

TUGAS AKHIR

**ANALISA STRUKTUR BAJA SERTA METODE
PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK
MODISLAND FASHION STORE**

Disusun

STENDRA MAWU

NIM : 14 012 082



POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

MANADO

2018

**ANALISA STRUKTUR BAJA SERTA METODE
PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK
MODISLAND FASHION STORE**

TUGAS AKHIR

*Disusun untuk melengkapi salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan
Program Studi D-IV Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado*

Disusun
STENDRA MAWU
14 012 082



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
MANADO
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

UJIAN SEMINAR

**ANALISA STRUKTUR BAJA SERTA METODE
PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK
MODISLAND FASHION STORE**

Disusun :

STENDRA MAWU

NIM : 14 012 082

Disetujui

Pembimbing 1

Pembimbing 2



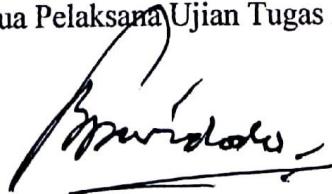
Ir. Chris Hombokau, MT

NIP. 19621225 199403 1 001

Rudolf Mait, ST, MT

NIP. 19690317 199802 1 001

Ketua Pelaksana Ujian Tugas Akhir



Dr. Ir. Bambang Widodo, MT

NIP. 19620215 199303 1 002

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA STRUKTUR BAJA SERTA METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK MODISLAND FASHION STORE

TUGAS AKHIR

Disusun :

STENDRA MAWU

NIM : 14 012 082

Telah dipertahankan dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir
didepan Tim Penguji pada tanggal 6 Agustus 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat sebagai Sarjana Terapan.

Disahkan oleh

Pembimbing I,

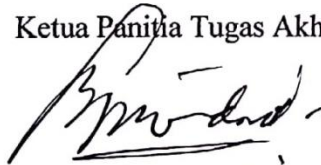
Ir. Chris Hombokau, MT.,
NIP. 19621225 199403 1 001

Pembimbing II,



Rudolf Mait, ST, MT.,
NIP. 19690317 199802 1 001

Ketua Panitia Tugas Akhir,



Dr. Ir. Bambang P. Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002

Mengetahui

Koordinator Program Studi,



Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng.
NIP. 19790602 200212 2 001

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Noldie E. Kondo, ST., MT
NIP. 19621112 199103 1 003

**LEMBAR PENGESAHAN
KEASLIAN TULISAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14 012 082
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : D - IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan
Pekerjaan Pada Proyek Modisland Fashion Store

Dengan ini menyatakan bahwa tulisan karya ilmiah berupa Tugas Akhir ini adalah asli karya penulis, tidak ada karya/data orang lain yang telah dipublikasikan, dan bukan karya orang lain dalam rangka mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi, selain yang diacu dalam kutipan dan/ atau dalam daftar pustaka.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, Jika dikemudian hari terbukti karya ini merupakan karya orang lain baik yang dipublikasikan maupun dalam rangka memperoleh gelar akademik di perguruan tinggi, saya bersedia ditindak sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku, dan siap untuk dicabut gelar akademik saya.

Manado, 14 Agustus.....2018

Yang membuat pernyataan,



Stendra Mawu

NIM : 14 012 082

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas tuntunan-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir dengan judul **“Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Proyek Modisland Store”**.

Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil analisa yang dilakukan dengan menggunakan data-data yang ada. Selama proses analisa sampai tahap penyusunan tugas akhir ini saya mendapat pengalaman baru yang tentunya akan sangat membantu sebagai bekal nanti pada saat memasuki dunia kerja. Melalui penulisan tugas akhir ini nantinya dimaksudkan agar mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Program Studi Konstruksi Bangunan Gedung Diploma – IV semester VIII dapat mengaplikasikan dan menerapkan ilmu yang didapat selama proses kuliah dan dapat mempertanggung jawabkan gelar sarjana yang akan disandangnya.

Pada kesempatan ini pula saya menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang sudah memberikan waktu, kesempatan, serta kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan baik.
2. Orang tua yang selalu mensupport, memberikan semangat dan doa kepada penulis dalam menulis tugas akhir ini hingga bisa selesai.
3. Bpk. Ir. Ever Slat,. MT, sebagai direktur Politeknik Negeri Manado
4. Bpk. Noldie Kondojo,. ST, MT, sebagai ketua Jurusan Teknik Sipil
5. Ir. Chris Hombokau MT, selaku dosen pembimbing I
6. Rudolf Mait, ST, MT, selaku dosen pembimbing II
7. Dr. Ir. Bambang Widodo, MT, selaku ketua Panitia Tugas Akhir 2018
8. Mario Moningka, ST, MT, sebagai dosen penguji Seminar Tugas Akhir
9. Ir. Enteng Saerang, MT, sebagai dosen penguji Seminar Tugas Akhir

10. Dr. Teddy Takaendengan, ST, MT, sebagai dosen penguji Seminar Tugas Akhir
11. Teman-teman sejawat/seangkatan yaitu Angkatan 2014 Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado yang sudah bersama-sama dengan penulis yang sudah membantu serta memberikan masukan yang baik sehingga buku ini dapat terselesaikan. Terlebih kepada Rahma, Sada, Archy, Ibet, Yulia, Vicky, serta yang lainnya yang tak dapat disebutkan yang sudah bersama-sama dan banyak membantu penulis.
12. Teman-teman kelompok belajar yang selalu bersama dalam mengerjakan tugas ini, yang telah mendukung penulis dalam doa dan memberi semangat untuk menyelesaikan tugas ini yang di dalamnya yaitu teman-teman geng “Kelas D Never Die” Tuhan Yesus memberkati kalian semua.
13. Semua pihak yang tak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas ini.

Akhir kata, dengan segala keterbatasan, saya selaku penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, harapan saya semoga Tugas Akhir ini dapat memberi tambahan wawasan pengetahuan bagi pembaca khususnya di Teknik Sipil. Kritik dan saran pembaca akan diterima dengan hati terbuka, dan menjadi perbaikan dimasa yang akan datang.

Manado, Juli 2018
Penulis,

Stendra Mawu

ABSTRAK

STENDRA MAWU, *Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Modisland Fashion Store (dibimbing oleh Ir. Chris Hombokau, MT., Dan Rudolf Mait, ST, MT.,)*

Struktur bangunan gedung terdiri perencanaan bangunan atas (*upper structure*) yang berada di atas permukaan tanah dan bangunan bawah (*substructure*) yang berada di bawah permukaan tanah. Pada Proyek Modisland Fashion Store menggunakan struktur baja Mengingat pentingnya fungsi profil baja untuk penampang struktur maka perlu untuk menganalisa dan mendesain profil baja yang tepat untuk elemen struktur kolom dan balok baja pada Proyek Modisland Fashion Store. Analisis struktur ini bertujuan untuk mendesain struktur baja sesuai dengan beban dan gaya yang bekerja.

Penulisan tugas akhir ini digunakan metode penelitian yang berdasarkan pada objek penelitian di proyek dengan metode studi kasus. Metode studi kasus ini meninjau dan merencanakan kembali suatu objek penelitian sesuai dengan kondisi bangunan yang menjadi objek penelitian. Perencanaan struktur bangunan ini dianalisis menggunakan program perhitungan struktur berbasis komputer yaitu program *SAP2000 v.14*, mengacu pada SNI 13-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1981).

Setelah dilakukan analisa struktur baja pada gedung Modis Land Fashion Store, berdasarkan data ukuran penampang awal yang digunakan, didapatkan hasil bahwa struktur belum memenuhi syarat untuk memikul beban. Berdasarkan hal tersebut dilakukan perencanaan ulang dengan hasil yaitu profil kolom menggunakan H-Beam 346X370, balok menggunakan profil IWF 450x175, IWF 350x175, IWF 250x125. Sambungan balok IWF 450x175 dan kolom H-Beam 346 menggunakan pelat penyambung tebal 13 mm dan baut diameter 22 mm jumlah 12 buah. Sambungan balok IWF 350x175 dan kolom H-Beam 346 menggunakan pelat penyambung tebal 10 mm dan baut diameter 19 mm jumlah 8 buah. sambungan pada balok IWF 450x175 menggunakan pelat penyambung flens tebal 30 mm dan diameter baut 22 mm berjumlah 8 baut di kiri dan kanan dan pelat penyambung badan tebal 12 mm ukuran baut diameter 22 mm jumlah 6 buah dikiri dan kanan.

Kata Kunci: *Struktur, Baja, SAP2000, SNI, PPIUG*

DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN SEMINAR	
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PENGESAHAN KEASLIAN TULISAN	
KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material Baja	5
2.2 Keunggulan Bahan Baja	6
2.3 Sifat Mekanik baja	7
2.4 Jenis-Jenis Profil Baja	9

2.5	Perencanaan Struktur	12
2.5.1	Beban	13
2.5.2	Kombinasi Pembebanan	16
2.5.3	Ketentuan Perencanaan Pembebanan	17
2.6	Beberapa Metode Dalam Analisa Struktur Baja	17
2.7	Balok	18
2.7.1	Analisa Kekuatan Balok Akibat Momen Lentur	19
2.7.2	Analisa Kekuatan Balok Akibat Gaya Geser	19
2.7.3	Analisa Kekuatan Balok Terhadap Lentur dan Lintang	19
2.7.3	Analisa Kekakuan Balok	19
2.8	Kolom	20
2.8.1	Tahanan Tekan Nominal	20
2.8.2	Stabilitas Batang Tekan	21
2.9	Sambungan	21
2.9.1	Sambungan Baut	22
2.10	Analisa Struktur Menggunakan SAP 2000	24
2.10.1	Langkah-langkah Analisa Menggunakan SAP2000	24
2.11	Perhitungan Struktur Metode Distribusi Momen	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Gambaran Umum	39
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.3	Pengumpulan Data	40
3.4	Metode Analisis	41

BAB IV DATA PERENCANAAN

4.1	Data Umum	43
4.2	Data Khusus	43

BAB V ANALISIS PEMBAHASAN

5.1	Tinjauan Umum	46
5.2	Pembebanan Struktur	46
5.3	Analisa Penampang Struktur Baja	49
5.4	Redesign Penampang	52
5.5	Perhitungan Manual Tinjauan Portal	57
5.6	Sambungan Baut	67
5.7	Metode Pelaksanaan.....	80

BAB VI PENUTUP

6.1	Kesimpulan	92
6.2	Saran	93

DAFTAR PUSTAKA	94
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

GAMBAR KERJA PROYEK

BIODATA

LEMBAR PERSETUJUAN SIAP SEMINAR

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat-sifat Mekanis Baja Struktural	8
Tabel 2.2 Berat Baja WF.....	9
Tabel 2.3 Berat Baja UNP.....	10
Tabel 2.4 Berat Baja Liped Chanel	11
Tabel 2.5 Berat Sendiri Bahan Bangunan	14
Tabel 2.6 Beban Hidup Pada Lantai Gedung	14
Tabel 4.1 Tinggi Tiap Lantai	44
Tabel 5.1 Kategori Resiko Gedung.....	48
Tabel 5.2 Faktor Keutamaan Gempa	48
Tabel 5.3 Faktor Reduksi Gempa	48
Tabel 5.4 Momen Maximum Pada Balok dan Kolom	56
Tabel 5.6 Pemberesan Momen.....	62
Tabel 5.7 Gaya Gaya di Perletakan (Cross).....	66
Tabel 5.8 Gaya Gaya di Perletakan (SAP).....	66
Tabel 5.9 Tinjauan Jarak Pola Baut IWF 350x175	68
Tabel 5.10 Tinjauan Jarak Pola Baut IWF 450x200	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Profil Baja WF	09
Gambar 2.2 Profil Baja UNP	10
Gambar 2.3 Profil Baja CNP	11
Gambar 2.4 New Model Pada SAP2000	25
Gambar 2.5 Mentukan Jumlah Grid	25
Gambar 2.6 Mengatur Grid	26
Gambar 2.7 Tampilan Grid	26
Gambar 2.8 Mendefinisikan material	27
Gambar 2.9 Mendefinisikan Frame	28
Gambar 2.10 Mendefinisikan <i>Area Section</i>	28
Gambar 2.11 Gambar Struktur	28
Gambar 2.12 Mendefinisi Beban	29
Gambar 2.13 Input Respon Spektrum	29
Gambar 2.14 Input kombinasi Pembebanan	30
Gambar 2.15 Input Beban Pada Pelat	30
Gambar 2.16 Input Beban Pada Balok	31
Gambar 2.17 Pemilihan Jenis Perletakkan	31
Gambar 2.18 Run Analisis Pada SAP2000	32
Gambar 2.19 Model balok	33
Gambar 2.20 Perputaran sudut Titik B	33
Gambar 2.21 Momen penghapus Putaran Sudut Titik B	33
Gambar 2.22 Perletakkan Jepit-jepit	34

Gambar 2.23 Perletakkan Jepit Sendi	34
Gambar 2.24 Model Portal.....	35
Gambar 2.25 Model Portal.....	35
Gambar 2.26 Fem Akibat Beban Luar	35
Gambar 2.27 Rotasi Di Join D	36
Gambar 4.1 Pemodelan Struktur bangunan	44
Gambar 5.1 Penampang profil H beam 300x300.....	49
Gambar 5.2 Penampang profil IWF 400x200	49
Gambar 5.3 Penampang profil IWF 600x200.....	50
Gambar 5.4 Penampang profil IWF 300x150.....	50
Gambar 5.5 <i>Deformasi</i> Akibat Beban Mati	51
Gambar 5.6 Pengecekan Struktur.....	52
Gambar 5.7 Penampang profil H beam 346x370.....	53
Gambar 5.9 Penampang profil IWF 350x175	53
Gambar 5.10 Penampang profil IWF 450x200.....	54
Gambar 5.11 Penampang profil IWF 250x125.....	54
Gambar 5.12 Deformasi Struktur Redesign.....	55
Gambar 5.13 Pengecekan struktur 3 diemensi Redesign	55
Gambar 5.14 Pengecekan Struktur Baja portal	56
Gambar 5.15 Portal Yang Ditinjau	57
Gambar 5.16 Daerah Tinjauan Tampak Portal Memanjang	57
Gambar 5.17 Daerah Tinjauan Tampak Denah.....	57
Gambar 5.18 Diagram Penyaluran Beban.....	59
Gambar 5.19 Hasil Perletakkan SAP2000	66
Gambar 5.20 Jarak Baut Sambungan IWF 350x175.....	68

Gambar 5.21 Pola Baut Sambungan IWF 350x175	68
Gambar 5.22 Jumlah Baut Sambungan IWF 350x175.....	70
Gambar 5.23 Jarak Baut Sambungan IWF 450x200.....	72
Gambar 5.24 Pola Baut Sambungan IWF 450x200	72
Gambar 5.25 Jumlah Baut Sambungan IWF 450x200.....	75
Gambar 5.26 Profil Baja IWF 450x200	76
Gambar 5.27 Pelat Penyambung Flens	76
Gambar 5.28 Jarak Baut Flens IWF Balok 400x200	77
Gambar 5.29 Plat Penyambung Badan	78
Gambar 5.30 Pola Sambungan Badan.....	78
Gambar 5.31 Gaya Yang Bekerja Pada Sambungan	79
Gambar 5.32 Pengeboran Pondasi	81
Gambar 5.33 Tulangan Pondasi	81
Gambar 5.34 Pembuatan Campuran Beton.....	81
Gambar 5.35 Pengecoran Pondasi	82
Gambar 5.36 Pemasukan Campuran Beton ke Pondasi	82
Gambar 5.37 Pengecoran Tie Beam Sloof.....	83
Gambar 5.38 Pembuatan elemen Kolom dan Balok	85
Gambar 5.39 Elemen Balok Baja.....	85
Gambar 5.40 Elemen Kolom Baja	86
Gambar 5.41 Chain Block	86
Gambar 5.42 Detail Angkur Pedestal	87
Gambar 5.43 Erection Kolom dan Balok.....	88
Gambar 5.44 Perataan Ketinggian Lantai	89
Gambar 5.45 Pemasangan Wiremes dan Plat Bondek	90

Gambar 5.46 Besi Penahan Wiremesh.....	90
Gambar 5.47 Pengecoran Pelat Lantai 2	90
Gambar 5.48 Pemasangan Dinding.....	91

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Kerja Proyek

Biodata

Lembar Persetujuan Siap Seminar

Lembar Asistensi Tugas Akhir

Lembar Asistensi Revisi Tugas Akhir

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di zaman yang semakin berkembang ini, konstruksi bangunan juga semakin berkembang dengan pesat. Semakin berkurangnya lahan yang tersedia untuk bangunan dan juga harga tanah yang relatif mahal jika dibandingkan dengan harga bangunan itu sendiri, maka orientasi perluasan pembangunan di zaman sekarang ini tidak lagi dalam arah horizontal, melainkan dibuat ke arah vertikal.

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur bangunan gedung terdiri perencanaan bangunan atas (*upper structure*) yang berada di atas permukaan tanah dan bangunan bawah (*substructure*) yang berada di bawah permukaan tanah.

Pada setiap konstruksi bangunan gedung, struktur yang direncanakan harus mampu untuk menahan beban-beban yang terjadi. Kolom, balok, dan pelat lantai merupakan elemen struktur atas yang sangat penting dalam konstruksi bangunan gedung. Asumsi pembebanan dalam struktur yaitu, beban dari pelat lantai disalurkan ke balok, beban balok disalurkan ke kolom dan beban kolom diteruskan ke pondasi. Untuk itu elemen struktur tersebut harus didesain dan dihitung berdasarkan kombinasi beban dan standar yang sesuai.

Aspek terpenting dari suatu struktur ialah ketahanan struktur gedung tersebut terhadap beban statis yang direncanakan ataupun ketahanan struktur terhadap potensi bencana seperti gempa maupun beban-beban yang bekerja lainnya. Untuk mengetahui hal tersebut, diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat. Oleh karena itu diperlukan suatu analisis struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*).

Pada Proyek Modisland Fashion Store menggunakan struktur baja dengan material profil baja kolom dan balok. Mengingat pentingnya fungsi profil baja untuk penampang struktur maka perlu untuk menganalisa dan mendesain profil

baja yang tepat untuk elemen struktur kolom dan balok baja pada Proyek Modisland Fashion Store.

Oleh karena itu penulis mengambil topik atau judul untuk dibahas yaitu “ANALISA STRUKTUR BAJA DAN METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN PADA PROYEK MODISLAND FASHION STORE”.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan di bahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana dimensi penampang profil kolom dan balok baja berdasarkan beban yang bekerja?
2. Bagaimana sambungan baut kolom dan balok baja yang sesuai dengan dimensi dan beban yang bekerja pada gedung?
3. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Modisland Fashion Store?

1.3. Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Mendesain struktur baja (kolom dan balok baja) yang tepat berdasarkan beban-beban yang berkerja.
2. Mendesain sambungan baut sesuai dengan dimensi penampang kolom dan balok baja serta beban yang bekerja pada gedung.
3. Menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Modisland Fashion Store.

1.4. Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Mampu mengidentifikasi dan mendesain struktur baja berdasarkan beban yang bekerja pada gedung Modisland Fashion Store.
2. Mampu menganalisa dan mendesain sambungan baut sesuai dengan penampang kolom dan balok baja serta beban yang bekerja.
3. Mampu menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Modisland Fashion Store.

1.5. Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini masalah di batasi pada:

1. Analisa struktur baja menggunakan menggunakan program SAP 2000 v.14.
2. Perhitungan manual menggunakan metode cross sebagai kontrol/pembandingan dari program.
3. Mendesain sambungan baut kolom dan balok.
4. Menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan pada Proyek Modisland Fashion Store.

1.6. Sistematika Penulisan

Pada penulisan tugas akhir ini susunan-susunan penulisan atau pelaporan dilakukan dengan mengikuti sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, sistematika penulisan.

BAB II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang teori-teori yang akan digunakan dalam pembahasan.

BAB III Metodologi

Berisikan metode-metode yang digunakan didalam mengumpulkan data maupun dalam menganalisis data dalam menyelesaikan permasalahan yang dikemukakan.

BAB IV Data Perencanaan

Bab ini berisikan tentang data-data mengenai objek yang akan di bahas.

BAB V Analisis Pembahasan

Bab ini menguraikan tentang analisa dan penjelasan tentang bahasan penyusunan tugas akhir.

