 &\leq 0,9 \cdot 34765,2 \\
 4932,2 \text{ kg} &\leq 31288,68 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

OK

Tabel 4.3 Rekapitulasi Kuat Lentur Balok Non Komposit

Balok	Profil	M_u (kgm)	$\phi_b \cdot M_n$ (kgm)	Kontrol
Balok Induk	WF 350.350.12.19	33939,44	61457,38	OK
Balok Anak	WF 250.250.9.14	6705,4	23094,58	OK

Tabel 4.4 Rekapitulasi Kuat Geser Balok Non Komposit

Balok	Profil	V_u (kgm)	$\phi_b \cdot V_n$ (kgm)	Kontrol
Balok Induk	WF 350.350.12.19	35229,61	58631,04	OK
Balok Anak	WF 250.250.9.14	4932,2	31288,68	OK

4.4.2. Kontrol Profil Secara Perbagian

4.4.2.1. Balok Induk

Data – data profil WF 350.350.12.19

$$b_f = 350 \text{ mm}$$

$$d = 350 \text{ mm}$$

$$h = 272 \text{ mm}$$

$$f_y = 290 \text{ MPa}$$

$$f_u = 500 \text{ MPa}$$

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$t_f = 19 \text{ mm}$	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
$t_w = 12 \text{ mm}$	$A_s = 17390 \text{ mm}^2$
$r_x = 152 \text{ mm}$	$S_x = 2300000 \text{ mm}^3$
$r_y = 884 \text{ mm}$	$Z_x = 2493200 \text{ mm}^3$
$I_x = 403000000 \text{ mm}^4$	$I_y = 136000000 \text{ mm}^4$

Cek kelangsingan penampang profil WF 350.350.12.19

Tekuk lokal sayap

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{290}} = 9,98$$

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{350}{2.19} = 9,21$$

$$\lambda < \lambda_p \quad (\text{Maka sayap kompak})$$

Tekuk lokal badan

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{290}} = 98,65$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{272}{12} = 22,67$$

$$\lambda < \lambda_p \quad (\text{Maka badan kompak})$$

4.4.2.2. Balok Anak

Data – data profil WF 250.250.9.14

$b_f = 250 \text{ mm}$	$f_y = 290 \text{ MPa}$
$d = 250 \text{ mm}$	$f_u = 500 \text{ MPa}$
$h = 190 \text{ mm}$	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
$t_f = 14 \text{ mm}$	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
$t_w = 9 \text{ mm}$	$A_s = 9218 \text{ mm}^2$
$r_x = 108 \text{ mm}$	$S_x = 867000 \text{ mm}^3$
$r_y = 629 \text{ mm}$	$Z_x = 936900 \text{ mm}^3$
$I_x = 108000000 \text{ mm}^4$	$I_y = 36500000 \text{ mm}^4$

Cek kelangsingan penampang profil WF 250.250.9.14

Tekuk lokal sayap

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{290}} = 9,98$$

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} = \frac{250}{2.14} = 8,92$$

$$\lambda < \lambda_p \quad (\text{Maka sayap kompak})$$

Tekuk lokal badan

$$\lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} = \frac{1680}{\sqrt{290}} = 98,65$$

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = \frac{190}{9} = 21,11$$

$$\lambda < \lambda_p \quad (\text{Maka badan kompak})$$

Tabel 4.5 Rekapitulasi Kelangsingan Profil Balok

Balok	Profil	Penampang
Balok Induk	WF 350.350.12.19	Kompak
Balok Anak	WF 250.250.9.14	Kompak

4.4.3. Lendutan

Menurut SNI 03-1729-2002 tabel 6.4-1, batas lendutan maksimum untuk balok pemikul dinding atau finishing yang getas beban tetapnya adalah $L/360$, dengan L adalah bentang balok.

$$\begin{aligned} \text{Panjang balok (L)} &= 5,25 \text{ m} \\ &= 5250 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Lendutan maksimum } (\Delta_{maks}) = 0,022 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Lendutan ijin } (\Delta_{ijin}) &= \frac{L}{360} \\ &= \frac{5250}{360} \end{aligned}$$

$$= 14,58 \text{ mm}$$

$$\Delta_{maks} \leq \Delta_{ijin}$$

$$0,022 \text{ mm} \leq 14,58 \text{ mm}$$

OK

4.5. Perencanaan Kolom

Setelah dilakukan perhitungan menggunakan program analisis struktur, maka diperoleh gaya – gaya dalam. Pada perencanaan kolom ini, digunakan momen dan gaya normal (aksial). Selanjutnya dilakukan analisis pada kolom berdasarkan SNI 03-1729-2002.