BAB VI Kesimpulan Dan Saran

Bab ini memuat kesimpulan dari pembahasan dan bab-bab sebelumnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Material Baja

Baja merupakan paduan dari logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Material baja mempunyai keunggulan dibandingkan dengan material-material lainnya yaitu kayu yang mudah lapuk, batu yang membutuhkan volume yang besar, ataupun beton yang kurang mempunyai daya tahan terhadap tarik dan terlalu getas terhadap lenturan. Disamping kekuatannya yang besar untuk menahan beban tarik dan tekan tanpa membutuhkan banyak volume, baja juga mempunyai sifat-sifat yang lain yang sangat menguntungkan sehingga menjadikan baja sebagai salah satu bahan bangunan yang sangat umum dipakai hingga saat ini. Baja yang akan digunakan dalam struktur dapat diklasifikasikan menjadi baja karbon, baja paduan rendah mutu tinggi, dan baja paduan. Klasifikasi baja diantaranya adalah:

a. Baja Karbon

Baja karbon dibagi menjadi tiga kategori tergantung dari presentase kandungan karbonnya yaitu: baja karbon rendah ($C=0,03-0,035\%$), baja karbon medium ($C=0,35-0,50\%$), dan baja karbon tinggi ($C=0,55-1,70\%$). Baja yang sering digunakan dalam struktur adalah baja karbon medium, misalnya baja BJ 37. Kandungan karbon baja medium bervariasi dari $0,25-0,29\%$ tergantung ketebalan. Selain karbon, unsur lain yang juga terdapat dalam baja karbon adalah mangan ($0,25-1,50\%$), silikon ($0,25-0,30\%$), fosfor (maksimal $0,04\%$) dan sulfur ($0,05\%$).

b. Baja Paduan Rendah Mutu Tinggi

Yang termasuk dalam kategori baja paduan rendah mutu tinggi (*high-strength low-alloy steel*) mempunyai tegangan leleh berkisar antara $290-550$ Mpa dengan tegangan putus (f_u) antara $415-700$ Mpa. Penambahan sedikit bahan paduan seperti chromium, columbium, mangan, molybden, nikel, fosfor, vanadium atau zirkonium dapat memperbaiki sifat-sifat mekaniknya. Jika baja karbon mendapatkan kekuatannya seiring dengan penambahan presentase karbon,

maka bahan-bahan paduan ini mampu memperbaiki sifat mekanik baja dengan membentuk mikrostruktur dalam bahan baja yang lebih halus.

c. Baja Paduan

Baja paduan rendah (*low alloy*) dapat ditempa dan dipanaskan untuk memperoleh tegangan leleh antara 550-760 MPa. Tegangan leleh dari baja paduan biasanya ditentukan sebagai tegangan yang terjadi saat timbul regangan permanen sebesar 0,2%, atau dapat ditentukan pula sebagai tegangan pada saat mencapai 0,5%.

2.2. Keunggulan Bahan Baja

a. Kekuatan Tinggi

Dewasa ini, baja bisa di produksi dengan berbagai kekuatan yang bisa dinyatakan dengan kekuatan tegangan tekan lelehnya F_y atau oleh tegangan tarik batas F_u . Bahan baja walaupun dari jenis yang paling rendah kekuatannya, tetap mempunyai perbandingan kekuatan per-volume lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan-bahan bangunan lain yang umum dipakai. Hal ini memungkinkan perencanaan sebuah konstruksi baja bisa mempunyai beban mati yang lebih kecil untuk bentang yang lebih panjang, sehingga memberikan kelebihan ruang dan volume yang dapat dimanfaatkan akibat langsingnya profil-profil yang dipikul.

b. Kemudahan Pemasangan

Semua bagian-bagian dari konstruksi baja bisa dipersiapkan di bengkel baja atau pabrik, sehingga saat tiba di lapangan pekerja tinggal melakukan kegiatan pemasangan bagian-bagian konstruksi yang telah dipersiapkan. Sebagian besar dari komponen-komponen konstruksi mempunyai bentuk standar yang bisa diperoleh di toko-toko besi sehingga waktu yang diperlukan untuk membuat bagian-bagian konstruksi baja yang telah ada bisa dilakukan dengan mudah karena komponen-komponen baja biasanya mempunyai bentuk standar dan sifat-sifat tertentu, serta mudah diperoleh di mana-mana.

c. Keseragaman

Sifat-sifat dari baja, baik sebagai bahan bangunan maupun dalam bentuk struktur sangat baik sekali, sehingga elemen-elemen dari konstruksi baja bisa dilaksanakan sesuai dengan yang ada dalam perencanaan. Dengan demikian bisa dihindari terdapatnya proses pemborosan yang biasa terjadi dalam perencanaan.

d. Duktilitas

Sifat dari baja yang dapat mengalami deformasi yang besar di bawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus disebut sifat duktilitas. Adanya sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses robohnya bangunan secara tiba-tiba. Sifat ini sangat menguntungkan ditinjau dari sudut keamanan penghuni bangunan bila terjadi suatu guncangan yang tiba-tiba seperti gempa bumi.

2.3. Sifat Mekanik Baja

Menurut SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung sifat mekanis baja struktural yang digunakan dalam perencanaan harus memenuhi persyaratan minimum yang diberikan pada tabel dibawah ini. Tegangan leleh tidak boleh melebihi nilai yang diberikan. Tegangan putus untuk perencanaan (f_u) tidak boleh diambil melebihi nilai yang diberikan pada tabel. Dalam perencanaan struktur baja, SNI 03-1729-2002 mengambil beberapa sifat-sifat mekanik dari material baja yang sama, yaitu:

Modulus Elastisitas, E = 200.000 Mpa

Modulus Geser, G = 80.000 Mpa

Angka poisson = 0.30

Koefisien muai panjang, α = $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Sedangkan berdasarkan tegangan leleh dan tegangan putusnya, SNI 03-1729-2002 mengklasifikasikan mutu dan material baja sebagai berikut:

Tabel 2.1 Sifat Mekanis Baja Struktural

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum, fu (Mpa)	Tegangan Leleh Minimum, fy (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 03-1729-2002)

Pengetahuan mengenai sifat – sifat baja merupakan keharusan apabila seseorang akan menggunakan baja sebagai pilihan untuk suatu bagian struktural. Sifat mekanis yang sangat penting pada baja dapat diperoleh dari uji tarik. Uji ini melibatkan pembebanan tarik sampel baja dan bersamaan dengan itu dilakukan pengukuran beban dan perpanjangan sehingga akan diperoleh tegangan dan regangan yang di hitung dengan menggunakan rumus ;

$$\text{Tegangan } (\sigma) = \frac{P}{A}$$

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{\Delta L_o}{L_o}$$

Keterangan :

P = Beban

A = Luas penampang

ΔL_o = Perpanjangan atau perubahan panjang antara dua titik acuan pada spesimen tarik

L_o = Panjang semula diantara dua titik acuan pada spesimen tarik sebelum di bebani

2.4. Jenis-jenis Profil Baja

Berikut adalah jenis profil baja utama yang biasa dipakai di Indonesia sebagai bahan bangunan untuk berbagai konstruksi sesuai kebutuhan.

a. Wide Flange (WF)

Wide Flange atau WF biasa digunakan untuk : balok, kolom, tiang pancang, top & bottom chord member pada truss, composite beam atau column, kantilever kanopi, dll. Istilah lain: IWF, WF, H-Beam, balok H, balok I, balok W.



Gambar 2.1. Profil baja Wide Flange

Tabel 2.2 Berat Baja WF-BEAM

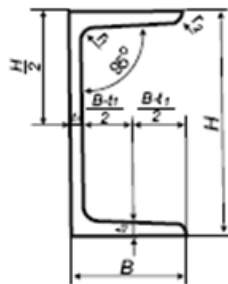
H (mm)	B (mm)	T1 (mm)	T2 (mm)	LENGTH (m)	WEIGHT/Kg
100	50	5	7	12	112,00
125	60	6	8	12	158,40
148	100	6	9	12	253,20
150	75	5	7	12	168,00
175	90	5	8	12	217,20
198	99	4,5	7	12	218,40
200	100	3,2	4,5	12	143,00
200	100	5,5	8	12	256,00
248	124	5	8	12	308,40
250	125	6	9	12	355,20
298	149	6	8	12	384,00
300	150	6,5	9	12	440,40
346	174	6	9	12	497,00
350	175	7	11	12	595,20
396	199	7	11	12	679,50
400	200	8	13	12	792,00
446	199	8	12	12	794,40
450	200	9	14	12	912,00

496	199	9	14	12	954,00
500	200	10	16	12	1075,00
588	300	12	20	12	1812,00
596	199	9	14	12	1135,00
600	200	11	17	12	1272,00
700	300	13	24	12	2220,00
800	300	14	26	12	2520,00

(Sumber: Tabel Profil Konstruksi Baja)

b. Chanel U atau UNP (Kanal U)

Penggunaan U Normal Profile hampir sama dengan WF, kecuali untuk kolom jarang digunakan karena Baja Channel atau UNP ini punya kegunaan yang hampir sama dengan baja WF, kecuali untuk kolom jarang baja UNP ini jarang digunakan karena struktur nya yang mudah mengalami tekukan disetiap sisi nya. Istilah lain baja UNP: Kanal U, U-channel, Profil U



Gambar 2.2 Profil baja UNP

Tabel 2.3 Berat Baja UNP

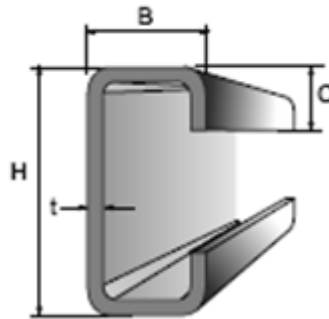
Ukuran (mm)	Panjang (M)	Berat (Kg/M)	Berat (Kg/6 meter)
UNP 50x38x5	6	5,0	30
UNP 65x42x5,5	6	6,8	41
UNP 75x40x5	6	7,6	45,3
UNP 80x45x5	6	8,0	47,76
UNP 100x50x6	6	9,4	56,2
UNP 120x55x6	6	13,4	80,4
UNP 125x65x6	6	13,4	80,4
UNP 150x75x6,5	6	18,7	112
UNP 180x75x7	6	21,3	128
UNP 200x80x7,5	6	24,7	148

UNP 250x90x9	6	34,7	208
UNP 300x90x9	6	38,2	229
UNP 300x100x10	12	43,8	263

(Sumber: Tabel Profil Konstruksi Baja)

c. Lipped Channel/C Chanel/Kanal C (CNP)

Baja channel C (C Normal Profile) Biasa digunakan untuk: purlin (balok dudukan penutup atap), girts (elemen yang memegang penutup dinding misalnya metal sheet, dll), member pada truss, rangka komponen arsitektural. Istilah lain: balok purlin, kanal C, C-channel, profil C.



Gambar 2.3 Profil baja Lipped Chanel (CNP)

Tabel 2.4 Berat Baja Lipped Chanel (CNP)

Ukuran/Size	Berat/Weight (6 meter)
CNP 60x30x10x1,6 mm	9,76 Kg
CNP 75x35x15x1,6 mm	12,4 Kg
CNP 75x45x15x1,6 mm	13,92 Kg
CNP 75x45x15x12,3 mm	19,5 Kg
CNP 100x50x20x1,6 mm	17,36 Kg
CNP 100x50x20x2,3 mm	24,36 Kg
CNP 100x50x20x3,2 mm	33 Kg
CNP 125x50x20,2,3 mm	27,1 Kg
CNP 125x50x20x3,2 mm	36,8 Kg
CNP 150x50x20x2,3 mm	29,8 Kg
CNP 150x50x20x3,2 mm	40,6 Kg
CNP 150x65x20x2,3 mm	33 Kg
CNP 150x65x20x3,2 mm	45,1 Kg
CNP 200x75x20x3,2 mm	55,62 Kg

(Sumber: Tabel Profil Konstruksi Baja)

d. T-Beam (Hot Rolled)

Sebuah T-beam, digunakan dalam konstruksi, adalah sebuah struktur load-bearing logam, yang berbentuk penampang T. Bagian atas T penampang berfungsi sebagai flange melawan tegangan tekan. Sedangkan Web dari balok di bawah flens berfungsi untuk melawan tegangan tarik dan untuk menyediakan pemisahan tekanan dari kekuatan tekuk. Penggunaan : balok lantai, balok kantilever (kanopi) Istilah lain : balok T

2.5. Perencanaan Struktur

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 analisa struktur, untuk menghasilkan suatu struktur yang ekonomis dan aman selama masa layannya.

Tujuan dari perencanaan struktur menurut Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002) adalah menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti terguling, miring, atau tergeser selama umur rencana bangunan. Resiko terhadap kegagalan struktur dan hilangnya kemampuan layan selama umur rencananya juga harus diminimalisir dalam batas-batas yang masih dapat diterima. Suatu struktur yang awet semestinya tidak memerlukan biaya perawatan yang berlebihan selama umur layannya. Perencanaan adalah sebuah proses untuk mendapatkan suatu hasil yang optimum. Suatu struktur dikatakan optimum apabila memenuhi kriteria-kriteria berikut:

- a. Biaya minimum
- b. Berat minimum
- c. Waktu konstruksi minimum
- d. Tenaga kerja minimum
- e. Biaya manufaktur minimum
- f. Manfaat maksimum pada masa layan

Kerangka perencanaan struktur merupakan pemilihan susunan dan ukuran dari elemen struktur sehingga beban yang bekerja dapat dipikul secara aman, dan perpindahan yang terjadi masih dalam batas-batas yang disyaratkan. Salah satu tahapan penting dalam perencanaan suatu struktur bangunan adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan. Jenis-jenis material yang selama ini dikenal dalam dunia konstruksi antara lain adalah baja, beton bertulang, serta kayu. Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulannya dibandingkan material yang lain.

2.5.1. Beban

Beban adalah gaya luar yang bekerja pada suatu struktur penentuan secara pasti besarnya beban yang bekerja pada suatu struktur selama umur layannya merupakan salah satu pekerjaan yang cukup sulit. Pada umumnya penentuan besarnya beban hanya merupakan suatu estimasi saja. Meskipun beban yang bekerja pada suatu lokasi dari struktur dapat diketahui secara pasti, namun distribusi beban dari elemen ke elemen, dalam suatu struktur umumnya memerlukan asumsi dan pendekatan. Jika beban-beban yang bekerja pada suatu struktur telah diestimasi, maka masalah berikutnya adalah menentukan kombinasi-kombinasi beban yang paling dominan yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Besar beban-beban yang bekerja pada suatu struktur diatur oleh peraturan pembebanan yang berlaku, sedangkan masalah kombinasi dari beban-beban yang bekerja telah diatur dalam SNI 03-1729-2002 pasal 6.2.2. beberapa jenis beban yang sering dijumpai antara lain:

- a. Beban Mati, adalah berat dari semua bagian suatu gedung/bangunan yang bersifat tetap selama masa layan struktur, termasuk unsur-unsur tambahan, *finishing*, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung/bangunan tersebut. Termasuk dalam beban ini adalah berat struktur, pipa-pipa, saluran listrik, AC, lampu-lampu, penutup lantai, dan plafon. Beberapa contoh berat dari beberapa komponen bangunan penting yang digunakan untuk menentukan besarnya beban mati suatu gedung/bangunan diperlihatkan dalam tabel berikut ini:

Tabel 2.5 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

Bahan Bangunan	Berat
Baja	7850 kg/m ³
Beton	2200 kg/m ³
Beton Bertulang	2400 kg/m ³
Kayu (kelas 1)	1000 kg/m ³
Pasir (kering udara)	1600 kg/m ³
Komponen Gedung	
Spesi dari semen, per cm tebal	21 kg/m ²
Dinding bata merah ½ batu	250 kg/m ²
Penutup atap genting	50 kg/m ²
Penutup lantai ubin per cm tebal	24 kg/m ²

(Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983)

- b. Beban Hidup, adalah beban gravitasi yang bekerja pada struktur dalam masa layannya, dan timbul akibat penggunaan suatu gedung. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dapat dipindah-pindah, kendaraan, dan barang-barang lain. Karena besar dan lokasi beban yang senantiasa berubah-ubah, maka penentuan beban hidup secara pasti adalah merupakan suatu hal yang cukup sulit. Beberapa contoh beban hidup menurut kegunaan suatu bangunan, seperti dalam tabel berikut:

Tabel 2.6. Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Kegunaan Bangunan	Berat
Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana	125 kg/m ²
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, dan rumah sakit	250 kg/m ²
Lantai ruang olahraga	400 kg/m ²
Lantai pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang mesin, dan lain-lain	400 kg/m ²
Lantai gedung parkir bertingkat, untuk lantai bawah	800 kg/m ²

(Sumber: Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung, 1983)

c. Beban Angin, adalah beban yang bekerja pada struktur akibat tekanan-tekanan dari gerakan angin. Beban angin sangat tergantung dari lokasi dan ketinggian dari struktur. Besarnya tekanan tiup harus diambil minimum sebesar 25 kg/m^2 , kecuali untuk bangunan-bangunan berikut:

1. Tekanan tiup dilaut hingga 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m^2
2. Untuk bangunan di daerah lain yang kemungkinan tekanan tiupnya lebih dari 40 kg/m^2 , harus diambil sebesar $p = V^2/16 \text{ (kg/m}^2\text{)}$, dengan V adalah kecepatan angin dalam m/s
3. Untuk cerobong, tekanan tiup dalam kg/m^2 harus ditentukan dengan rumus $(42,5 + 0,6h)$, dengan h adalah tinggi cerobong seluruhnya dalam meter.

Nilai tekanan tiup yang diperoleh dari hitungan di atas harus dikalikan dengan suatu koefisien angin, untuk mendapatkan gaya resultan yang bekerja pada bidang kontak tersebut.

d. Beban Gempa, adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada struktur akibat adanya pergerakan tanah oleh gempa bumi, baik pergerakan tanah vertikal, maupun horizontal. Namun pada umumnya penempatan tanah arah horizontal lebih besar dari pada arah vertikalnya, sehingga pengaruh gempa horizontal jauh lebih menentukan dari pada gempa vertikal. Besarnya daya geser dasar (statik ekuivalen) ditentukan berdasarkan persamaan $V = \frac{C \times I}{R} W_t$, dengan C adalah faktor respon gempa yang ditentukan berdasarkan lokasi bangunan dan jenis tanahnya, I adalah faktor keuatamaan gedung, R adalah faktor reduksi gempa yang tergantung pada jenis struktur yang bersangkutan, sedangkan W_t adalah berat total bangunan, termasuk beban hidup yang bersesuaian.

2.5.2. Kombinasi pembebanan

Berdasarkan beban-beban tersebut di atas maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini:

$$1,4D \quad (6.2-1)$$

$$1,2D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H) \quad (6.2-2)$$

$$1,2D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma L L \text{ atau } 0,8W) \quad (6.2-3)$$

$$1,2D + 1,3 W + \gamma L L + 0,5 (La \text{ atau } H) \quad (6.2-4)$$

$$1,2D \pm 1,0E + \gamma L L \quad (6.2-5)$$

$$0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E) \quad (6.2-6)$$

Keterangan:

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan tetap

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain

La adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

H adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air

W adalah beban angin

E adalah beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03–1726–1989, atau penggantinya dengan, $\gamma L = 0,5$ bila $L < 5$ kPa, dan $\gamma L = 1$ bila $L \geq 5$ kPa.

Kekecualian: Faktor beban untuk *L* di dalam kombinasi pembebanan pada persamaan 6.2-3, 6.2-4, dan 6.2-5 harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum, dan semua daerah di mana beban hidup lebih besar daripada 5 kPa.

2.5.3. Ketentuan Perencanaan Pembebanan

Dalam perencanaan, pedoman yang digunakan antara lain:

1. Perencanaan pembebanan Indonesia untuk bangunan gedung (PPIUG 1983)
2. Peraturan perencanaan bangunan baja Indonesia (PPBBI – 1987)
3. Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 03 – 1729 – 2002)
4. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung (SNI 03-1726-2002)

2.6. Beberapa Metode Dalam Analisa Struktur Baja

Beberapa metode dalam penentuan gaya dalam untuk memenuhi syarat-syarat stabilitas, kekuatan, dan kekakuan yang ditetapkan dalam persyaratan umum perencanaan perlu diperhatikan, pengaruh-pengaruh gaya –dalam pada suatu struktur dan terhadap komponen-komponennya serta sambungannya yang diakibatkan oleh beban-beban yang bekerja harus ditentukan melalui analisis struktur. Di dalam perencanaan struktur bangunan baja, terdapat tiga metode perencanaan yang berkembang secara bertahap di dalam sejarahnya yaitu:

1. Perencanaan Tegangan Kerja / *Allowable stress design (ASD)*

Di dalam metode ini, elemen struktur pada bangunan (pelat / balok / kolom / pondasi) harus direncanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang timbul akibat beban kerja/layan tidak melampaui tegangan ijin yang telah ditetapkan, tegangan ijin ini ditentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi (seperti *American Institute of Steel Construction (AISC) Specification 1978*) untuk mendapatkan factor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas, seperti tegangan leleh minimum atau tegangan tekuk.

2. Perencanaan Plastis

Perencanaan plastis adalah kasus khusus perencanaan keadaan batas yang tercantum pada bagian 2 dari spesifikasi AISC. Kelakuan inelastis (tak elastis) yang daktail bisa meningkatkan beban yang mampu dipikul bila dibanding dengan beban yang bisa ditahan jika struktur tetap berada dalam keadaan elastis.

Batas atas dari kekuatan momen yang disebut kekuatan momen yang disebut kekuatan plastis diperoleh saat seluruh tinggi penampang meleleh. Di sini, keadaan batas untuk kekuatan harus berupa pencapaian kekuatan plastis, dan keadaan batas berdasarkan ketidak-stabilan tekuk, kelelahan, atau patah getas dikesampingkan. Pada perencanaan plastis, sifat daktil pada baja dimanfaatkan dalam perencanaan struktur statis tak tentu, seperti balok menerus dan portal kaku.

3. Perencanaan Faktor Daya Tahan dan Beban (LRFD)

Pendekatan umum berdasarkan faktor daya tahan dan beban, atau disebut dengan Load Resistance Design Factor (LRFD) ini adalah hasil penelitian dari *Advisory Task Force* yang dipimpin oleh T.V. Galambos. Pada metode ini diperhitungkan mengenai kekuatan nominal M_n penampang struktur yang dikalikan oleh faktor pengurangan kapasitas, yaitu bilangan yang lebih kecil dari 1,0 untuk memperhitungkan ketidak-pastian dalam besarnya daya tahan. Selain itu diperhitungkan juga faktor gaya dalam ulimit μ dengan kelebihan beban (*overload*), (bilangan yang lebih besar dari 1,0) untuk menghitung ketidak-pastian dalam analisa struktur dalam menahan beban mati (*dead load*), beban hidup (*liveload*), angin (*wind*), dan gempa. (Bowles, 1979).

2.7. Balok

Balok merupakan elemen struktur yang biasa digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban. Elemen struktur balok memikul beban aksial tarik yang bekerja tegak lurus dengan sumbu longitudinalnya. Hal ini menyebabkan balok itu melentur. Hal yang paling penting dalam menganalisa kekuatan balok adalah memeriksa akibat bekerjanya momen pada balok, sedangkan hal penting lainnya yaitu memeriksa akibat gaya geser (gaya lintang) jadi dalam setiap menganalisis kekakuan balok, kedua unsur diatas harus selalu diperhitungkan.

2.7.1. Analisa Kekuatan Balok Akibat Momen Lentur

Besarnya tegangan lentur balok akibat momen adalah :

$$\sigma_{\max} = \frac{M.Y_{\max}}{I_x} = \frac{M}{W_x} \leq \sigma$$

Keterangan :

W_x : Momen terhadap sumbu x-x

$\sigma_{\max}$: Tegangan lentur maksimum

I_x : Momen inersia terhadap sumbu x-x

$Y_{\max}$: Jarak garis netral ke tepi balok

2.7.2. Analisa Kekuatan Balok Akibat Gaya Geser

Besarnya tegangan geser yang bekerja pada balok adalah sebagai berikut :

$$\tau_{\max} = \frac{D_{\max} \cdot S_x}{t_b \cdot I_x} < \tau = 0,58 \cdot \sigma$$

Keterangan :

τ : tegangan geser balok akibat gaya geser

S_x : statis momen $\frac{1}{2}$ penampang profil balok terhadap sumbu x-x

t_b : bagian paling lemah untuk memikul gaya geser (dalam hal ini adalah tebal badan profil balok)

I_x : Momen inersia pada balok terhadap sumbu x-x

2.7.3. Analisa Kekuatan Balok Terhadap Kombinasi Momen Lentur dan Gaya Lintang

Besarnya gaya kombinasi akibat momen lentur dan gaya geser pada balok adalah :

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_{maks}^2 + 3 \tau_{maks}^2} < \tau$$

2.7.4. Analisa Kekakuan Balok

Dalam menganalisis kekakuan balok, efek lendutan harus selalu dipertimbangkan. Besarnya lendutan maksimum yang boleh bekerja pada balok adalah :

$$\delta_{maks} = \delta : 1 / 250 L(10)$$

untuk balok primer (akibat beban mati dan hidup)

Keterangan :

$\delta_{\max}$: Lendutan maximum pada balok

δ : Lendutan ijin pada balok

2.8. Kolom

Kolom merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok, rangka atap, serta beban-beban di atasnya, untuk kemudian dilimpahkan ke pondasi dan kemudian disalurkan ke tanah dasar. Pada struktur bangunan atas, kolom merupakan komponen struktur yang paling penting untuk diperhatikan, karena apabila kolom ini mengalami kegagalan, maka dapat berakibat keruntuhan struktur bangunan atas dari gedung secara keseluruhan.

Jika beban pada kolom ditambah besarnya secara berangsur-angsur, maka akan mengakibatkan kolom mengalami lenturan lateral dan kemudian mengalami keruntuhan akibat terjadinya lenturan tersebut. Beban yang mengakibatkan terjadinya lenturan pada kolom disebut beban kritis dan merupakan beban maksimum yang dapat ditahan oleh kolom dengan aman.

Kolom ideal harus memenuhi anggapan-anggapan sebagai berikut:

1. Kurva hubungan tegangan regangan tekan yang sama diseluruh penampang
2. Tidak ada tegangan sisa
3. Kolom bebar-benar lurus dan prismatis
4. Beban bekerja pada titik berat penampang hingga batang melentur
5. Kondisi tumpuan harus ditentukan secara pasti
6. Berlakunya teori lendutan kecil (*small deflection theory*)
7. Tidak ada puntiran penampang selama terjadi lentur

2.8.1. Tahanan Tekan Nominal

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris, akibat beban terfaktor N_u menurut SNI 03-1729-2002, Pasal 9.1 harus memenuhi:

$$N_u \leq \phi_c \cdot N_n$$

Dengan: $\phi_c = 0,85$

N_u = beban terfaktor

N_n = kuat tekan nominal komponen struktur = $A_g \cdot f_{cr}$

2.8.2. Stabilitas Batang Tekan

Batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga terjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk). Batang-batang yang menahan beban tekan sentries harus dihitung berdasarkan PPBBI Bab 4.1 harus disesuaikan dengan syarat berikut:

$$\omega \frac{N}{A} \leq \sigma$$

Keterangan:

ω = Faktor tekuk yang tergantung dari kelangsingan dan jenis bajanya

N = Gaya tekan pada batang

A = Luas penampang batang

σ = Tegangan dasar (tegangan ijin)

2.9. Sambungan

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat pengencang (baut dan las). Sambungan tipe tumpu adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut yang dikencangkan dengan tangan, atau baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan gaya tarik minimum yang disyaratkan, yang kuat rencananya disalurkan oleh gaya geser pada baut dan tumpuan pada bagian-bagian yang disambungkan. Sambungan tipe friksi adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan tarikan baut minimum yang disyaratkan sedemikian rupa sehingga gaya-gaya geser rencana disalurkan melalui jepitan yang bekerja dalam bidang kontak dan gesekan yang ditimbulkan antara bidang-bidang kontak. Pengencangan penuh adalah cara pemasangan dan pengencangan baut yang sesuai dengan ketentuan-ketentuan yang ada.

Pembebanan dalam bidang adalah pembebanan yang gaya dan momen lentur rencananya berada dalam bidang sambungan sedemikian rupa sehingga

gaya yang ditimbulkan dalam komponen sambungan hanya gaya geser. Pengencang tanpa slip adalah pengencang yang tidak memungkinkan terjadinya slip antara pelat atau unsur yang dihubungkan, sedemikian rupa sehingga kedudukan relatifnya tidak berubah. Pengencang tanpa slip dapat berupa sambungan tipe friksi dari baut mutu tinggi atau las. Pembebanan tidak sebidang adalah pembebanan yang gaya atau momen lentur rencananya menghasilkan gaya yang arahnya tegak lurus bidang sambungan. Gaya unkit adalah gaya tarik tambahan yang timbul akibat melenturnya suatu komponen pada sambungan yang memikul gaya tarik sehingga terjadi gaya unkit di ujung komponen yang melentur. Kencang tangan adalah kekencangan baut yang diperoleh dengan kekuatan penuh seseorang yang menggunakan alat pengencang standar atau dengan beberapa pukulan alat pengencang impak.

2.9.1. Sambungan Baut

Pada setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan alat pengencang. Salah satu pengencang yang cukup populer yaitu baut, terutama baut mutu tinggi. Baut mutu tinggi menggeser penggunaan paku keling sebagai alat pengencang karena beberapa kelebihan yang dimilikinya dibandingkan dengan paku keling, seperti jumlah tenaga kerja yang lebih sedikit, kemampuan menerima gaya yang besar, dan secara keseluruhan dapat menghemat biaya konstruksi.

Dua tipe dasar baut mutu tinggi yang distandartkan oleh ASTM adalah tipe A325 dan A490. Baut ini mempunyai kepala berbentuk segi enam. Baut A325 terbuat dari baja karbon yang memiliki kuat leleh 560 – 630 Mpa, baut A490 terbuat dari baja alloy dengan kuat leleh 790 – 900 Mpa, tergantung dari diameternya. Diameter baut mutu tinggi berkisar antara $\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ inch, yang sering digunakan dalam struktur bangunan berdiameter $\frac{3}{4}$ dan $\frac{7}{8}$ inch.

Sambungan-sambungan yang dibuat dengan baut mutu tinggi bisa digolongkan kedalam 3 jenis yaitu:

1. Jenis sambungan gesekan
2. Jenis sambungan penahan beban dengan ulir-ulir baut termasuk dalam bidang gesekan

3. Jenis sambungan penahan beban dengan ulir-ulir baut tidak termasuk dalam bidang gesekan

Dalam pemasangan baut mutu tinggi memerlukan gaya tarik awal yang cukup diperoleh dari pengencangan awal. Gaya ini akan memberikan friksi sehingga cukup kuat untuk memikul beban yang bekerja. Gaya ini dinamakan *proof load*. *Proof load* diperoleh dengan mengalikan luas daerah tegangan tarik (A_s) dengan kuat leleh yang diperoleh dengan metoda 0,2% tangen atau 0,5% regangan yang besarnya 70% f_u untuk A325, dan 80% f_u untuk A490.

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left[d_b - \frac{0,9743}{n} \right]^2$$

Dengan: d_b adalah diameter nominal baut

n adalah jumlah ulir per mm

A. Tahanan Nominal Baut

Suatu baut yang memikul beban terfaktor, R_u , sesuai SNI 03-1729-2002 harus memenuhi

$$R_u \leq \phi R_n$$

Dengan: ϕ adalah faktor reduksi kekuatan

R_n adalah kuat nominal baut

Besarnya R_n berbeda-beda untuk masing-masing tipe sambungan.

B. Baut dalam geser

Kuat geser rencana dari satu baut dihitung sebagai berikut:

$$V_d = \phi V_n = \phi f_u r_1 A_b$$

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

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

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

f_u adalah tegangan tarik putus baut

A_b adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

Kuat geser nominal baut yang mempunyai beberapa bidang geser (bidang geser majemuk) adalah jumlah kekuatan masing-masing yang dihitung untuk

setiap bidang geser. Baut yang memikul gaya tarik. Kuat tarik rencana satu baut dihitung sebagai berikut:

$$T_d = \phi f T_n = \phi f 0,75 f_u^b$$

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

f_u^b adalah tegangan tarik putus baut

A_b adalah luas bruto penampang baut pada daerah tak berulir

2.10. Analisa Struktur Menggunakan SAP2000

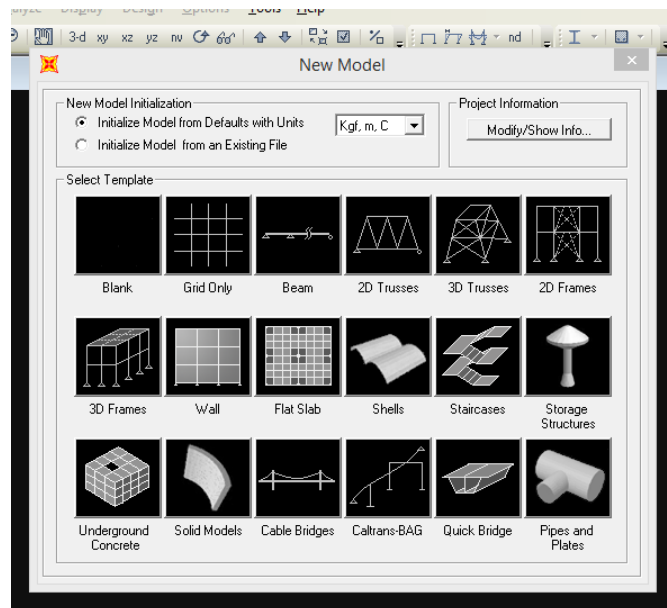
SAP2000 dikembangkan berdasarkan program SAP1 pada sekitar tahun 1975. Program SAP1 adalah suatu program komputer yang diciptakan oleh Prof. Edward L. Wilson, guru besar University of California, Berkeley, California, USA. Pada tahun 1975, versi komersial dari program tersebut dilansir oleh perusahaan *Computer and Structure Inc. (CSI)* pimpinan Ashraf Habibullah. Sampai sekarang, program tersebut dikenal di dunia sebagai pioner di bidang *software* rekayasa struktur dan kegempaan (Dewobroto. 2017).

Adapun keunggulan dari analisa struktur menggunakan program SAP2000 yaitu untuk analisa respon dinamik hasilnya sangat akurat karena ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi, artinya mendekati cara pemodelan struktur berdasarkan yang ada di lapangan, untuk pembebanan tidak perlu dihitung secara manual dan untuk gempa itu bekerja ke semua element–element struktur.

2.10.1. Langkah-langkah Analisa Struktur Dengan Program SAP2000

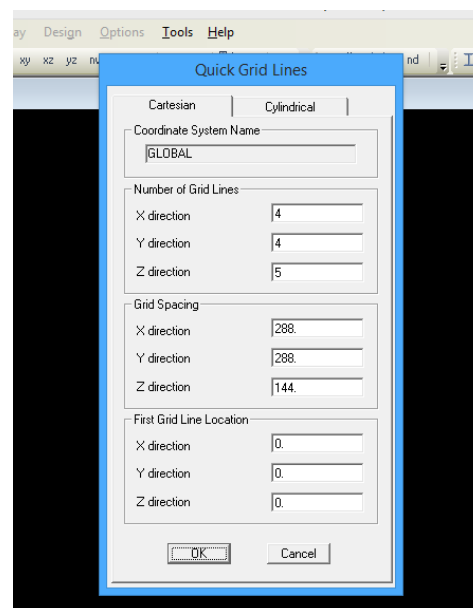
Struktur portal adalah struktur dengan material dari bahan baja atau beton yang tersusun dari balok, kolom dan pelat lantai dimana pada hubungan balok dan kolom terdapat gaya-gaya dalam yang nantinya akan digunakan dalam mendesain dimensi penampang profil baja. Langkah-langkah pemodelan struktur sebagai berikut :

- 1) Buatlah *Folder* tempat data-data SAP2000 v.14 yang akan disimpan.
- 2) Buka program SAP 2000 v14. Pilih *New Model* (Ctrl+N), ganti satuan panjang menjadi m dan pilih *Grid Only*, seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



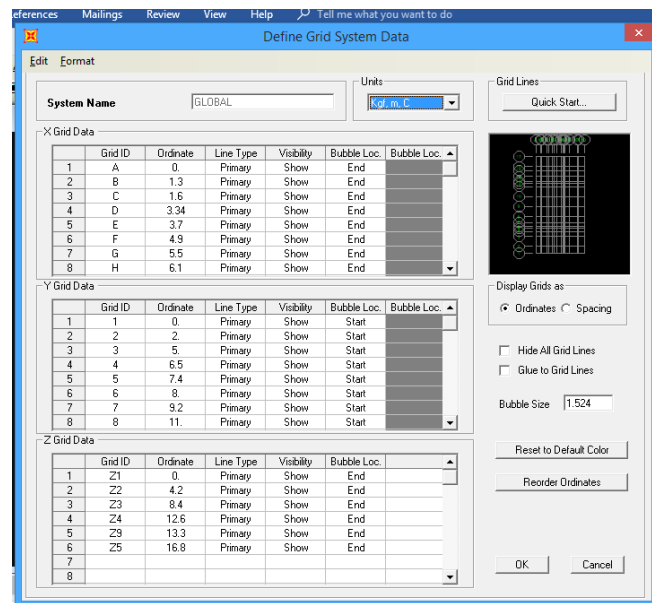
Gambar 2.4 New Model pada SAP2000 V.14

- 3) Memasukkan data-data portal struktur, *Number of Grid Lines* dan *Grid Spacing*, seperti pada gambar 2.5.

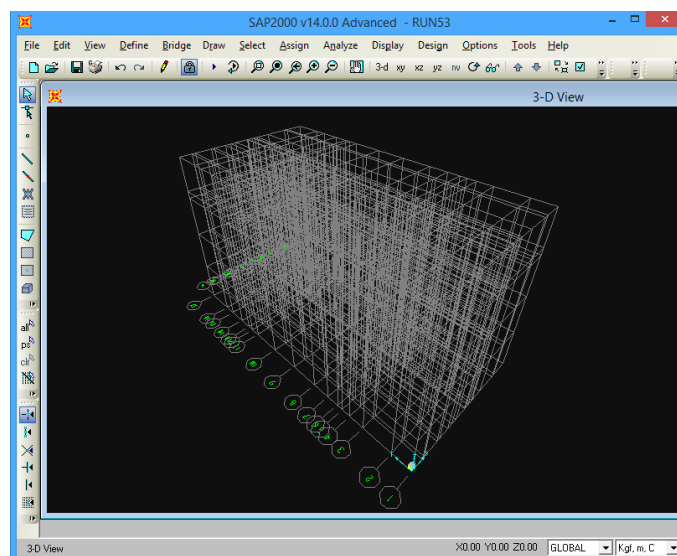


Gambar 2.5 Menentukan Jumlah Grid

- 4) Mengatur *grid* agar sesuai dengan bentuk struktur yang tidak beraturan. Pilih *Define-Coordinate/Grid Systems*, lalu pilih *Modify/Show System* (ALT + D + D). Masukkan data-data pada kolom *X Grid Data*, *Y Grid Data* dan *Z Grid Data*, seperti yang terlihat pada gambar 2.6.

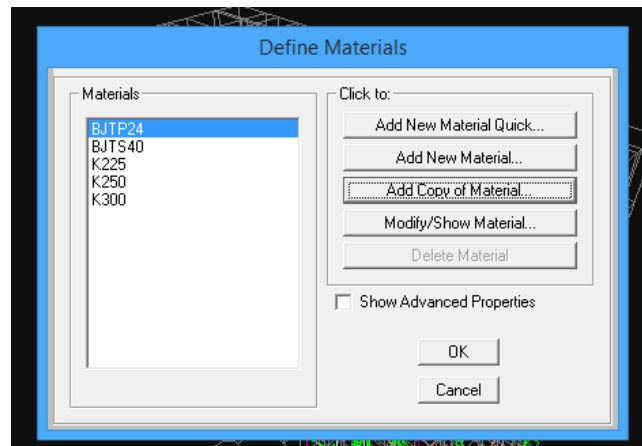


Gambar 2.6 Mengatur Grid Bangunan



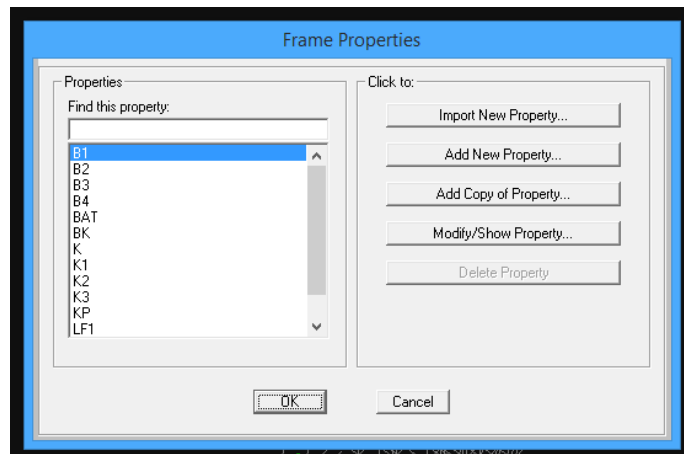
Gambar 2.7 Tampilan Grid

- 5) Mendefinisikan Material. Pilih *Define-Materials-Add New Material* dan masukkan data-data material baja (untuk kolom dan balok) dan beton (untuk pelat) yang ada dengan teliti, seperti yang terlihat pada gambar 2.8.