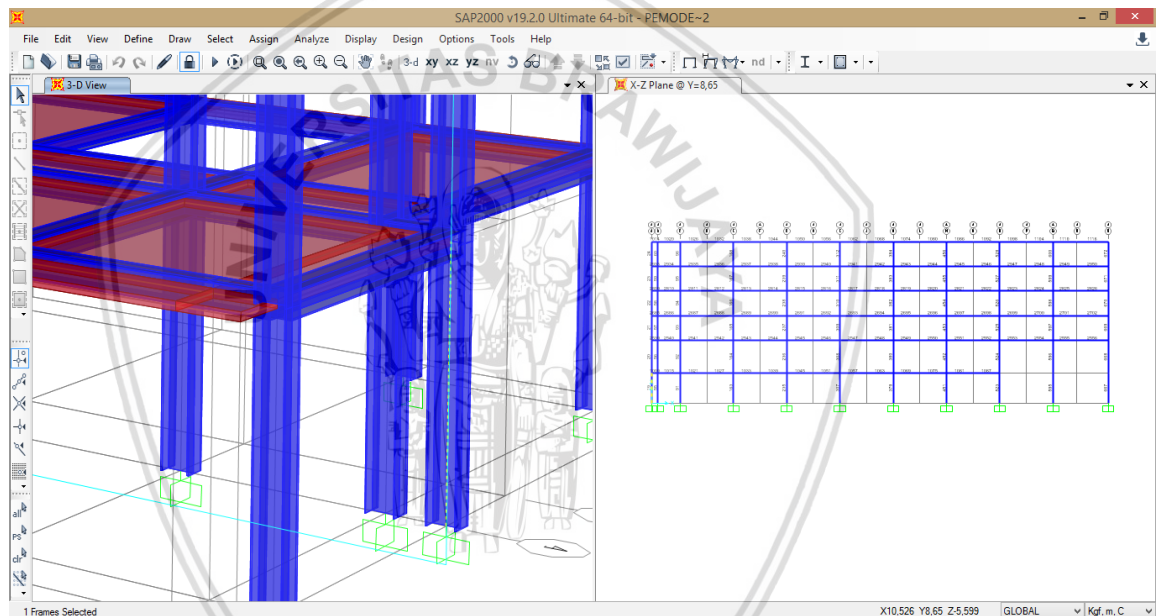
Data – data profil WF 400.400.13.21

$b_f = 400 \text{ mm}$	$f_y = 290 \text{ MPa}$
$d = 400 \text{ mm}$	$f_u = 500 \text{ MPa}$
$h = 314 \text{ mm}$	$E_s = 200000 \text{ MPa}$
$t_f = 21 \text{ mm}$	$f'_c = 25 \text{ MPa}$
$t_w = 13 \text{ mm}$	$A_s = 21870 \text{ mm}^2$
$r_x = 175 \text{ mm}$	$S_x = 3330000 \text{ mm}^3$
$r_y = 101 \text{ mm}$	$Z_x = 36001330 \text{ mm}^3$
$I_x = 666000000 \text{ mm}^4$	$I_y = 224000000 \text{ mm}^4$