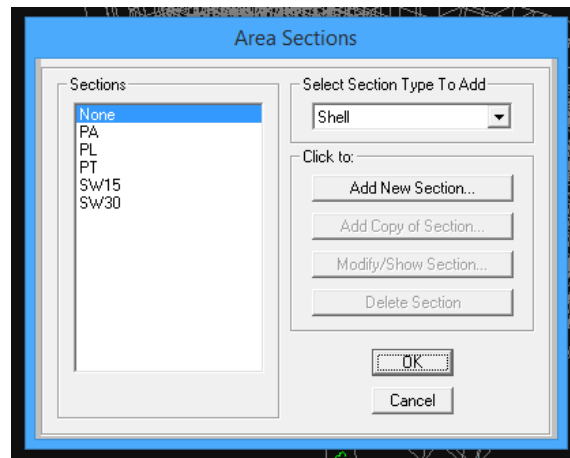
Gambar 2.8 Mendefinisikan Material

- 6) Mendefinisikan dimensi profil kolom dan balok baja. Pilih *Define–Section Properties – Frame Sections–Add New Property* dan masukkan data-data dimensi profil kolom dan balok baja, seperti yang terlihat pada gambar 2.9.



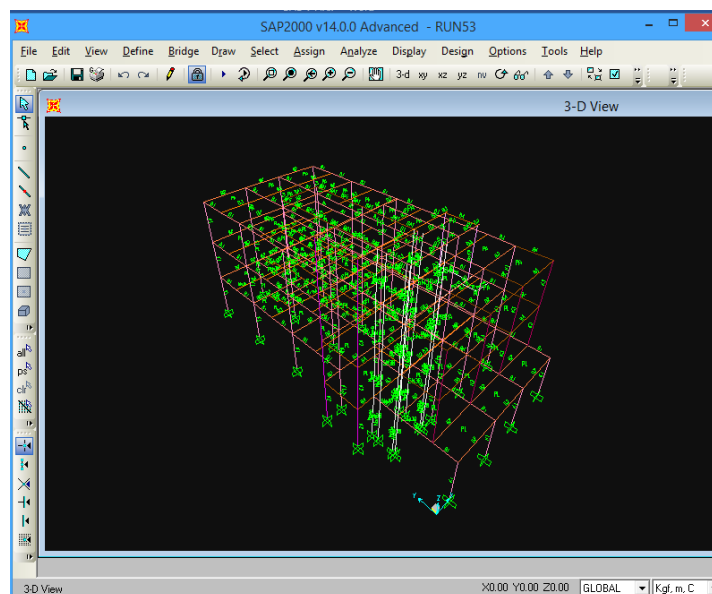
Gambar 2.9 Mendefinisikan Frame

- 7) Mendefinisikan dimensi pelat lantai. Pilih *Define–Section Properties – Area Sections–Add New Section* dan masukkan data-data dimensi pelat, seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



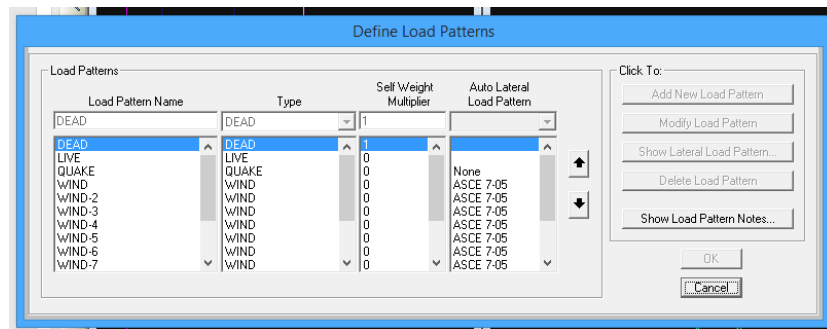
Gambar 2.10 Mendefinisikan Area Section

- 8) Pemodelan struktur atau penggambaran dilakukan setelah pendefinisian material maupun section property kolom, balok maupun pelat. Penggambaran struktur berdasarkan denah kolom dan balok yang sesuai dengan *Asbuilt drawing*, seperti yang terlihat pada gambar 2.10.



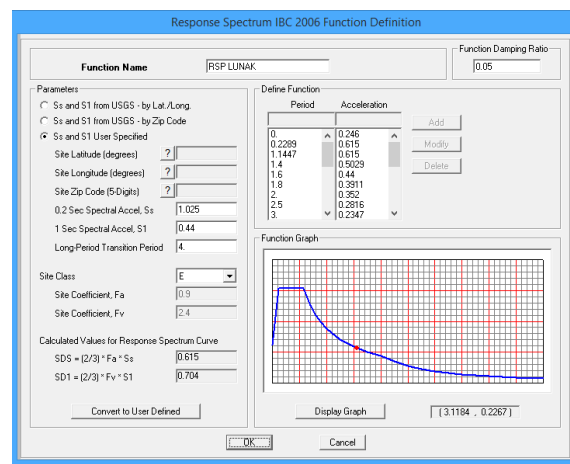
Gambar 2.11 Gambar Struktur

- 9) Mendefinisikan pembebanan pada struktur. Pilih *Define-Load Patterns* dan definisikan beban-beban yang ada seperti beban mati, beban hidup, beban angin, serta beban lainnya, seperti yang terlihat pada gambar 2.11.



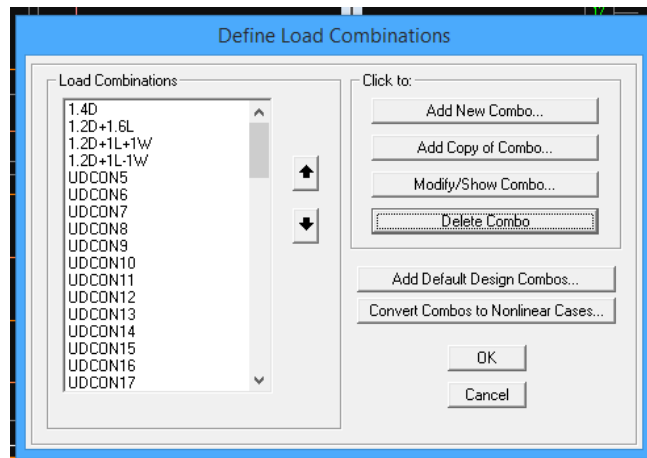
Gambar 2.12 Mendefinisikan Pembebanan

- 10) Mendefinisikan beban gempa respon spektrum. Pilih *Define-Functions-Response Spektrum* dan input grafik nilai respon spektrum, seperti yang terlihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.13 Input Respon Spektrum

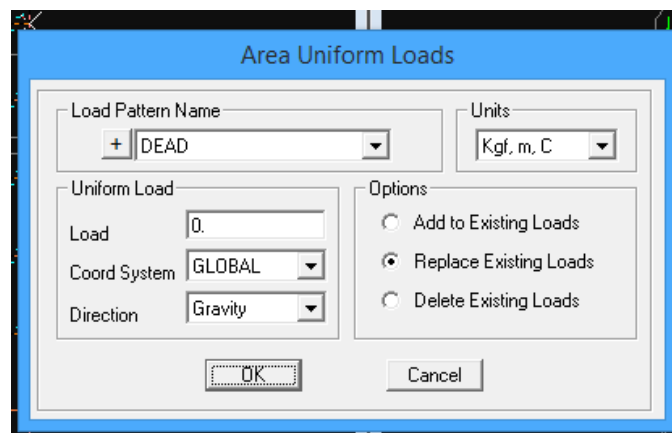
- 11) Mendefinisikan kombinasi pembebanan. Pilih *Define-Load Combinations-Add New Combo* dan input kombinasi pembebanan sesuai SNI 1726:2012, seperti yang terlihat pada gambar 2.13.



Gambar 2.14 Input Kombinasi Pembebanan

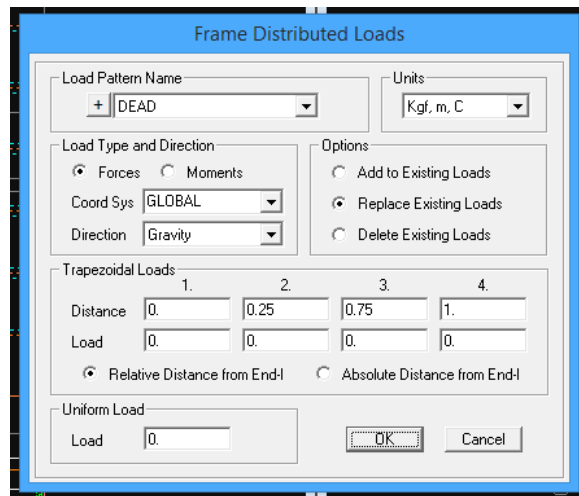
12) Mengisi beban-beban pada elemen struktur.

- a. Pada elemen pelat, pilih pelat yang akan diisi beban lalu pilih *Assign – Area Loads – Uniform (Shell)* dan input beban-beban merata pada pelat, seperti yang terlihat pada gambar 2.14.



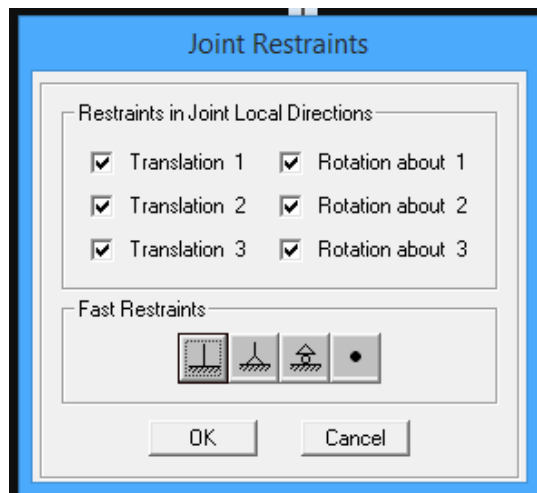
Gambar 2.15 Input Beban pada Pelat

- b. Pada elemen balok, pilih balok yang akan diisi beban lalu pilih *Assign – Frame Loads – Distributed* dan input beban-beban terdistribusi pada balok, seperti yang terlihat pada gambar 2.15.



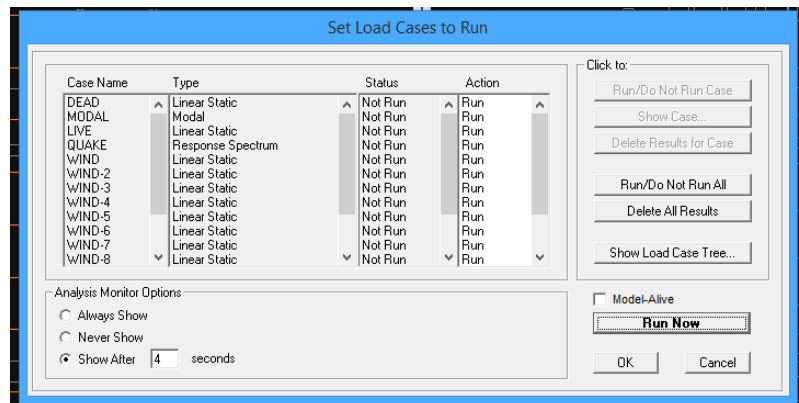
Gambar 2.16 Input Beban pada Balok

- 13) Mengisi perletakan. Pilih titik *joint* dilantai dasar lalu pilih *Assign-Joint – Restraints* dan pilih perletakan jepit, seperti yang terlihat pada gambar 2.16.



Gambar 2.17 Pemilihan Jenis Perletakan

- 14) Setelah melakukan semua langkah-langkah diatas dan memeriksa secara teliti, lalu keluarkan hasil perhitungan. Pilih *Analyze-Run Analysis- Run Now*, seperti yang terlihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.18 Run Analysis pada SAP2000

2.11. Perhitungan Struktur Metode Distribusi Momen (Cross)

Metode distribusi momen (*cross*) pada mulanya dikemukakan oleh Prof. Hardy Cross pada tahun 1930an kemudian ini dikenal dengan metode *cross*. Pada dasarnya metode ini merupakan penyelesaian dari persamaan-persamaan metode *slope deflection* yang dilakukan dengan teknik pendekatan secara berulang-ulang. Metode ini memakai perjanjian yang sama dengan metode *slope deflection*. Semua tipe konstruksi dapat dianalisa menggunakan metode ini, dimana umumnya tipe konstruksi dibedakan menjadi: konstruksi tanpa goyangan dan konstruksi bergoyang. Untuk keperluan dasar analisa metode ini haruslah diperhatikan hal berikut ini:

- *Carry Over Factor*, adalah merupakan perbandingan antara momen yang dikerjakan disuatu titik dan momen yang terjadi di titik seberangnya.
- *Stiffness Factor (SF)*, adalah besar momen yang diperlukan untuk menimbulkan rotasi (putaran sudut) sebesar satu radial.
- *Distribution Factor (DF)*, adalah merupakan angka perbandingan dari stiffnes factor pada suatu joint.

a. Carry Over

Untuk menghitung perbandingan antara momen yang dikerjakan disuatu titik dan momen yang terjadi dititik seberangnya (biasanya disebut Carry Over Moment) dapatlah ditempuh langkah perhitungan sebagai berikut:

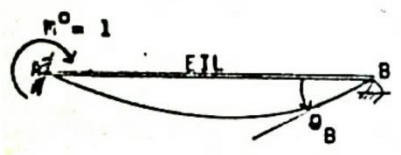
Misalnya dipilih model yang terlihat seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.19 Model Balok

- Mengganti jepitan di B dengan suatu sendi, sebagai akibat satu unit momen di A maka titik B akan berputar sudut sebesar:

$$\Theta_B = -\frac{1 \cdot L}{6EI} = -\frac{L}{6EI}$$

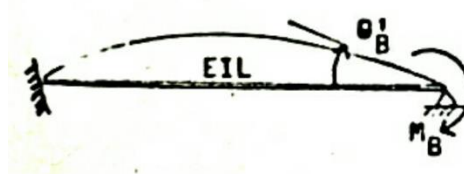


Gambar 2.20 Perputaran Sudut Titik B

- Selanjutnya untuk dapat mengembalikan titik B ke keadaan semula yaitu $\Theta_B = 0$, diperlukan suatu momen penghapus putaran sudut (misalnya kita sebut M_B) sebesar:

$$M_B = \frac{3EI}{L} (\Theta_B^1)$$

$$\Theta_B^1 = \frac{M_B \cdot L}{3EI}$$



Gambar 2.21 Momen Penghapus Putaran Sudut titik B

Sesuai yang disebut diatas maka putaran sudut di B adalah nol karena di B adalah jepit, maka dapat disusun persamaan sebagai berikut:

$$\Theta_B + \Theta_B^1 = 0$$

$$-\frac{L}{6EI} + \frac{M_B \cdot L}{3EI} = 0$$

$$M_B = \frac{1}{2}$$

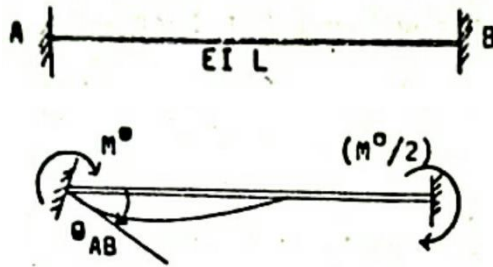
Akhirnya dapatlah ditarik suatu kesimpulan bahwa:

Apabila dikerjakan suatu unit momen disuatu titik maka titik seberangnya akan menerima (carry over) setengahnya. Jadi carry over factor adalah setengah.

b. Stiffness Factor (SF)

Untuk menghitung besar momen yang diperlukan sehingga terjadi rotasi (putaran sudut) sebesar satu radial, dapat ditempuh langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Jepit – Jepit



Gambar 2.22 Perletakan Jepit - Jepit

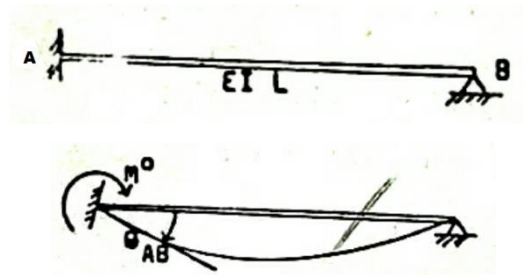
$$\Theta_{AB} = \frac{M^0 L}{3EI} - \frac{(M^0/2)L}{6EI} = \frac{M^0 L}{4EI}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{M^0 L}{4EI}$$

$$M^0 = \frac{4EI}{L}$$

$$SF_{AB} = \frac{4EI}{L}$$

- Jepit – Sendi



Gambar 2.23 Jepit - Sendi

$$\Theta_{AB} = \frac{M^0 L}{3EI}$$

$$1 \text{ rad} = \frac{M^0 L}{3EI}$$

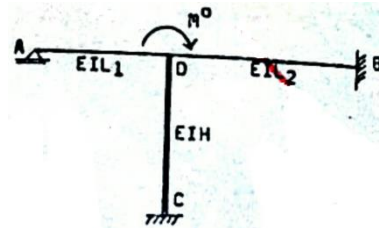
$$M^0 = \frac{3EI}{L}$$

$$SF_{AB} = \frac{3EI}{L}$$

c. Distribution Factor (DF)

Untuk menghitung distribution factor atau angka perbandingan stiffness factor dari suatu joint dapatlah dilakukan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

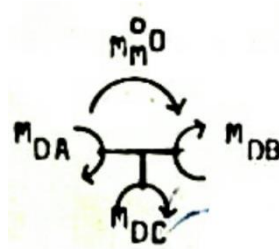
Diambil model seperti tergambar dibawah ini:



Gambar 2.24 Model Portal

Langkah I

Joint D dikunci terhadap rotasi (putaran sudut) fixed end moment yang ditimbulkan beban luar adalah sebagai berikut:

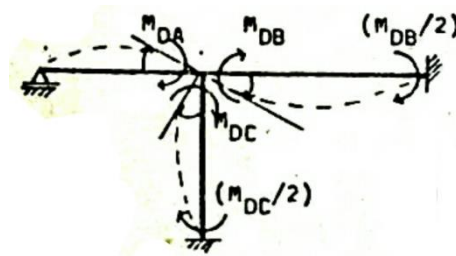


Gambar 2.25 FEM Akibat Beban Luar

$$M_{DA} + M_{DB} + M_{DC} = -M^o \quad \text{..... persamaan (A)}$$

Langkah II

Joint D dilepas akibat fixed end moment maka joint tersebut akan berotasi searah dengan putaran fixed end momen (searah jarum jam). Titik B dan C akan menerima masing masing setengah dari momen seberangnya (carry over moment) rotasi yang terjadi dapat dihitung sebagai berikut:



Gambar 2.26 Rotasi di Joint D

$$\Theta_{DA} = \frac{M_{DA}.L_1}{3EI}$$

$$\Theta_{DB} = \frac{M_{DB}.H}{3EI} = \frac{(M_{DB}/2).H}{6EI} = \frac{M_{DB}.H}{4EI}$$

$$\Theta_{DC} = \frac{M_{DC}.L_2}{3EI} = \frac{(M_{DB}/2).L_2}{6EI} = \frac{M_{DB}.L_2}{4EI}$$

$$\Theta_{DA} = \Theta_{DB} = \Theta_{DC} \dots\dots\dots = \frac{M_{DA}.L_1}{3EI} = \frac{M_{DB}.H}{4EI} = \frac{M_{DB}.L_2}{4EI}$$

$$\frac{M_{DA}}{SF_{DA}} = \frac{M_{DB}}{SF_{DB}} = \frac{M_{DC}}{SF_{DC}}$$

$$M_{DA} : M_{DB} : M_{DC} = SF_{DA} : SF_{DB} : SF_{DC} : \dots\dots\dots \text{persamaan (B)}$$

Dengan menyelesaikan persamaan (A) dan (B) didapat :

$$M_{DA} = \frac{SF_{DA}}{SF_{DA} + SF_{DB} + SF_{DC}} (-M^o) = DF_{DA} (-M^o)$$

$$M_{DB} = \frac{SF_{DB}}{SF_{DA} + SF_{DB} + SF_{DC}} (-M^o) = DF_{DB} (-M^o)$$

$$M_{DC} = \frac{SF_{DC}}{SF_{DA} + SF_{DB} + SF_{DC}} (-M^o) = DF_{DC} (-M^o)$$

Terlihat bahwa distribution factor (DF) adalah perbandingan antara stiffness factor dengan total stiffness factor pada suatu joint.

d. Langkah-langkah Distribusi Momen

Jika contoh kasus ini kita perluas menjadi konstruksi dengan beberapa titik kumpul, maka tiap titik kumpul akan di analisa satu persatu yaitu dengan teknik melepas dan mengunci joint-joint tersebut sebagai berikut: joint pertama dilepas dan joint-joint lain dikunci, selanjutnya joint kedua dilepas dan joint-joint lainnya dikunci, begitu seterusnya.