4.5.1.1. Kontrol Penampang

Kuat rencana pada profil WF 400.400.13.21

$$N_{u \max} = 56075,28 \text{ kg}$$



Gambar 4.8 Letak Terjadinya N_u maksimum Pada Profil WF 400.400.13.21

Cek kelangsingan penampang profil WF 400.400.13.21

Tekuk lokal sayap

$$\frac{b/2}{t_f} = \frac{400/2}{21} = 9,52$$

$$\lambda_r = \frac{250}{\sqrt{f_y}} = \frac{250}{\sqrt{290}} = 14,68$$

$$\frac{b/2}{t_f} < \lambda_r \quad (\text{Maka sayap kompak})$$

Tekuk lokal badan

$$\frac{h}{t_w} = \frac{314}{13} = 14,95$$

$$\lambda_r = \frac{665}{\sqrt{f_y}} = \frac{665}{\sqrt{290}} = 39,05$$

$$\frac{h}{t_w} < \lambda_r \quad (\text{Maka badan kompak})$$

Faktor panjang efektif

$$G_A = 1 \text{ (jepit)}$$

Momen Inersia Kolom WF 400.400.13.21

$$I_x = 666000000 \text{ mm}^4$$

Momen Inersia Balok Induk WF 350.350.12.19

$$I_x = 403000000 \text{ mm}^4$$

Faktor panjang efektif k



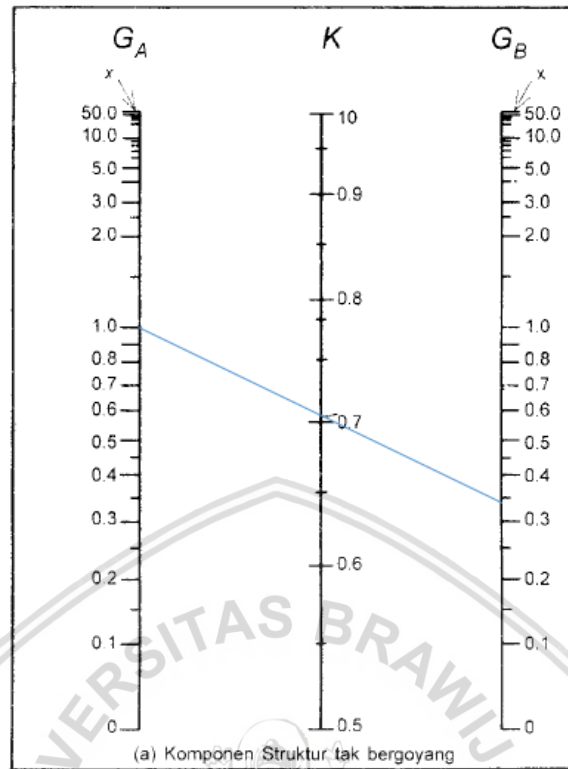
Gambar 4.9 Struktur Portal yang Ditinjau

$$G_B = \frac{\sum \left(\frac{I}{L} \right)_{Kolom}}{\sum \left(\frac{I}{L} \right)_{Balok}}$$

$$G_B = \frac{175263157,9}{503750000}$$

$$G_B = 0,34$$

4.5.1.2. Akibat Portal Tak Bergoyang



Gambar 4.10 Nomogram Faktor Panjang, k (SNI 03-1729-2002 Gb.7.6-2)

$$K_c = 0,71$$

$$\lambda_c = \frac{k_c \cdot L}{r_x \cdot \pi} \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

$$\lambda_c = \frac{0,71 \cdot 3800}{175 \cdot \pi} \sqrt{\frac{290}{200000}}$$

$$\lambda_c = 0,18$$

Karena, $\lambda_c < 0,25 = 0,18$, maka :