Proses ini dilakukan berulang ulang sehingga dicapai keadaan dimana carry over moment mendekati atau sama dengan nol.

Secara garis besar langkah-langkah distribusi momen ini dapat ditulis sebagai berikut:

- Momen akibat muatan luar ataupun akibat goyangan didistribusikan ke titik kumpul dimana ia bekerja, distribusi ini sesuai dengan “distribution factor” dari masing masing titik.
- Momen distribusi ini kemudian dijalankan keseberangnya berupa carry over moment
- Carry over moment ini didistribusikan kemasing-masing titik sesuai dengan distribution factornya
- Proses ini dilakukan berulang-ulang sehingga dicapai keadaan dimana carry over moment telah mendekati atau sama ddengan nol.

e. Tipe Konstruksi dan Urutan Analisnya

• Konstruksi Tanpa Goyangan

Konstruksi tidak bergoyang mempunyai sifat yaitu portalnya simetris dan bekerja beban simetris. Untuk konstruksi ini langkah-langkah perhitungannya adalah seperti yang telah diuraikan di atas, dan momen yang akan dibereskan hanya akibat M^0 atau beban luar.

• Konstruksi Bergoyang

Karena adanya goyangan (geseran) maka konstruksi tidak hanya memikul momen akibat muatan luar saja tapi juga memikul momen akibat goyangan. Untuk dapat menganalisa hal ini dilakukan teknik perhitungan sebagai berikut:

- 1) Diadakan pendel-pendel penahan goyangan sehingga konstruksi dapat dianalisa sebagai konstruksi tanpa goyangan, yaitu menganalisa distribusi momen akibat muatan luar saja. Besar momen pada konstruksi tanpa goyangan ini dapat ditulis sebagai berikut:

$$M^0_{BA} = \dots\dots; M^0_{AB} = \dots\dots; M^0_{BC} = \dots\dots; \text{ dan seterusnya .}$$

Sedangkan pendel penahan goyangan masing-masing akan memikul gaya dorong sebesar:

$$A^0_0 = \dots; A^0_1 = \dots; A^0_2 = \dots; \text{ dan seterusnya.}$$

- 2) Pendel-pendel penahan goyangan ini dilepas satu persatu sehingga timbul momen-momen akibat goyangan tersebut. Karena pada dasarnya harga momen goyangan ini adalah dalam bentuk angka-angka perbandingan, maka hasil dari distribusi momen pada fase ini haruslah dikalikan dengan suatu angka pembandiing (x). Besar momen pada konstruksi bergoyang ini dapatlah ditulis sebagai berikut:

$$M^1_{AB} = \dots X_1; M^1_{BA} = \dots X_1; M^1_{BC} = \dots X_1; \text{ dan seterusnya.}$$

Sedangkan pendel-pendel penahan goyangan masing-masing memikul gaya dorong (juga dalam perbandingan) sebesar:

$$A^1_0 = \dots X_1; A^1_1 = \dots X_1; A^1_2 = \dots X_1; \text{ dan seterusnya.}$$

Selanjutnya melalui proses yang sama dapat dihitung pula harga momen goyangan dan gaya dorong akibat goyangan yang kedua, dan seterusnya. Besar momen pada goyangan kedua dapatlah ditulis sebagai berikut:

$$M^2_{AB} = \dots X_2; M^2_{BA} = \dots X_2; M^2_{BC} = \dots X_2; \text{ dan seterusnya.}$$

Gaya dorong dapat ditulis sebagai berikut:

$$A^2_0 = \dots X_2; A^2_1 = \dots X_2; A^2_2 = \dots X_2; \text{ dan seterusnya.}$$

- 3) Kedua hasil analisa tadi digabungkan. Berhubung karena pendel penahan goyangan sebenarnya “tidak ada” maka total gaya-gaya dorong harus sama dengan nol,

$$A^0_0 + A^1_0 + A^2_0 \dots = 0$$

$$A^0_1 + A^1_1 + A^2_1 \dots = 0$$

$$A^0_2 + A^1_2 + A^2_2 \dots = 0$$

Dengan menyelesaikan persamaan-persamaan tersebut diatas, maka akan diperoleh “angka-angka pembandiing” berupa:

$$X_1 = \dots; X_2 = \dots; X_3 = \dots; \text{ dan seterusnya.}$$

Akhirnya Total End Momen dapat dihitung sebagai berikut:

$$TEM = M^0 + M^1(X_1) + M^2(X_2) + \dots$$

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum

Dalam penulisan tugas akhir ini digunakan metode penelitian yang berdasarkan pada objek penelitian di proyek dengan metode studi kasus. Yang dilakukan dalam metode studi kasus ini yaitu meninjau dan merencanakan kembali suatu objek penelitian sesuai dengan kondisi bangunan yang menjadi objek penelitian. Perencanaan ulang struktur bangunan atas ini dianalisis menggunakan program perhitungan struktur berbasis komputer yaitu program SAP2000 v.14. Analisa perhitungan struktur atas yang direncanakan mengacu pada SNI 13-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung dan SNI 1726:2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 1727:2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain dan Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG 1981) sebagai acuan dalam memasukan ketentuan berat yang dipikul oleh struktur tersebut .

Penelitian studi kasus dilakukan pada Proyek Modis Land Fashion Store di Kota Manado. Struktur bangunan Modis Land Fashion Store menggunakan struktur baja profil yang terdiri dari 3 lantai. Gedung tersebut akan ditinjau beberapa parameter kegempanya dengan berdasarkan SNI 1726:2012. Sedangkan untuk struktural gedung baja akan mengacu pada SNI 13-1729-2002.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini tempat penelitian dilakukan pada Proyek Modis Land Fashion Store Kota Manado Sulawesi Utara, dan waktu penelitian dilakukan selama proses Praktek Kerja Lapangan, dalam jangka waktu tiga bulan setengah dari tanggal 2 Agustus 2017 sampai dengan 15 November 2017.

3.3 Pengumpulan Data

Dalam pembuatan tugas akhir ini, diperlukan data-data sebagai bahan acuan untuk mempermudah proses perencanaan dan penyusunan tugas akhir tersebut. Data yang dikumpulkan dapat diklarifikasi menurut dua jenis yaitu sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari studi langsung di lapangan. Data primer berhubungan dengan data-data teknis proyek meliputi data tanah, peta lokasi perencanaan, gambar proyek dan mutu material. Data primer dapat dipergunakan sebagai dasar perencanaan dalam penyusunan tugas akhir.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari studi literatur seperti buku, makalah, jurnal, penelitian terdahulu dan dapat berupa data yang dapat diolah. Data sekunder yang dimaksud yaitu peraturan-peraturan atau ketentuan-ketentuan, grafik-grafik, dan table-tabel yang diperlukan sebagai dasar perhitungan perencanaan dalam penyusunan tugas akhir.

Secara garis besar data yang dikumpulkan dalam Analisa Struktur dan Metode Pelaksanaan Modisland Fashion Store ini yaitu :

- 1) Deskripsi umum bangunan yang meliputi fungsi bangunan dan lokasi bangunan yang didirikan. Fungsi bangunan penting untuk perencanaan pembebanan dan lokasi bangunan penting untuk mengetahui keadaan tanah serta kategori resiko gempa.
- 2) Denah dan sistem struktur bangunan yang meliputi rencana struktur yang akan direncanakan seperti struktur atap, struktur portal dan lainnya untuk perhitungan perencanaan lebih lanjut. Sedangkan rencana denah perlu untuk diketahui sejak awal untuk perencanaan beban-beban yang akan ditumpu oleh struktur tersebut.

- 3) Mutu bahan dan dimensi-dimensi struktur yang digunakan ditentukan nilainya seperti beton (f'_c) dan baja (f_y) untuk pendefinisian material dan bagian-bagian struktur yang akan dihitung dalam perencanaan struktur.
- 4) Standar dan referensi berupa peraturan-peraturan yang digunakan dalam perencanaan struktur.

Dari uraian data yang diperlukan maka dapat ditentukan metode pengumpulan data yang akan dilaksanakan. Adapun metode pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut :

- 1) Metode Observasi, yaitu pengumpulan data dengan cara mengadakan pengamatan langsung di lokasi perencanaan.
- 2) Metode Dokumentasi, yaitu mengambil data-data dari hasil penyelidikan, penelitian, tes atau pengujian laboratorium, acuan maupun standar yang diperlukan dalam perencanaan bangunan.
- 3) Wawancara, yaitu pengumpulan data dengan cara mewawancarai langsung pihak-pihak yang terkait langsung di lapangan.

3.4 Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan analisis struktur sebagai evaluasi terhadap bangunan yang dijadikan sebagai studi kasus. Penelitian dilakukan dengan menggunakan bantuan program SAP2000 v.14, dengan tahapan sebagai berikut:

1. Studi literatur dan mencari data-data gedung, seperti: denah struktur, geometri, model struktur dan beban yang akan digunakan.
2. Pengumpulan data dan informasi tentang bangunan yang dijadikan studi kasus penelitian ini, baik data primer maupun data sekunder. Data yang penting yang sangat diperlukan adalah *shop drawing*. Dari data tersebut kemudian diketahui dimensi dan spesifikasi struktur yang digunakan sehingga dapat dilakukan permodelan dan analisa dengan bantuan SAP2000 v.14. Dalam pemodelan struktur baik pada program SAP2000 v.14, bagian bangunan non struktural pada penelitian ini tidak dimodelkan karena tidak mempunyai pengaruh yang signifikan dalam permodelan. Data tanah yang digunakan berdasarkan data tanah yang sudah ada. Data

tanah ini diperlukan untuk menentukan kelas situs gempa pada perhitungan gempa.

3. Menghitung beban mati dan beban hidup yang terjadi berdasarkan PPIUG 1983 dan SNI 1727:2013 sesuai fungsi dan jenis yang terdapat pada data.
4. Menghitung parameter beban gempa berdasarkan SNI 1726:2012 .Parameter tersebut akan digunakan untuk menghitung distribusikan beban gempa terhadap struktur bangunan.
5. Melakukan pemodelan struktur 3 dimensi sesuai dengan denah dan *shopdrawing* gedung yang menjadi objek studi kasus dengan program SAP2000 v.14 termasuk detail dimensi dan spesifikasi material yang terdapat di dalamnya serta input beban-beban yang bekerja dan kombinasi beban yang digunakan.
6. Melakukan analisis struktur dengan bantuan SAP2000 v.14 dan. Analisis ini akan menghasilkan gaya-gaya dalam yang terjadi dan kekuatan masing-masing elemen struktur dai beberapa kombinasi pembebanan yang digunakan.
7. Dari gaya-gaya dalam yang didapat dari analisis struktur dengan bantuan SAP2000 v.14 maka dapat dihitung kebutuhan dimensi profil baja, sambungan balok, dan sambungan kolom berdasarkan SNI 13-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
8. Membandingkan antara hasil dari perhitungan SAP2000 v.14 dengan perhitungan manual untuk portal yang ditinjau.
9. Mengambil kesimpulan berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang sesuai dengan tujuan penelitian yang dilakukan.

BAB IV

DATA PERENCANAAN

4.1 Data Umum Proyek

Berikut ini data-data pembangunan Modis Land Fashion Store :

- Nama Proyek : Proyek Pembangunan Modis Land Fashion Store
- Nama Pemilik : Doong Tain Kong
- Nama Pekerjaan : Konstruksi Gedung
- Lokasi Proyek : Kompleks Pasar 45
- Konsultan Perencana : CV. Mekanika Baja Utama
- Kontraktor Pelaksana : CV. Mekanika Baja Utama
- Jenis Pekerjaan : Struktur, Arsitektur, MEP
- Jenis Konstruksi : Konstruksi Baja
- Jenis Pondasi : Bored Pile
- Jumlah Lantai : 3 Lantai
- Jenis Proyek/Fungsi Bangunan : Pertokoan
- Waktu Pelaksanaan : 1 Februari 2017 - Desember 2017
- Anggaran : Rp. 3.888.762.000,-

4.2 Data Khusus Proyek

4.2.1 Pemodelan Struktur

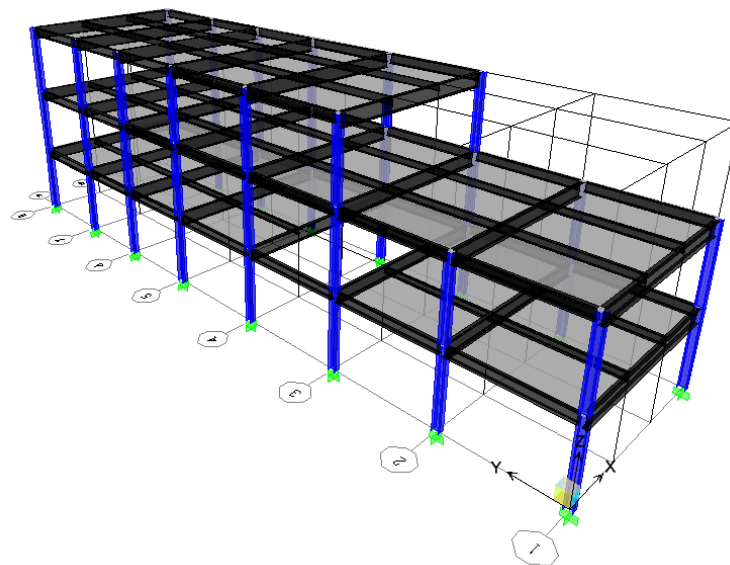
Pemodelan struktur pada penelitian ini menggunakan program SAP2000 V.14 dan sesuai dengan gambar perencanaan dan keadaan nyata bangunan. Gedung Modisland Fashion Store memiliki 3 lantai ditambah 1 lantai dak atap. Modisland Fashion Store memiliki data-data pemodelan sebagai berikut :

1. Lebar Gedung : 8.9 meter
2. Panjang Gedung : 32.75 meter
3. Tinggi Gedung : 10,5 meter
4. Jumlah Lantai : 3 lantai dan 1 dak atap

5. Tinggi Tiap Lantai :

Tabel 4.1. Tinggi Tiap Lantai

Lantai	Tinggi Bangunan (m)	Elevasi Tiap Lantai (m)
1	0	0
2	3,5	+3,5
3	7	+3,5
Dak Atap	10,5	+3,5



Gambar 4.1 Pemodelan Struktur Bangunan

4.2.2 Profil Struktur

1. Dimensi Pelat

a. Pelat Lantai : 120 mm

2. Dimensi Kolom :

- H-Beam 300 x 300 x 10 x 15

3. Dimensi Balok :

- B1 : IWF 400 x 200 x 8 x 13

- B2 : IWF 600 x 200 x 11 x 17

- B3 : IWF 300 x 150 x 6,5 x 9

4.2.3 Spesifikasi Material

1. Mutu Baja (BJ-37) :
 - Berat Jenis: 7850 Kg/m^3
 - Modulus Elastisitas: 210.000 Mpa
 - F_y (tegangan leleh minimum) : 240 Mpa
 - F_u (tegangan putus minimum) : 370 MPa
2. Mutu Beton Pelat Lantai
 - $K350 = f'_c 29,05 \text{ Mpa}$
 - Berat Jenis : 2400 Kg/m^3
 - Modulus Elastisitas : $25332,0844 \text{ Mpa}$

BAB V

ANALISIS PEMBAHASAN

5.1. Tinjauan Umum

Analisis struktur baja ini dilakukan dengan menggunakan pemodelan struktur 3 dimensi dengan bantuan software SAP 2000. Kolom dan balok dari struktur gedung dimodelkan sebagai elemen frame, sedangkan pelat lantai, dimodelkan sebagai elemen shell.

Untuk analisis terhadap beban gempa, struktur gedung dimodelkan sebagai struktur bangunan geser (shear building), dimana lantai-lantai dari bangunan di anggap sebagai diafragma kaku. Dengan model ini, masa-masa dari setiap bangunan dipusatkan pada titik berat lantai. Setelah didesain struktur dicek terhadap beban-beban yang bekerja apakah memenuhi syarat, ataupun tidak. Jika struktur belum memenuhi syarat ketahanan terhadap beban-beban yang bekerja, struktur didesain kembali dengan penampang yang lebih kuat dan ekonomis.

Dari tahap analisa struktur kemudian didapatkan hasil penampang struktur bangunan yang kuat dan sesuai dengan gaya-gaya yang bekerja, serta didesain sambungan terhadap profil dari elemen struktur baja. Jika struktur yang didesain sudah sesuai dengan konsep perencanaan, maka struktur yang didesain siap dibangun dengan melakukan metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja yang benar.

5.2. Pembebanan Struktur

1. Beban Mati

Berat sendiri elemen struktur terdiri dari berat sendiri kolom, balok, dan pelat lantai. Berat sendiri elemen struktur tersebut dihitung secara otomatis oleh software SAP 2000. Selain berat sendiri elemen struktural, pada beban mati juga terdapat beban lain yang berasal dari arsitektural bangunan yaitu:

a. Pada Pelat Lantai 2-3

Plester (2,5 cm) = 53 Kg/m²

Keramik = 24 Kg/m²

$$\begin{aligned}
 \text{M/E} &= 25 \text{ Kg/m}^2 \\
 \text{Plafon} &= \frac{18 \text{ Kg/m}^2}{+} \\
 &= 120 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

b. Pada Dak Atap

$$\begin{aligned}
 \text{Plester (2,5 cm)} &= 53 \text{ Kg/m}^2 \\
 \text{Water Proofing} &= 5 \text{ Kg/m}^2 \\
 \text{M/E} &= 25 \text{ Kg/m}^2 \\
 \text{Plafon} &= \frac{18 \text{ Kg/m}^2}{+} \\
 &= 100 \text{ Kg/m}^2
 \end{aligned}$$

c. Pada Balok

$$\text{Bata Merah} = 250 \text{ Kg/m}^2$$

2. Beban Hidup

a. Pada Pelat Lantai 2-3

$$\text{Beban Hidup} = 250 \text{ Kg/m}^2 \text{ (sesuai dengan PPIUG)}$$

b. Pada Dak Atap

$$\text{Beban Hidup} = 100 \text{ Kg/m}^2 \text{ (sesuai dengan PPIUG)}$$

3. Beban Gempa

Analisa struktur terhadap beban gempa mengacu pada SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Analisa struktur terhadap beban gempa pada bangunan gedung dilakukan dengan Metode Analisis Dinamik Spektrum Respon. Besarnya beban gempa nominal pada struktur dihitung dengan rumus:

$$V = \frac{W.C.I}{R}$$

Dimana:

V: beban gempa

W: Berat bangunan

C: Koefisien respon gempa

I: Faktor keutamaan struktur

R: Faktor reduksi gempa

a. Faktor Keutamaan Struktur (I)

Dari tabel faktor keutamaan bangunan (SNI 1726-2012), besarnya faktor keutamaan struktur untuk gedung umum seperti toko diambil sebesar 1.

Tabel 5.1 Kategori Resiko Gedung

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 - <u>Rumah toko dan rumah kantor</u> - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II

Sumber: SNI 1726-2012

Tabel 5.2 Faktor Keutamaan Gempa (I)

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

Sumber: SNI 1726-2012

b. Faktor Reduksi Gempa (R)

Dari tabel faktor reduksi gempa (SNI 1726-2012), struktur gedung ini termasuk dalam kategori struktur rangka baja pemikul momen biasa, besarnya nilai faktor reduksi gempa adalah 3,5.

Tabel 5.3 Faktor Reduksi Gempa (R)

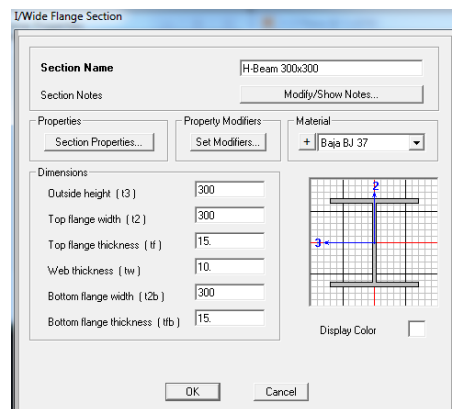
Sistem penahan-gaya seismik	Koefisien modifikasi respons, R^a	Faktor kuat-lebih sistem, Ω_0^g	Faktor pembesaran defleksi, C_d^b	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur, h_n (m) ^c				
				Kategori desain seismik				
				B	C	D ^d	E ^d	F ^e
24.Dinding rangka ringan dengan panel geser dari semua material lainnya	2½	2½	2½	TB	TB	10	TB	TB
25.Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	8	2½	5	TB	TB	48	48	30
26.Dinding geser pelat baja khusus	7	2	6	TB	TB	48	48	30
C.Sistem rangka pemikul momen								
1. Rangka baja pemikul momen khusus	8	3	5½	TB	TB	TB	TB	TB
2. Rangka batang baja pemikul momen khusus	7	3	5½	TB	TB	48	30	TI
3. Rangka baja pemikul momen menengah	4½	3	4	TB	TB	10 ^{h,j}	TI ^k	TI ^l
<u>4. Rangka baja pemikul momen biasa</u>	<u>3½</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>TB</u>	<u>TB</u>	<u>TI^k</u>	<u>TI^k</u>	<u>TI^l</u>

Sumber: SNI 1726-2012

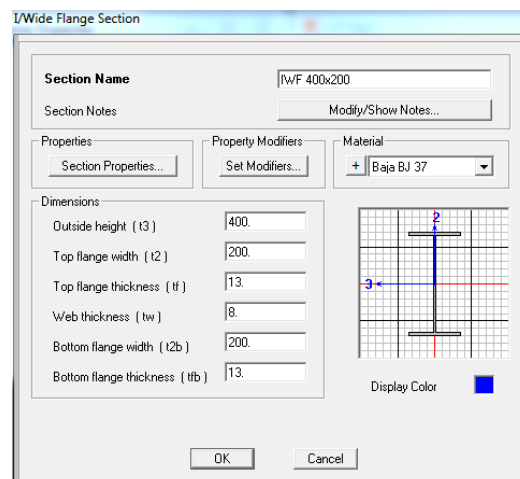
5.3. Analisa Penampang Struktur Baja

Dimensi perencanaan awal untuk bangunan ini menggunakan profil baja

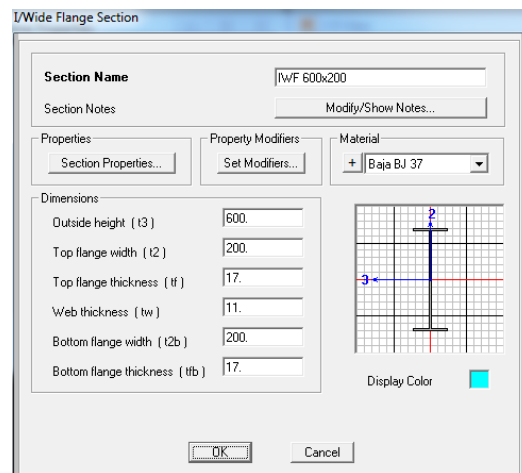
- Kolom : H-Beam 300X300X10X15.
- Balok :
 - B1 : IWF 400 x 200 x 8 x13
 - B2 : IWF 600 x 200 x 11 x 17
 - B3 : IWF 300 x 150 x 6,5 x 9



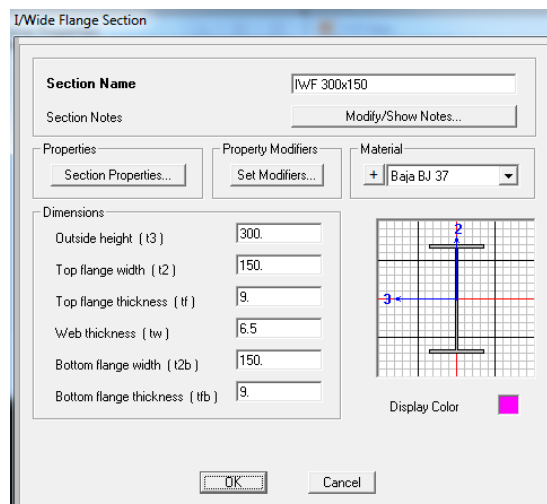
Gambar 5.1 Penampang Profil H-Beam 300x300



Gambar 5.2 Penampang Profil IWF 400 x 200



Gambar 5.3 Penampang Profil IWF 600 x 200



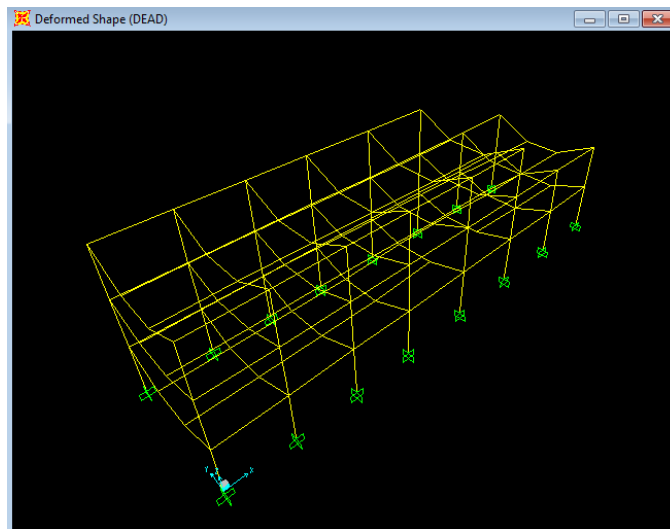
Gambar 5.4 Penampang Profil IWF 300 x 150

Dengan mutu material:

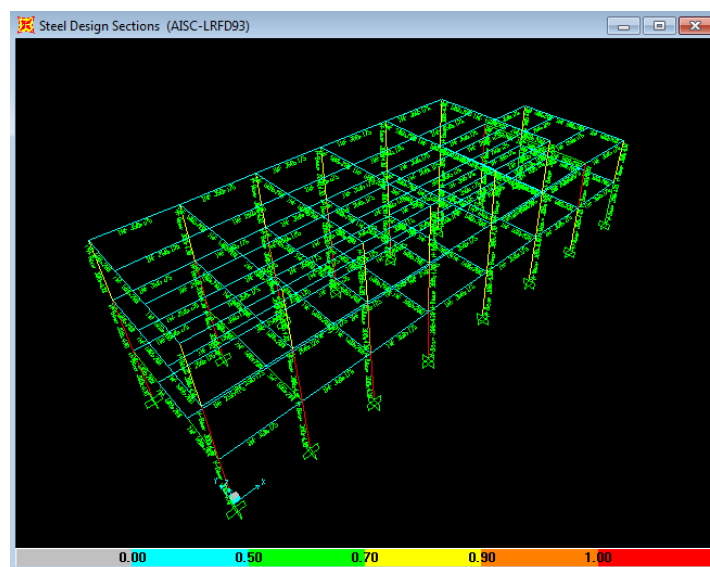
- Berat jenis baja : 7850 kg/m³
- Modulus elastisitas : 210.000 MPa
- Angka poisson : 0,3
- Tegangan Putus Minimum (fu) : 370 MPa
- Tegangan leleh minimum (fy) : 240 Mpa

Setelah dilakukan analisa struktur dengan software SAP 2000 sesuai dengan beban yang bekerja, serta kombinasi pembebanan termasuk beban gempa, struktur kolom dengan profil baja H-Beam 300X300X10X15 berada pada angka kerawanan struktur $>1,0$ (Merah). Artinya struktur tidak mampu memikul beban maksimum yang akan terjadi.

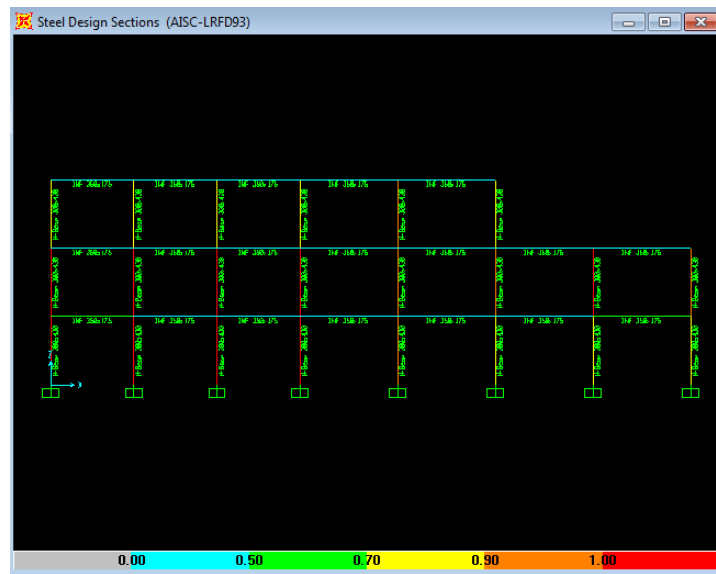
Sedangkan untuk balok IWF 400 x 200 x 8 x13, IWF 600X200X11X17, dan IWF 300X150X6,5X9. Berada pada angka kerawanan struktur 0,00 – 0,50 artinya struktur terlalu kuat dan kaku, sehingga masih bisa di perkecil dengan penampang profil baja yang lebih ekonomis.



Gambar 5.5 Struktur Mengalami Deformasi Akibat Beban Mati



Gambar 5.6 Pengecekan Struktur Baja 3 Dimensi



Gambar 5.7 Pengecekan Struktur Baja Portal

5.4. Redesain Penampang Struktur Baja

Dikarenakan struktur yang direncanakan sebelumnya belum memenuhi syarat untuk memikul beban dan gaya-gaya yang bekerja sesuai dengan standar yang benar, maka dilakukan desain kembali penampang profil baja yang kuat dan ekonomis untuk menahan beban-beban yang bekerja.

Dimensi penampang profil baja redesain yaitu:

- Kolom : H-Beam 346X370X12,85X12,85.
- Balok :

B1	:	IWF 350 x 175 x 7 x 11
B2	:	IWF 450 x 175 x 7 x 11
B3	:	IWF 250 x 125 x 6 x 9

I/Wide Flange Section

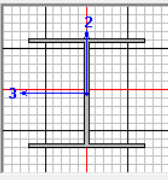
Section Name H-Beam 346x370

Section Notes Modify/Show Notes...

Properties Section Properties... Property Modifiers Set Modifiers... Material + Baja BJ 37

Dimensions

Outside height (t3)	346.
Top flange width (t2)	370.
Top flange thickness (tf)	12.85
Web thickness (tw)	12.85
Bottom flange width (t2b)	370.
Bottom flange thickness (tfb)	12.85



Display Color ☐

OK Cancel

Gambar 5.8 Penampang Profil H-Beam 346x370

I/Wide Flange Section

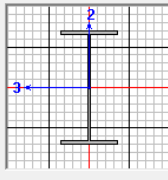
Section Name IwF 350x175

Section Notes Modify/Show Notes...

Properties Section Properties... Property Modifiers Set Modifiers... Material + Baja BJ 37

Dimensions

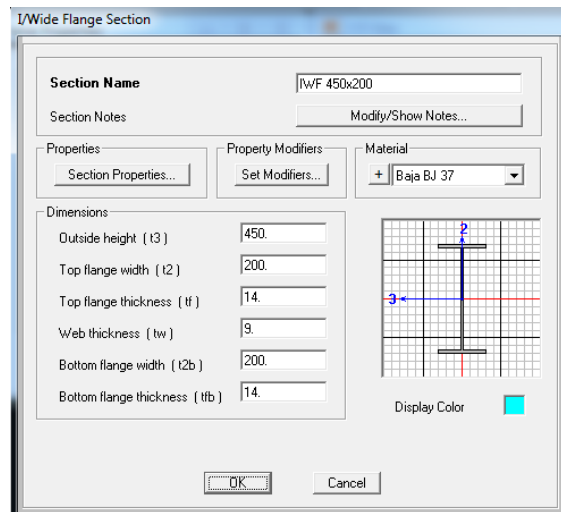
Outside height (t3)	350.
Top flange width (t2)	175.
Top flange thickness (tf)	11.
Web thickness (tw)	7.
Bottom flange width (t2b)	175.
Bottom flange thickness (tfb)	11.



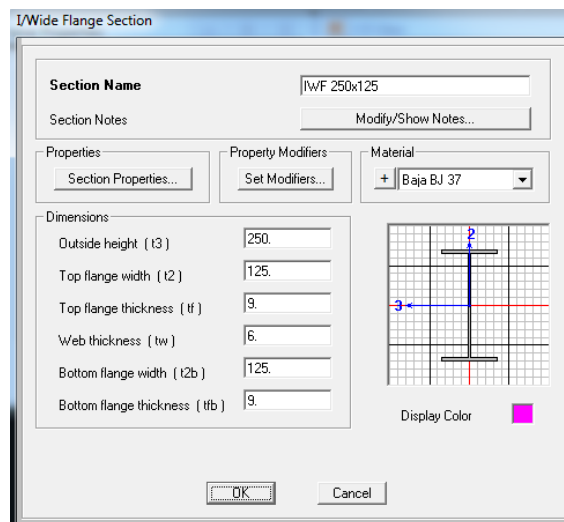
Display Color ☒

OK Cancel

Gambar 5.9 Penampang Profil IWF 350 x 175



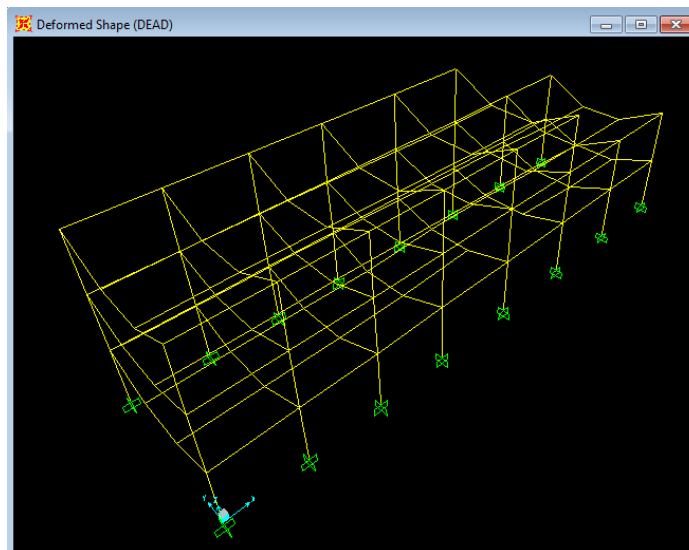
Gambar 5.10 Penampang Profil IWF 450 x 200



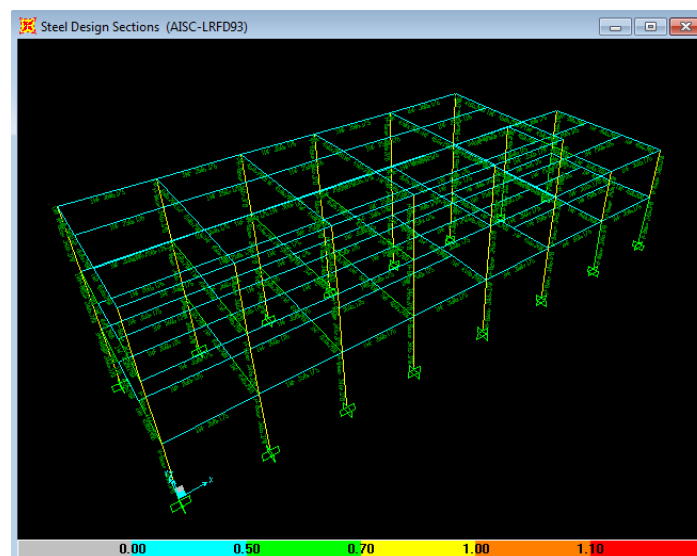
Gambar 5.11 Penampang Profil IWF 250 x 125

Penampang struktur direncanakan sesuai dengan beban yang ada dan gaya-gaya yang bekerja. Untuk profil kolom agak diperbesar dari ukuran sebelumnya. Untuk profil baja digunakan profil yang agak lebih kecil, agar lebih ekonomis.

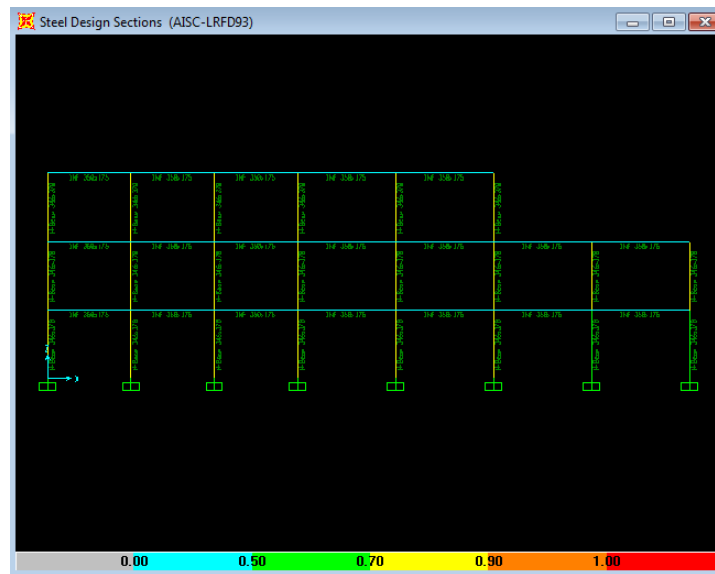
Kemudian setelah selesai pemodelan penampang profil pada struktur, sktruktur kemudian di running dalam program SAP200 dan di cek kekuatan struktur baja.



Gambar 5.12 Struktur Mengalami Deformasi Akibat Beban Mati



Gambar 5.13 Pengecekan Struktur Baja 3 Dimensi



Gambar 5.14 Pengecekan Struktur Baja Portal

Berdasarkan hasil running dan pengecekan struktur baja melalui program SAP2000, dengan memperhitungkan beban-beban yang bekerja, Kolom Profil H-Beam 346X370X12,85X12,85 berada pada angka kerawanan struktur 0.70 – 1.0 (kuning – orange). Sementara untuk Balok Profil IWF 350x175x7x11, IWF 450x175x7x11, dan IWF 250x125x6x9 berada pada angka kerawanan struktur 0.00 – 0.70 (biru – hijau).

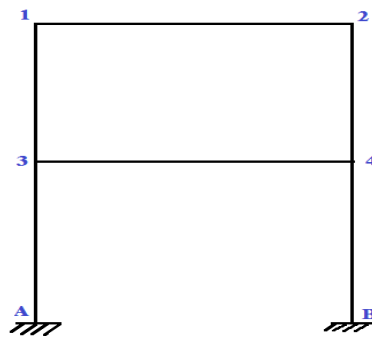
Dapat disimpulkan bahwa desain ulang penampang kolom profil H-Beam 346X370X12,85X12,85 yang agak diperbesar dari ukuran sebelumnya sudah mampu untuk memikul struktur yang ada. Sedangkan untuk penampang balok profil IWF 350x175x7x11, IWF 450x175x7x11, dan IWF 250x125x6x9, yang diperkecil dari ukuran sebelumnya masih mampu untuk memikul struktur yang ada dan penampang profil struktur baja menjadi lebih ekonomis.