$$\omega = 1$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$$

$$f_{cr} = \frac{290}{1}$$

$$f_{cr} = 290 \text{ MPa}$$

Kuat rencana nominal

$$N_n = A_s \cdot f_{cr}$$

$$= 21870 \cdot 290$$

$$= 6342300 \text{ N}$$

$$= 634230 \text{ kg}$$

$$N_u \leq \phi_b \cdot N_n$$

$$56075,28 \leq 0,85 \cdot 634230$$

$$56075,28 \text{ kg} \leq 539095,5 \text{ kg}$$

$$\frac{N_u}{\phi_c \cdot N_n} = \frac{56075,28}{539095,5} = 0,1 < 0,2$$

Maka, menggunakan persamaan

$$\frac{N_u}{2\phi \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

Cek kelangsingan penampang profil

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda = \frac{314}{13}$$

$$\lambda = 24,15$$

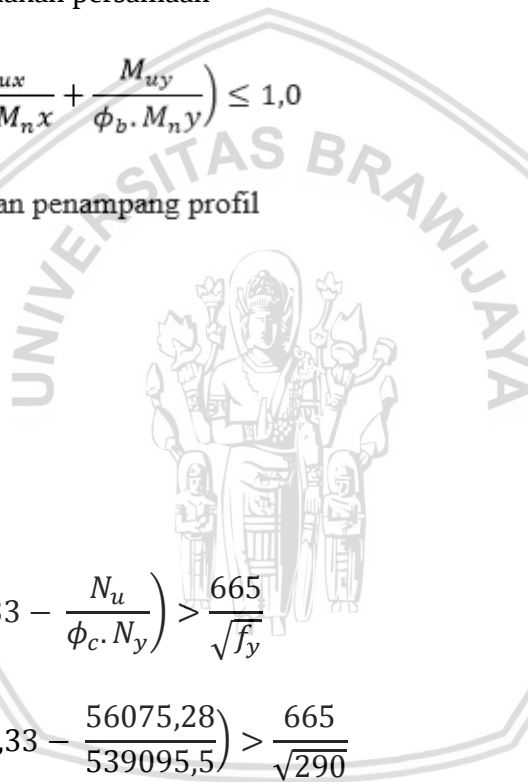
$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{f_y}} \left(2,33 - \frac{N_u}{\phi_c \cdot N_y} \right) > \frac{665}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{290}} \left(2,33 - \frac{56075,28}{539095,5} \right) > \frac{665}{\sqrt{290}}$$

$$\lambda_p = 65,35 > 39,05$$

$$\lambda < \lambda_p$$

$$24,15 < 65,35 \text{ (Maka penampang kompak)}$$



Kontrol tekuk lateral

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{f_y}} \cdot r_y$$

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{290}} \cdot 101$$

$$L_p = 4685,43 \text{ mm}$$

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_L = 300 - 70$$

$$f_L = 230$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E_s \cdot G \cdot J \cdot A}{2}}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{3330000} \sqrt{\frac{200000 \cdot 80000 \cdot 2743492,67 \cdot 21870}{2}}$$

$$X_1 = 20669,35$$

$$X_2 = \frac{4 \cdot C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right)$$

$$X_2 = \frac{4 \cdot 8,0438960 \cdot 10^4}{224000000} \left(\frac{3330000}{80000 \cdot 2743492,67} \right)$$

$$X_2 = 2,179 \text{ mm}^4 / \text{N}^2$$

$$L_r = r_y \frac{X_1}{f_L} \sqrt{1 + X_2 (f_1)^2}$$

$$L_r = 101 \frac{20669,35}{230} \sqrt{1 + 2,179 (230)^2}$$

$$L_r = 167244,8 \text{ mm}$$

$$L < L_p$$

$$3800 < 4685,43 \text{ mm} \dots\dots (\text{Bentang pendek}) \text{ OK}$$

$$\text{Sehingga } M_n = M_p$$

$$\text{Untuk } M_{mx}$$

$$\begin{aligned}
 M_{px} &= Z_x \cdot f_y \\
 &= 36001330 \cdot 290 \\
 &= 10440385700 \text{ Nmm} \\
 &= 10440385,7 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi M_{nx} &= 0,9 \cdot M_{px} \\
 &= 0,9 \cdot 10440385,7 \\
 &= 9396347,13 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Untuk M_{ny}

$$\begin{aligned}
 M_{py} &= Z_y \cdot f_y \\
 &= 1695125,5 \cdot 290 \\
 &= 491586395 \text{ Nmm} \\
 &= 491586,395 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

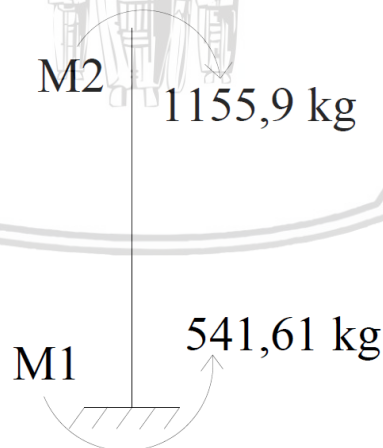
$$\begin{aligned}
 \phi M_{ny} &= 0,9 \cdot M_{py} \\
 &= 0,9 \cdot 491586,395 \\
 &= 442447,75 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