Tabel 5.4 Momen Maksimum Pada Penampang Balok dan Kolom

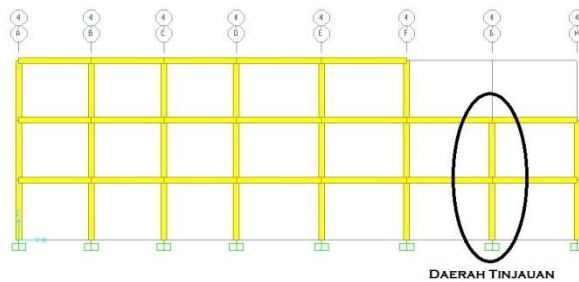
Lantai	K H-Beam 346X370 (kgm)	B1 IWF 350x175 (kgm)	B2 IWF 450x175 (kgm)	B3 IWF 250x125 (kgm)
1	10974.41	6118.01	16689.39	307.15
2	8655.34	5347.07	13707.68	262.48
3	6348.11	3191.36	11674.52	261.90

5.5. Perhitungan Manual Tinjauan Portal

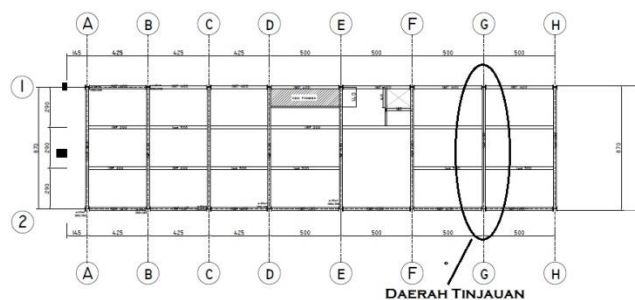
Perhitungan manual ini hanya sebagai pembanding dari hasil SAP2000, untuk melihat nilai selisih dari hasil hitungan manual dan hasil perhitungan SAP2000, perhitungan manual ini menggunakan metode distribusi momen (cross).



Gambar 5.15 Portal Yang Ditinjau



Gambar 5.16 Daerah Tinjauan Tampak Portal Memanjang



Gambar 5.17 Daerah Tinjauan Tampak Denah

Stiffness Factor

a. Inersia

Kolom H-Beam 346x370x12.85x12.85

$I = 30520 \text{ cm}^4$ (referensi: tabel profil konstruksi baja)

$I = 1$ (Perbandingan. Jika $I_k = 1$, maka $I_b = 1.0976$)

Balok IWF 450x200x9x14

$I = 33500 \text{ cm}^4$ (referensi: tabel profil konstruksi baja)

$I = 1.0976$ (Perbandingan. Jika $I_k = 1$, maka $I_b = 1.0976$)

b. $SF = \frac{4EI}{L}$

$$1) \text{ Titik 1 : } SF_{12} = I_b/L = 1.0976/3.5 = 0,1262 \text{ E}$$

$$SF_{13} = I_k/L = 1/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

$$2) \text{ Titik 2 : } SF_{21} = I_b/L = 1.0976/3.5 = 0,1262 \text{ E}$$

$$SF_{24} = I_k/L = 1/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

$$3) \text{ Titik 3 : } SF_{31} = I_k/L = 1/3.5 = 0,1262 \text{ E}$$

$$SF_{34} = I_b/L = 1.0976/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

$$SF_{3A} = I_k/L = 1/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

$$4) \text{ Titik 4 : } SF_{42} = I_k/L = 1/3.5 = 0,1262 \text{ E}$$

$$SF_{43} = I_b/L = 1.0976/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

$$SF_{3B} = I_k/L = 1/3.5 = 0,2857 \text{ E}$$

Distribution Factor

$$DF = \frac{SF}{\sum SF}$$

$$1) \text{ Titik 1 : } DF_{12} = \frac{0,1262}{(0,1262 + 0,2857)} = 0.3063$$

$$DF_{13} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857)} = 0.6937$$

$$2) \text{ Titik 2 : } DF_{21} = \frac{\sum DF_1 = 1}{\frac{0,1262}{(0,1262 + 0,2857)}} = 0.3063$$

$$DF_{24} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857)} = 0.6937$$

$$\sum DF_2 = 1$$

$$3) \text{ Titik 3 : } DF_{31} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.4096$$

$$DF_{34} = \frac{0,1262}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.1809$$

$$DF_{3A} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.4096$$

$$\sum DF \ 3 = 1$$

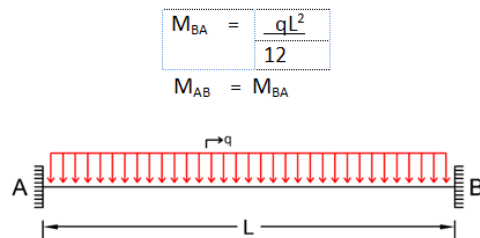
$$4) \text{ Titik 4 : } DF_{42} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.4096$$

$$DF_{42} = \frac{0.5047}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.1809$$

$$DF_{4B} = \frac{0,2857}{(0,1262 + 0,2857 + 0,2857)} = 0.4096$$

$$\sum DF \ 4 = 1$$

Fixed End Moment 0



Gambar 5.18 Diagram Penyaluran Beban

1. Batang 1-2

a. Beban mati pelat

$$L_x = 2.9 \text{ m}, L_y = 5 \text{ m}$$

$$q = 0.388 \text{ t/m}$$

$$q \text{ segitiga} = 2(1/3 \cdot q \cdot L_x) \\ = 0.750 \text{ t/m}$$

Berat sendiri balok

$$L = 8.7 \text{ m}$$

$$q_D = 559.47 \text{ kg} = 0.5595 \text{ ton}$$

x 1.2 Beban Mati

$$1.2 \ q_D = 1.2 (0.750 + 0.5595) \\ = 1.5715 \text{ t/m}$$

Momen Primer (terbagi rata)

$$\begin{aligned} M_{12} &= ql^2/12 \\ &= (1.5715 \times 8.7^2)/12 \\ &= 9.9124 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -M_{12} \\ &= -9.9124 \text{ tm} \end{aligned}$$

b. Beban hidup pelat

$$L_x = 2.9 \text{ m}, L_y = 5 \text{ m}$$

$$q = 0.388 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} q \text{ segitiga} &= 2(1/3 \cdot q \cdot L_x) \\ &= 0.750 \text{ t/m} \end{aligned}$$

x 1.6 Beban Hidup

$$1.6 qL = 1.6 \times 0.750 = 1.200 \text{ t/m}$$

Momen Primer (terbagi rata)

$$L = 8.7 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} M_{12} &= ql^2/12 \\ &= (1.200 \times 8.7^2)/12 \\ &= 7.5703 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -M_{12} \\ &= -7.5703 \text{ tm} \end{aligned}$$

c. Momen Total

$$\begin{aligned} M_{12} &= (9.9124 + 7.5703) \\ &= 17.4828 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= (-9.9124 - 7.5703) \\ &= -17.4828 \text{ tm} \end{aligned}$$

2. Batang 3-4

d. Beban mati pelat

$$L_x = 2.9 \text{ m}, L_y = 5 \text{ m}$$

$$q = 0.408 \text{ t/m}$$

$$\begin{aligned} q \text{ segitiga} &= 2(1/3 \cdot q \cdot L_x) \\ &= 0.789 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Berat sendiri balok

$$L = 8.7 \text{ m}$$

$$q_D = 559.47 \text{ kg} = 0.5595 \text{ ton}$$

x 1.2 Beban Mati

$$\begin{aligned} 1.2 q_D &= 1.2 (0.789 + 0.5595) \\ &= 1.6179 \text{ t/m} \end{aligned}$$

Momen Primer (terbagi rata)

$$\begin{aligned} M_{12} &= ql^2/12 \\ &= (1.6179 \times 8.7^2)/12 \\ &= 10.2051 \text{ tm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{21} &= -M_{12} \\ &= -10.2051 \text{ tm} \end{aligned}$$

- e. Beban hidup pelat
 $L_x = 2.9 \text{ m}$, $L_y = 5 \text{ m}$
 $q = 0.538 \text{ t/m}$
 $q \text{ segitiga} = 2(1/3 \cdot q \cdot L_x)$
 $= 1.040 \text{ t/m}$
x 1.6 Beban Hidup
 $2.6 \text{ qL} = 1.6 \times 0.750 = 1.6642 \text{ t/m}$
Momen Primer (terbagi rata)
 $L = 8.7 \text{ m}$
 $M_{12} = ql^2/12$
 $= (1.6642 \times 8.7^2)/12$
 $= 10.4970 \text{ tm}$
 $M_{21} = -M_{12}$
 $= -10.4970 \text{ tm}$
- f. Momen Total
 $M_{12} = (10.2051 + 10.4970)$
 $= 20.7021 \text{ tm}$
 $M_{21} = (-10.2051 - 10.4970)$
 $= -20.7021 \text{ tm}$

Tabel 5.6 Pemberesan Momen

JOINT	1				2				3				4			
MEMBER	A	B	12	13	21	24	31	34	3A	42	43	4B				
STIFFNESS FACTOR	A3	B4	0.504662	1.142857	0.504662	1.142857	1.142857	0.504662	1.142857	1.142857	0.504662	1.142857				
DISTRIBUTION FACTOR	-	-	0.306317	0.693683	0.306317	0.693683	0.409571	0.180858	0.409571	0.409571	0.180858	0.409571				
FIXED END MOMENT	-	-	17.482753	-12.127497	-17.482753	-12.127497	-6.063749	20.702101	20.702101	20.702101	-20.702101	20.702101				
			-5.352526	3.087729	6.175458	13.984923	-5.995443	-2.647466	-5.995443	6.992462	-1.323733	6.157232				
	-2.997722	3.078616	-2.997722	-0.062437	-0.013785	3.078616	-0.031218	1.359454	-5.995443	6.157232	2.718908	6.157232				
			-0.027571	-0.062437	-0.013785	-0.031218	-0.544007	-0.240222	-0.544007	-1.063011	-0.120111					
	-0.272003	-0.469404	-0.469404	-0.272003	-0.938808	-2.126022	-0.544007	-0.240222	-0.544007	0.484573	0.113977	0.484573				
		0.242286				0.242286	0.257151	0.106989		-0.123420	-0.032929					
	-0.074571		0.227105	0.514302	0.113553	-0.246840	-0.149141	-0.065858	-0.149141	0.064036	0.028277	0.064036				
			-0.054500	-0.074571	-0.108999	-0.246840	0.014138	0.014138		-0.017962	-0.005327					
		0.032018	0.039536	0.089534	0.019769	0.032018	0.047677	0.047677		0.009538	0.004212	0.009538				
	-0.012063		-0.007931	-0.012063	-0.015863	-0.035923	-0.024126	-0.010654	-0.024126	0.001447	-0.000818	0.001447				
		0.004769	0.006125	0.013870	0.003062	0.004769	0.006935	0.002106		-0.002716	0.000639	0.001447				
	-0.001851		0.001199	-0.001851	-0.002599	-0.005433	-0.003703	-0.001635	-0.003703	0.001447	-0.000818	0.001447				
		0.000724			0.000724	0.000724	0.001058	0.000320		-0.000413	-0.000125	0.000220				
			0.000935	0.002116	0.000467	-0.00026	-0.000564	-0.000249	-0.000564	0.000220	0.000097	0.000220				
	-0.000282		-0.000182	-0.000282	-0.000385	-0.00026	-0.000564	0.000049		-0.000063	-0.000019	0.000034				
		0.000110	0.000142	0.000322	0.000071	0.000110	0.000161			0.000034	0.000015	0.000034				
			-0.000028	-0.000028	-0.000056	-0.000126	-0.000086	-0.000038	-0.000086	-0.000010	-0.000003					
	-0.000043			-0.000043		0.000017	0.000025	0.000007		0.000034	0.000015	0.000034				
		0.000017	0.000022	0.000049	0.000011		0.000025			-0.000010	-0.000003					
	-0.000007		-0.000004	-0.000007	-0.000008	-0.000019	-0.000013	-0.000006	-0.000013	0.000005	0.000002	0.000005				
		0.000003	0.000003	0.000007	0.000002	0.000003	0.000004	0.000001		-0.000001	-0.000000					
	-0.000001		-0.000001	-0.000001	-0.000001	-0.000003	-0.000002	-0.000001	-0.000002	0.000001	0.000000	0.000001				
		0.000000				0.000000	0.000001	0.000000		0.000001	0.000000					
			0.000001	0.000001	0.000000	0.000000	0.000001			0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000				
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
		0.000000				0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
			0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000					
	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0										

M0

Menghitung nilai H

$$H_{13} = H_{31} = \frac{M_{13}+M_{31}}{h} = \frac{14,9283+12,5020}{3,5} = 7,8372$$

$$H_{24} = H_{42} = \frac{M_{24}+M_{42}}{h} = \frac{14,9283+12,5020}{3,5} = 7,8372$$

$$H_{3A} = H_{A3} = \frac{M_{3A}+M_{A3}}{h} = \frac{6,7171+3,3585}{3,5} = 2,8788$$

$$H_{4B} = H_{B4} = \frac{M_{4B}+M_{B4}}{h} = \frac{6,7171+3,3585}{3,5} = 2,8788$$

$$\sum H = 0$$

$$2.8788-2.8788 = 0$$

Menghitung reaksi perletakan

Batang 1-2

$$V_{12} \quad \sum M_2 = 0$$

$$-M_{12}+M_{21}-(P_{1.8,7})-(P_{2.5,8})-(R_{.4,35})-(P_{3.2,9})+(V_{12.L}) = 0$$

$$-14,9283+14,9283-(0,989.8,7)-(0,1606.5,8)-(24,1141.4,35)-$$

$$(0,1606.2,9)+(V_{12.8,7}) = 0$$

$$-114,8981+8,7V_{12}$$

$$V_{12} = \frac{114,8981}{8,7} = 13,2067$$

Batang 2-1

$$V_{21} \quad \sum M_1 = 0$$

$$-M_{12}+M_{21}+(P_{4.8,7})+(P_{2.5,8})+(R_{.4,35})+(P_{3.2,9})-(V_{21.L}) = 0$$

$$-14,9283+14,9283+(0,989.8,7)+(0,1606.5,8)+(24,1141.4,35)+(0,1606.2,9)-$$

$$(V_{21.8,7}) = 0$$

$$114,8981-8,7V_{12}$$

$$V_{21} = \frac{114,8981}{8,7} = 13,2067$$

Batang 3-4

$$V_{34} \quad \sum M_4 = 0$$

$$-M_{34} + M_{43} - (P_{1.8,7}) - (P_{2.5,8}) - (R_{.4,35}) - (P_{3.2,9}) + (V_{34.L}) = 0$$

$$-19,2190 + 19,2190 - (0,989.8,7) - (0,1606.5,8) - (28.5546.4,35) - (0,1606.2,9) + (V_{34.8,7}) = 0$$

$$-134,2142 + 8,7V_{34}$$

$$V_{34} = \frac{134,2142}{8,7} = 15,4269$$

Batang 4-3

$$V_{43} \quad \sum M_3 = 0$$

$$-M_{34} + M_{43} + (P_{4.8,7}) + (P_{2.5,8}) + (R_{.4,35}) + (P_{3.2,9}) - (V_{43.L}) = 0$$

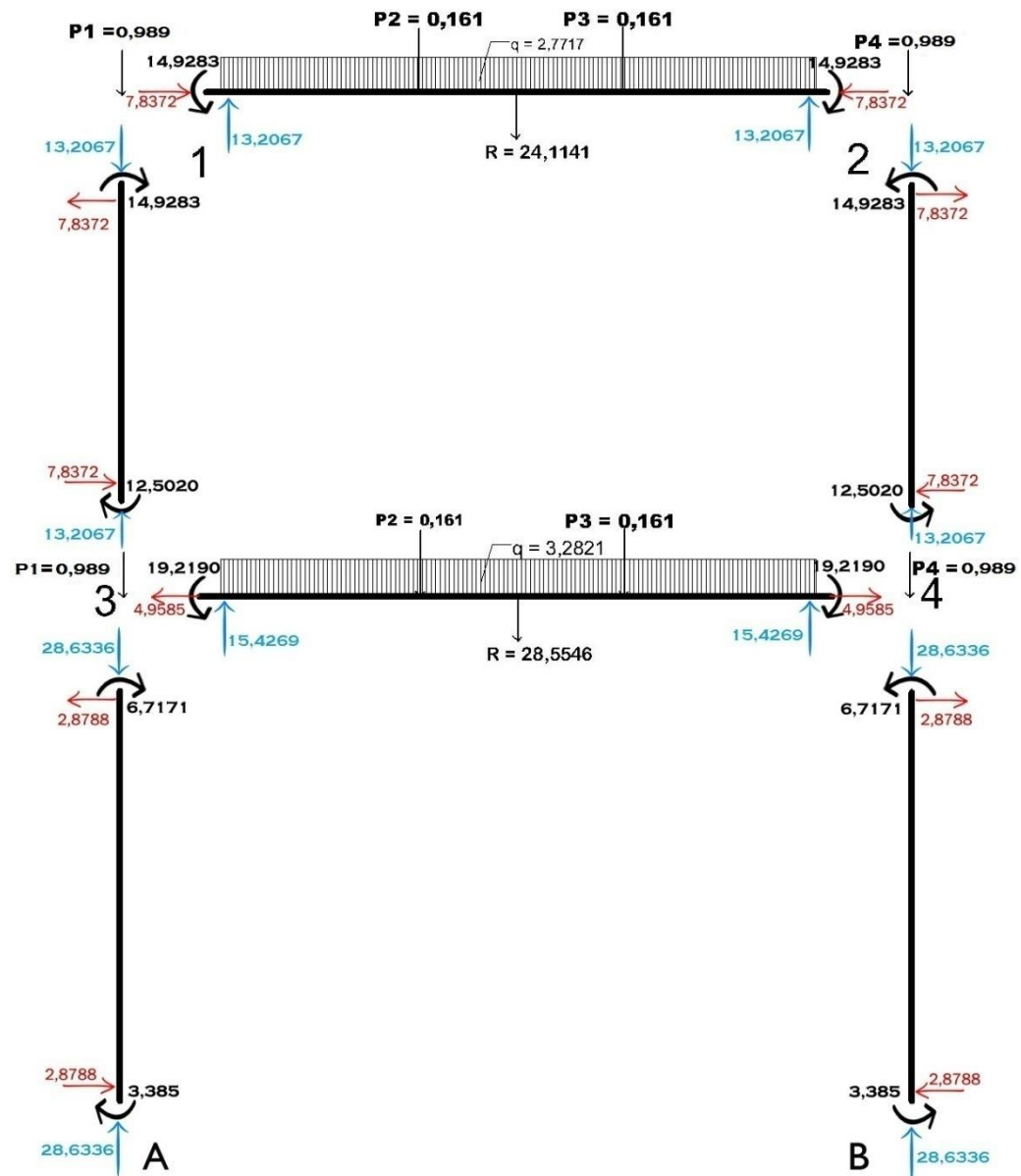
$$-19,2190 + 19,2190 + (0,989.8,7) + (0,1606.5,8) + (28.5546.4,35) + (0,1606.2,9) - (V_{34.8,7}) = 0$$

$$134,2142 - 8,7V_{34}$$

$$V_{34} = \frac{134,2142}{8,7} = 15,4269$$

$$\sum V = 28,6336 + 28,6336 - 2(0,989 + 0,1606 + 0,1606 + 0,989) - 24,1141 - 28.5546$$

$$\sum V = 0$$

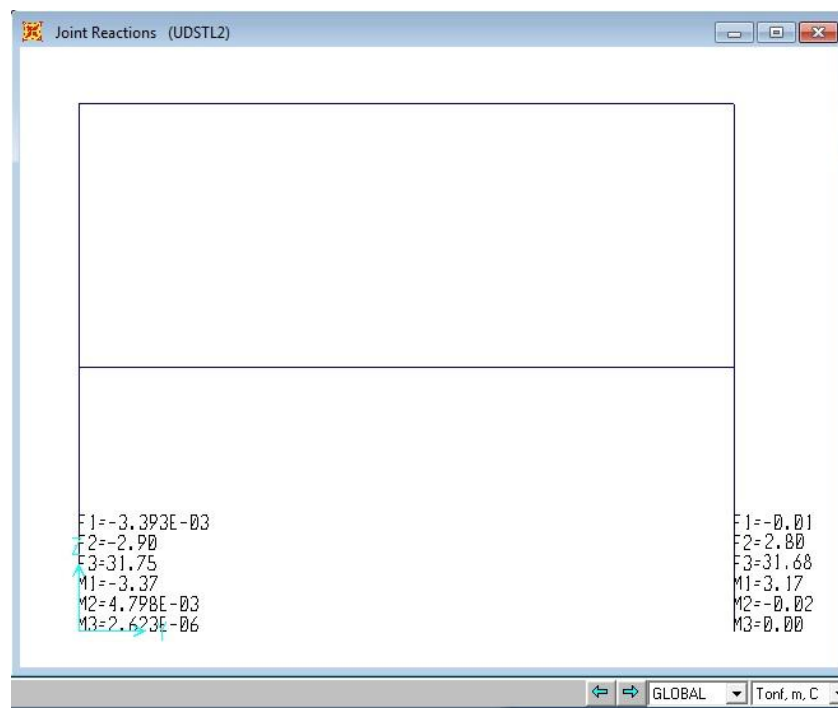
Freebody Akibat Beban Luar (M^0)