Menentukan perbesaran momen $\delta_b \cdot M_{ux}$

Hubungan balok – kolom

$$M1 = 541,61 \text{ kgm}$$

$$M2 = 1155,9 \text{ kgm}$$



Gambar 4.11 Momen Ujung Akibat Portal Tak Bergoyang Pada Arah X

$$\frac{k_c \cdot L}{r_x} = \frac{0,69 \cdot 3800}{175} = 14,98$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \left(\frac{541,61}{1155,9} \right)$$

$$C_m = 0,09$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot E_s \cdot A_g}{\left(\frac{k_c \cdot L}{r_x}\right)^2}$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot 200000 \cdot 21870}{\left(\frac{0,69 \cdot 3800}{175}\right)^2}$$

$$N_{el} = 61212395,28 \text{ N}$$

$$N_{el} = 6121239,528 \text{ kg}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}}$$

$$\delta_b = \frac{0,09}{1 - \frac{56075,28}{6121239,528}}$$

$$\delta_b = 0,09 \leq 1 \text{ (maka diambil 1)}$$

$$M_{ux} = \delta_b \cdot M_{u \text{ maks}}$$

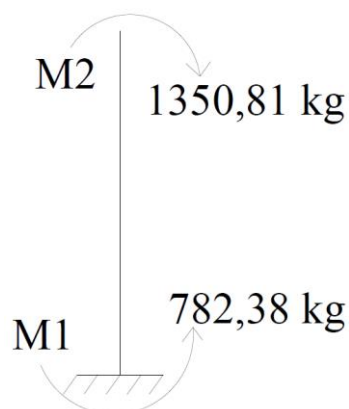
$$M_{ux} = 1.1155,9 = 1155,9 \text{ kgm}$$

Menentukan perbesaran momen $\delta_b \cdot M_{uy}$

Hubungan balok – kolom

$$M1 = 782,38 \text{ kgm}$$

$$M2 = 1350,81 \text{ kgm}$$



Gambar 4.12 Momen Ujung Akibat Portal Tak Bergoyang Pada Arah Y

$$\frac{k_c \cdot L}{r_x} = \frac{0,69 \cdot 3800}{101} = 25,96$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \cdot \left(\frac{782,38}{1350,81} \right)$$

$$C_m = 0,1$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot E_s \cdot A_g}{\left(\frac{k_c \cdot L}{r_y} \right)^2}$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot 200000 \cdot 21870}{\left(\frac{0,69 \cdot 3800}{101} \right)^2}$$

$$N_{el} = 20389474,1 \text{ N}$$

$$N_{el} = 2038947,41 \text{ kg}$$

$$\delta_b = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}}$$

$$\delta_b = \frac{0,1}{1 - \frac{56075,28}{2038947,41}}$$

$$\delta_b = 0,1 \leq 1 \text{ (maka diambil 1)}$$

$$M_{uy} = \delta_b \cdot M_{u \text{ maks}}$$

$$M_{uy} = 1.1350,81 = 1350,81 \text{ kgm}$$

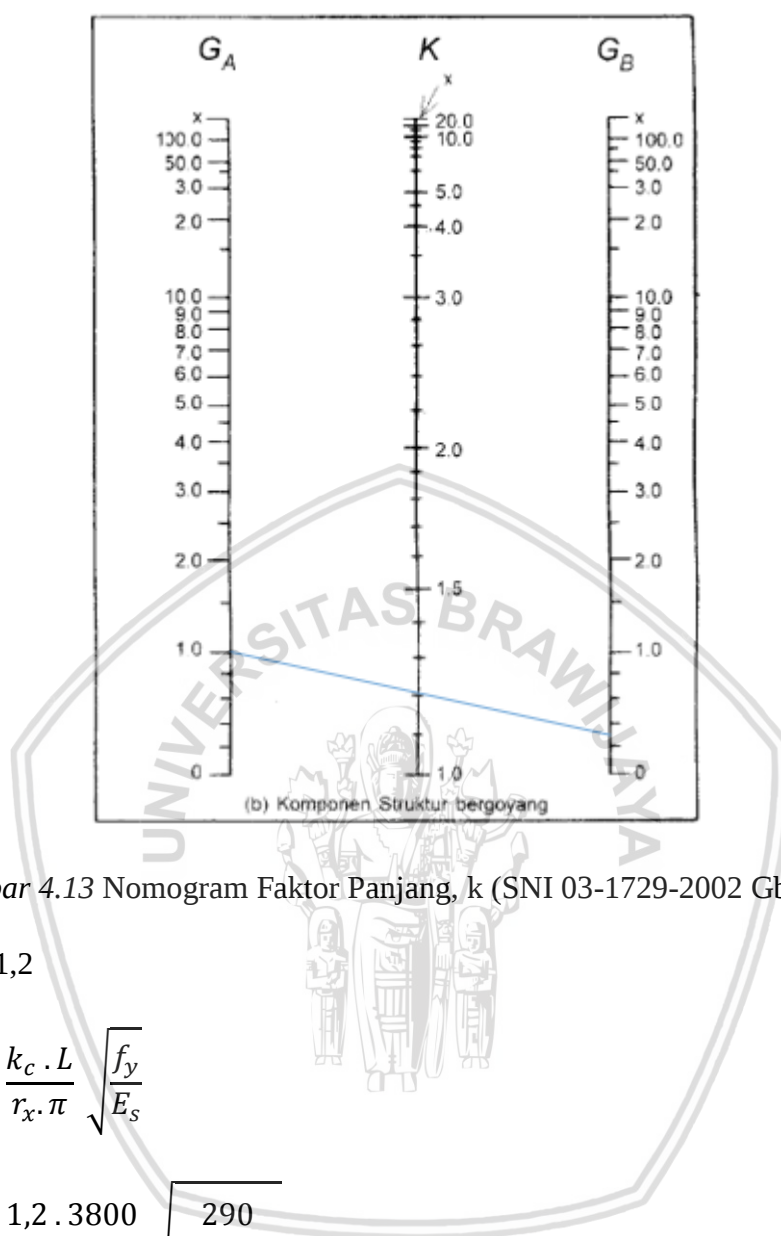
Kontrol kuat tekan lentur

$$\frac{N_u}{2\phi \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

$$\frac{56075,28}{2.539095,5} + \left(\frac{1155,9}{9396347,13} + \frac{1350,81}{442447,75} \right) \leq 1,0$$

$$0,05 \leq 1,0$$

4.5.1.3. Akibat Portal Bergoyang



Gambar 4.13 Nomogram Faktor Panjang, k (SNI 03-1729-2002 Gb.7.6-2)

$$K_c = 1,2$$

$$\lambda_c = \frac{k_c \cdot L}{r_x \cdot \pi} \sqrt{\frac{f_y}{E_s}}$$

$$\lambda_c = \frac{1,2 \cdot 3800}{175 \cdot \pi} \sqrt{\frac{290}{200000}}$$

$$\lambda_c = 0,31$$

Karena, $0,25 < \lambda_c = 0,31$, maka :

$$\omega = \frac{1,4}{1,6 - (0,67 \cdot \lambda_c)}$$

$$\omega = \frac{1,4}{1,6 - (0,67 \cdot 0,31)}$$

$$\omega = 1,0$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$$

$$f_{cr} = \frac{290}{1,0}$$

$$f_{cr} = 290 \text{ MPa}$$

Kuat rencana nominal

$$\begin{aligned} N_n &= A_s \cdot f_{cr} \\ &= 21870 \cdot 290 \\ &= 6342300 \text{ N} \\ &= 634230 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_u &\leq \phi \cdot N_n \\ 56075,28 &\leq 0,85 \cdot 634230 \\ 56075,28 \text{ kg} &\leq 539095,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi \cdot N_n} = \frac{56075,28}{539095,5} = 0,1 < 0,2$$

Maka, menggunakan persamaan

$$\frac{N_u}{2\phi \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_c \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) \leq 1,0$$

Cek kelangsingan penampang profil

$$\lambda = \frac{h}{t_w}$$

$$\lambda = \frac{314}{13}$$

$$\lambda = 24,15$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{f_y}} \left(2,33 - \frac{N_u}{\phi_c \cdot N_y} \right) > \frac{665}{\sqrt{f_y}}$$

$$\lambda_p = \frac{500}{\sqrt{290}} \left(2,33 - \frac{56075,28}{539095,5} \right) > \frac{665}{\sqrt{290}}$$

$$\lambda_p = 65,35 > 39,05$$

$$\lambda < \lambda_p$$

$$24,15 < 65,35 \text{ (Maka penampang kompak)}$$

Kontrol tekuk lateral

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{f_y}} \cdot r_y$$

$$L_p = \frac{790}{\sqrt{290}} \cdot 101$$

$$L_p = 4685,43 \text{ mm}$$

$$f_L = f_y - f_r$$

$$f_L = 290 - 70$$

$$f_L = 220$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{E_s \cdot G \cdot J \cdot A}{2}}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{3330000} \sqrt{\frac{200000 \cdot 80000 \cdot 2743492,67 \cdot 21870}{2}}$$

$$X_1 = 20669,35$$

$$X_2 = \frac{4 \cdot C_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right)$$

$$X_2 = \frac{4,80438960 \cdot 10^4}{224000000} \left(\frac{3330000}{80000 \cdot 2743492,67} \right)$$

$$X_2 = 2,179 \text{ mm}^4 / \text{N}^2$$

$$L_r = r_y \frac{X_1}{f_L} \sqrt{1 + X_2 (f_1)^2}$$

$$L_r = 101 \frac{20669,35}{230} \sqrt{1 + 2,179 (230)^2}$$

$$L_r = 167244,8 \text{ mm}$$

$$L < L_p$$

$$3800 < 4685,43 \text{ mm} \dots\dots (\text{Bentang pendek}) \text{ OK}$$

$$\text{Sehingga } M_n = M_p$$

Untuk M_{nx}

$$M_{px} = Z_x \cdot f_y$$

$$= 36001330 \cdot 290$$

$$= 10800399000 \text{ Nmm}$$

$$= 10800399 \text{ kgm}$$

$$\phi M_{nx} = 0,9 \cdot M_{px}$$

$$= 0,9 \cdot 10800399$$

$$= 9720359,1 \text{ kgm}$$

Untuk M_{ny}

$$M_{py} = Z_y \cdot f_y$$

$$= 1695125,5 \cdot 290$$

$$= 508537650 \text{ Nmm}$$

$$= 508537,65 \text{ kgm}$$

$$\phi M_{ny} = 0,9 \cdot M_{py}$$

$$= 0,9 \cdot 508537,65$$

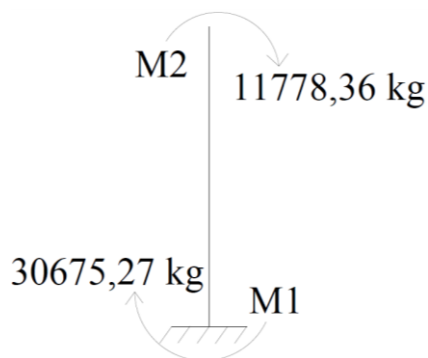
$$= 457683,88 \text{ kgm}$$

Menentukan perbesaran momen $\delta_b \cdot M_{ux}$

Hubungan balok – kolom

$$M1 = 30675,27 \text{ kgm}$$

$$M2 = 11778,36 \text{ kgm}$$



Gambar 4.14 Momen Ujung Akibat Portal Bergoyang Pada Arah X

$$\frac{k_c \cdot L}{r_x} = \frac{1,2 \cdot 3800}{175} = 26,05$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot E_s \cdot A_g}{\left(\frac{k_c \cdot L}{r_x}\right)^2}$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot 200000 \cdot 21870}{\left(\frac{1,2 \cdot 3800}{175}\right)^2}$$

$$N_{el} = 20238348,1 \text{ N}$$

$$N_{el} = 2023834,81 \text{ kg}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{56075,28}{2023834,81}}$$

$$\delta_s = 1,02 \geq 1 \text{ (maka diambil 1,06)}$$

$$M_{uy} = \delta_s \cdot M_{u \text{ maks}}$$

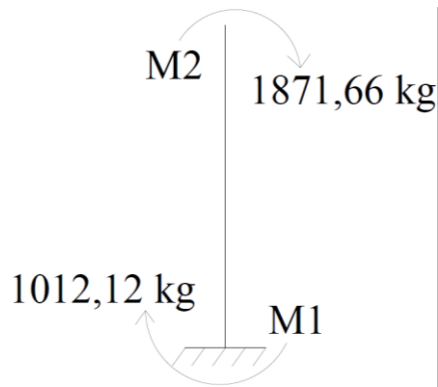
$$M_{uy} = 1,02 \cdot 30675,27 = 31288,78 \text{ kgm}$$

Menentukan perbesaran momen $\delta_b \cdot M_{uy}$

Hubungan balok – kolom

$$M1 = 1012,12 \text{ kgm}$$

$$M2 = 1871,66 \text{ kgm}$$



Gambar 4.15 Momen Ujung Akibat Portal Bergoyang Pada Arah Y

$$\frac{k_c \cdot L}{r_x} = \frac{1,2 \cdot 3800}{101} = 45,14$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot E_s \cdot A_g}{\left(\frac{k_c \cdot L}{r_y}\right)^2}$$

$$N_{el} = \frac{\pi \cdot 200000 \cdot 21870}{\left(\frac{1,2 \cdot 3800}{101}\right)^2}$$

$$N_{el} = 6741269,8 \text{ N}$$

$$N_{el} = 674126,98 \text{ kg}$$

$$\delta_s = \frac{C_m}{1 - \frac{N_u}{N_{el}}}$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{56075,28}{674126,98}}$$

$$\delta_s = 1,09 \geq 1 \text{ (maka diambil 1,09)}$$

$$M_{uy} = \delta_s \cdot M_{u \text{ maks}}$$

$$M_{uy} = 1,09 \cdot 1871,66 = 2041,47 \text{ kgm}$$

Periksa persamaan

$$\begin{aligned} M_{ux} &= \delta_b \cdot M_{ntux} + \delta_s \cdot M_{sltux} \\ &= 1155,9 \text{ kgm} + 31288,78 \text{ kgm} \\ &= 32444,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{uy} &= \delta_b \cdot M_{ntuy} + \delta_s \cdot M_{sltuy} \\
 &= 1350,81 \text{ kgm} + 2041,47 \text{ kgm} \\
 &= 3392,28
 \end{aligned}$$

Kontrol kuat tekan lentur

$$\begin{aligned}
 \frac{N_u}{\phi_c \cdot N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi_c \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \right) &\leq 1,0 \\
 \frac{56075,28}{2.539095,5} + \left(\frac{32444,68}{9720359,1} + \frac{3392,28}{457683,88} \right) &\leq 1,0
 \end{aligned}$$

$$0,06 \leq 1,0$$



(Halaman Dikosongkan)



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Untuk mendapatkan ruangan yang luas pasti memerlukan bentang yang panjang sehingga jika menggunakan struktur beton kurang efektif karena struktur beton hanya akan efektif jika bentang yang dipakai kurang dari 10 m salah satu solusinya adalah dengan menggunakan struktur baja, struktur baja sangat efektif untuk bentang panjang. Berdasarkan Perencanaan yang telah dilakukan tentang Perencanaan Alternatif Struktur Non Komposit Hotel Neo Condotel Kota Batu dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan cek profil secara keseluruhan dan cek profil secara per bagian pada balok induk menggunakan profil WF 350.350.12.19 dan balok anak menggunakan profil WF 250.250.9.14 dapat dikatakan aman terhadap lendutan.
2. Dari hasil perhitungan cek profil kolom menggunakan profil WF 400.400.13.21 terhadap cek kuat rencana kolom, cek kelangsingan kolom, cek aksi balok-kolom akibat portal tak bergoyang dan cek aksi balok-kolom akibat portal bergoyang dapat dikatakan aman.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada perencanaan ini adalah sebagai berikut :

1. Perencanaan selanjutnya mungkin bisa memilih profil selain profil WF seperti profil I atau T dan sebagainya untuk balok dan kolomnya sehingga dalam skripsi ini dapat dijadikan referensi untuk selanjutnya mengenai perhitungan balok non komposit dan kolom baja.
2. Perencanaan selanjutnya sebaiknya pada saat memasukkan input data ke dalam *software* yang dipakai tetap harus menggunakan peraturan yang sudah ditetapkan seperti SNI (*Standart* Nasional Indonesia) supaya hasil yang diperoleh efektif dan efisien.

(Halaman Dikosongkan)



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1983). *Peraturan pembebanan Indonesia untuk Gedung*. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 03-1726-2012*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 03-1729-2002*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perhitungan Beton untuk Bangunan Gedung, Standar Nasional Indonesia 03-2487-2013*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Setiawan, A. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Erlangga.
- Taranath, B. S. 1998. *Steel, Concrete, and Composite Design of Tall Buildings*. USA: Mc Graw-Hill.
- Schueller, W. (1991). *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*. Bandung: Refika Aditama.

(Halaman Dikosongkan)