Tabel 5.7 Gaya-gaya di perletakan (cross)

Joint	Horizontal (ton)	Vertikal (ton)	Momen (ton meter)
A	2,8788	28,6336	3,385
B	-2,8788	28,6336	-3,385

Tabel 5.8 Gaya-gaya diperletakan (SAP)

Joint	Horizontal (ton)	Vertikal (ton)	Momen (ton meter)
A	2.8031	31.6810	3.1749
B	-2.9023	31.7503	-3.3741



Gambar 5.19 Hasil Perletakan Dari SAP2000

5.6. Sambungan Baut

5.6.1. Sambungan Balok (B1) ke Kolom

Ukuran Kolom : H-Beam 346x370x12,85x12,85 mm

Ukuran Balok : IWF 350x175x7x11 mm

Mutu Baja (BJ-37) :

$$F_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$F_u = 370 \text{ Mpa}$$

Gaya Yang Bekerja:

Gaya nominal, $N_u = 47,94 \text{ kN}$

Gaya Lintang, $V_u = 74,14 \text{ kN}$

Momen, $M_u = 60 \text{ kNm}$

Misalkan digunakan 8 buah baut $\varnothing 19$ mutu BJ 37

- Perhitungan Jarak Antar Baut dan Tebal Profil Penyambung

Tebal Pelat

$$t \geq \frac{(h+b)}{90} \quad (\text{SNI} - 03 - 1729-2002, \text{ hal } 131)$$

$$t \geq \frac{(350+175)}{90} = 5,83$$

$$t = 10$$

Jarak baut/penyambung

Maksimum

Minimum

$$S_1 = < 150 \text{ mm}$$

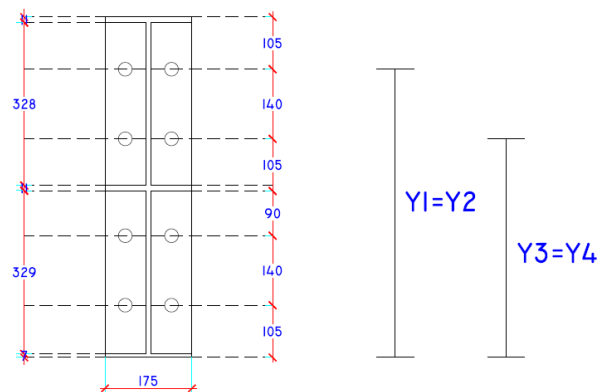
$$S_1 > 1,5 \text{ db} = 28,5$$

$$S_1 = < 4t_p + 100 = 128 \text{ mm}$$

$$S > 3 \text{ db} = 57$$

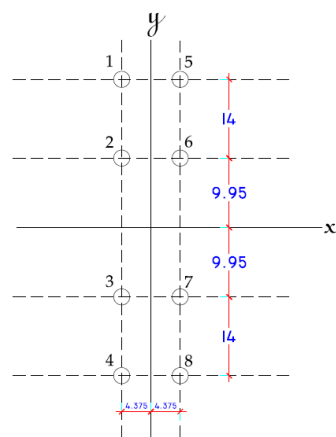
$$S = < 200 \text{ mm}$$

$$\text{Diambil } S_1 = 105 ; S = 140$$



(Y1,Y2, Y3, Y4 adalah garis perbandingan jarak baut sumbu Y)

Gambar 5.20 Jarak Baut Sambungan IWF 350x175



Gambar 5. 21 Pola Sambungan Baut IWF 350x175

- Tinjau Pola Baut

Momen = 66130 kgcm

Tabel 5.9 Tinjauan Jarak Pola Baut IWF 350x175

No Baut	x	y	x ²	y ²	Akibat Momen	
					Kx (Kg)	Ky(Kg)
1	-4.375	23.95	19.1	573.6	557.0	-101.7
2	-4.375	9.95	19.1	99.0	231.4	-101.7
3	-4.375	-9.95	19.1	99.0	-231.4	-101.7
4	-4.375	-23.95	19.1	573.6	-557.0	-101.7
5	4.375	23.95	19.1	573.6	557.0	101.7
6	4.375	9.95	19.1	99.0	231.4	101.7
7	4.375	-9.95	19.1	99.0	-231.4	101.7
8	4.375	-23.95	19.1	573.6	-557.0	101.7
			153.125	2690.42		

$$K = \sqrt{K_x^2 + K_y^2}$$

$$K1 = \sqrt{557.0^2 + (-101.7)^2} = 566,20 \text{ Kg}$$

$$K2 = \sqrt{231.4^2 + (-101.7)^2} = 252,78 \text{ Kg}$$

$$K3 = \sqrt{-231.4^2 + (-101.7)^2} = 252,78 \text{ Kg}$$

$$K4 = \sqrt{-557.0^2 + (-101.7)^2} = 566,20 \text{ Kg}$$

$$K5 = \sqrt{557.0^2 + 101.7^2} = 566,20 \text{ Kg}$$

$$K6 = \sqrt{231.4^2 + 101.7^2} = 252,78 \text{ Kg}$$

$$K7 = \sqrt{-231.4^2 + 101.7^2} = 252,78 \text{ Kg}$$

$$K8 = \sqrt{-557.0^2 + 101.7^2} = 566,20 \text{ Kg}$$

Gaya terbesar dipikul baut = 566,20 Kg

- Cek kekuatan baut

$$\tau = \frac{556,20}{2.1/4\pi(1,9)^2} = 99,85 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \cdot 1600 \dots (\text{ok})$$

$$\sigma_{tp} = \frac{556,20}{d.s}$$

d = diameter baut + 1 mm = 20 mm

s = tebal terkecil antara 10 mm dan 2(7) mm

$$\sigma_{tp} = \frac{556,20}{2.1} = 283 \text{ kg/cm}^2 < 1,5 \cdot 1600 \dots (\text{ok})$$

- Kuat Geser Baut

$$\begin{aligned} R_{nv} &= 0,5 \cdot f_u \cdot (A_b) \\ &= 0,5 \cdot 370 \cdot (1/4 \pi (19)^2) \\ &= 52452,81 \text{ N} = 52,425 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Kuat Tarik Baut

$$\begin{aligned} R_{nt} &= 0,75 \cdot f_u \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot 370 \cdot (1/4 \pi (19)^2) \\ &= 78679,22 \text{ N} = 78,67922 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Gaya Lintang dipikul bersama baut

$$R_{uv} = \frac{Vu}{n} = \frac{74,14}{8} = 9,26 \text{ kN}$$

- Gaya Normal dipikul bersama baut

$$R_{nt} = \frac{Nu}{n} = \frac{47,94}{8} = 5,99 \text{ kN}$$

- Gaya tarik momen

$$T_i = \frac{m \cdot y_i}{\sum y_i^2}$$

$$y_1 = y_2 = (140 \times 2) + (105 \times 2) + 90 = 580 \text{ mm}$$

$$y_3 = y_4 = 140 + (105 \times 2) + 90 = 440 \text{ mm}$$

$$\sum y^2 = 2(580^2 + 440^2) = 1060000$$

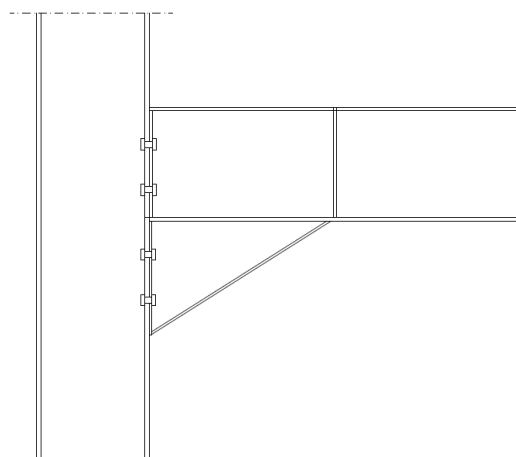
$$R_{ut} = \frac{60 \times 580 \times 10^{-3}}{1060000 \times 10^{-6}} = 32,8302$$

$$= 32,83 + 5,99 = 38,82$$

$$\left(\frac{R_{uv}}{\phi R_{nv}}\right)^2 + \left(\frac{R_{ut}}{\phi R_{nt}}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{9,26}{0,72 \cdot 52,1}\right)^2 + \left(\frac{38,82}{0,75 \cdot 78,67922}\right)^2 \leq 1$$

$$0,665 \leq 1 \text{ (ok)}$$



Gambar 5.22 Jumlah Baut Sambungan IWF 350x175

5.6.2. Sambungan Balok (B2) ke Kolom

Ukuran Kolom : H-Beam 346x370x12,85x12,85 mm

Ukuran Balok : IWF 450x200x9x14 mm

Mutu Baja (BJ-37) :

$$F_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$F_u = 370 \text{ Mpa}$$

Gaya Yang Bekerja:

Gaya nominal, $N_u = 100,52 \text{ kN}$

Gaya lintang, $V_u = 74,14 \text{ kN}$

Momen, $M_u = 137,47 \text{ kNm}$

Misalkan digunakan 12 buah baut $\varnothing 22$ mutu BJ 37

- Perhitungan Jarak Antar Baut dan Tebal Profil Penyambung

Tebal Pelat

$$t \geq \frac{(h+b)}{90} \quad (\text{SNI} - 03 - 1729-2002, \text{ hal } 131)$$

$$t \geq \frac{(450+200)}{90} = 7,22$$

$$t = 13 \text{ mm}$$

Jarak baut/penyambung

Maksimum

Minimum

$$S_1 = < 150 \text{ mm}$$

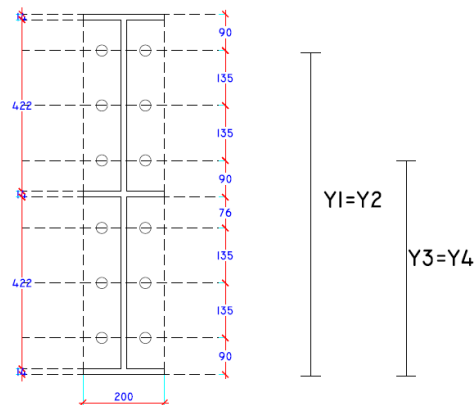
$$S_1 > 1,5 \text{ db} = 33$$

$$S_1 = < 4t_p + 100 = 132 \text{ mm}$$

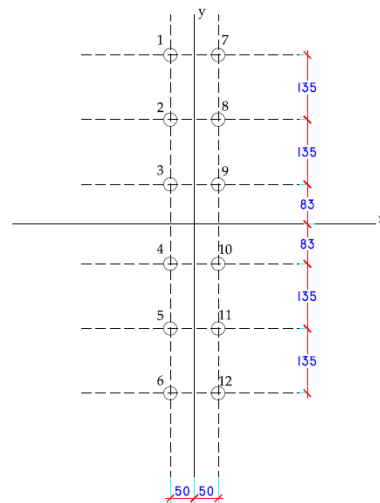
$$S > 3 \text{ db} = 66$$

$$S = < 200 \text{ mm}$$

Diambil $S_1 = 90$; $S = 135$



Gambar 5.23 Jarak Baut Sambungan IWF 450x200



Gambar 5.24 Pola Sambungan Baut IWF 450x200

- Tinjau Pola Baut

Momen = 1401800 kgcm

Tabel 5.10 Tinjauan Jarak Pola Baut IWF 450x200

No Baut	x	y	x ²	y ²	Akibat Momen	
					Kx (Kg)	Ky(Kg)
1	-5	35.3	25	1246.1	6595.9	-934.3
2	-5	21.8	25	475.2	4073.4	-934.3
3	-5	8.9	25	79.2	1663.0	-934.3
4	-5	-8.9	25	79.2	-1663.0	-934.3
5	-5	-21.8	25	475.2	-4073.4	-934.3
6	-5	-35.3	25	1246.1	-6595.9	-934.3
7	5	35.3	25	1246.1	6595.9	934.3

8	5	21.8	25	475.2	4073.4	934.3
9	5	8.9	25	79.2	1663.0	934.3
10	5	-8.9	25	79.2	-1663.0	934.3
11	5	-21.8	25	475.2	-4073.4	934.3
12	5	-35.3	25	1246.1	-6595.9	934.3
			300	7202.2		

$$K = \sqrt{K_x^2 + K_y^2}$$

$$K1 = \sqrt{6595.9^2 + (-934.3)^2} = 6661,75 \text{ Kg}$$

$$K2 = \sqrt{4073.4^2 + (-934.3)^2} = 4179,16 \text{ Kg}$$

$$K3 = \sqrt{1663.0^2 + (-934.3)^2} = 1907,46 \text{ Kg}$$

$$K4 = \sqrt{-1663.0^2 + (-934.3)^2} = 1907,46 \text{ Kg}$$

$$K5 = \sqrt{-4073.4^2 + (-934.3)^2} = 4179,16 \text{ Kg}$$

$$K6 = \sqrt{-6595.9^2 + (-934.3)^2} = 6661,74 \text{ Kg}$$

$$K7 = \sqrt{6595.9^2 + 934.3^2} = 6661,74 \text{ Kg}$$

$$K8 = \sqrt{4073.4^2 + 934.3^2} = 4179,16 \text{ Kg}$$

$$K9 = \sqrt{1663.0^2 + 934.3^2} = 1907,46 \text{ Kg}$$

$$K10 = \sqrt{-1663.0^2 + 934.3^2} = 1907,46 \text{ Kg}$$

$$K11 = \sqrt{-4073.4^2 + 934.3^2} = 4179,16 \text{ Kg}$$

$$K12 = \sqrt{-6595.9^2 + 934.3^2} = 6661,74 \text{ Kg}$$

Gaya terbesar dipikul baut = 6661,74 Kg

- Cek kekuatan baut

$$\sigma = \frac{6661,74}{2 \cdot \frac{1}{2} \pi (2,2)^2} = 876,24 \text{ kg/cm}^2 < 0,6 \cdot 1600 \dots (\text{ok})$$

$$\sigma_{tp} = \frac{6661,74}{d \cdot s}$$

d = diameter baut + 1 mm = 23 mm

s = tebal terkecil antara 13 mm dan 2(9) mm

$$\sigma_{tp} = \frac{6661,74}{2,3 \cdot 1,3} = 2228 \text{ kg/cm}^2 < 1,5 \cdot 1600 \dots (\text{ok})$$

- Kuat Geser Baut

$$\begin{aligned} R_{nv} &= 0,5 \cdot f_u \cdot (A_b) \\ &= 0,5 \cdot 370 \cdot (1/4 \pi (22)^2) \\ &= 70324,55 \text{ N} = 70,32455 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Kuat Tarik Baut

$$\begin{aligned} R_{nt} &= 0,75 \cdot f_u \cdot A_b \\ &= 0,75 \cdot 370 \cdot (1/4 \pi (22)^2) \\ &= 105486,83 \text{ N} = 105,487 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Gaya Lintang dipikul bersama baut

$$R_{uv} = \frac{Vu}{n} = \frac{74,14}{12} = 6,19 \text{ kN}$$

- Gaya Normal dipikul bersama baut

$$R_{nt} = \frac{Nu}{n} = \frac{100,52}{12} = 8,376 \text{ kN}$$

- Gaya tarik momen

$$T_i = \frac{m \cdot y_i}{\sum y_i^2}$$

$$y_1 = y_2 = (135 \times 4) + (90 \times 2) + 76 = 796 \text{ mm}$$

$$y_3 = y_4 = (135 \times 2) + (90 \times 2) + 76 = 526 \text{ mm}$$

$$\sum y^2 = 2(796^2 + 526^2) = 1820584$$

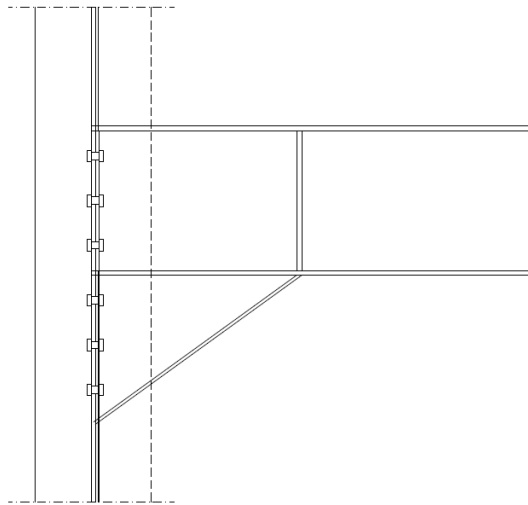
$$R_{ut} = \frac{137,47 \times 796 \times 10^{-3}}{1820584 \times 10^{-6}} = 60,1$$

$$= 60,1 + 8,376 = 68,476$$

$$\left(\frac{R_{uv}}{\phi R_{nv}}\right)^2 + \left(\frac{R_{ut}}{\phi R_{nt}}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{6,19}{0,72 \cdot 70,3245}\right)^2 + \left(\frac{68,476}{0,75 \cdot 105,487}\right)^2 \leq 1$$

$$0,763 \leq 1 \text{ (ok)}$$



Gambar 5.25 Jumlah Baut Sambungan Balok IWF 450x200

5.6.3. Sambungan Balok Baja

Profil IWF 450x200x9x14 mm

Bentang : 8,7 m

Beban : 1095 t/m

Mutu baja: BJ 37

Berat sendiri diperhitungkan. Jarak sambungan 3 meter dari titik A.

Diameter baut penyambung Ø 22 mm

IWF 450x200x9x14, berat sendiri = 76 kg (referensi: tabel profil konstruksi baja)

$$q_{\text{total}} = 1095 + 76 = 1176 \text{ kg/m}$$

Pada potongan 1-1 (3m dari A)

$$M_1 = R_A \cdot 3 - \frac{1}{2} (1176) (3)^2$$

$$R_A = \frac{1}{2} (1176) (10)$$

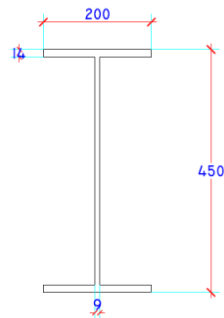
$$= 5855$$

$$M_1 = 5855 \cdot 3 - \frac{1}{2} (1176) (3)^2$$

$$= 12295,5 \text{ kgm}$$

$$D_1 = 5855 - 1176 (3)$$

$$= 3503 \text{ kg}$$

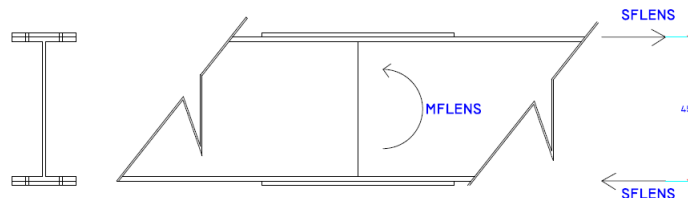


Gambar 5.26 Profil Baja IWF 450x200

- Menentukan momen badan dan momen flens

$$\begin{aligned}
 M_{\text{badan}} &= \frac{I_{\text{badan}}}{I_{\text{profil}}} M \\
 &= \frac{\frac{1}{2}(0,9)(45-2(1,4))^3}{3350} 12295,5 \\
 &= \frac{5636,35}{3350} 12295,5 \\
 &= 2068,71 \text{ kgm}
 \end{aligned}$$

$$M_{\text{flens}} = 10227,33 \text{ kgm}$$



Gambang 5.27 Pelat Penyambung Flens

- Pelat Penyambung Flens

Momen flens dapat dgantikan dengan kopel yang bekerja pada flens atas dan bawah:

$$S_{\text{flens}} = \frac{10227 \times 100}{45} = 22727$$

- Syarat pelat penyambung

A pelat penyambung $\geq A_{\text{flens}}$

$$b. t \geq 1,4 \times 20 = 28$$

coba tebal pelat penyambung (t) = 30 mm = 3 cm

$$b = 20 \text{ cm}$$

cek terhadap tegangan

$$A_{\text{netto}} = (20 - 2(2,3)) (3) = 46,2 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{22727}{46,2} = 491,92 \text{ kg/cm}^2 < 0,75 (1600) \dots (\text{ok})$$

- Jumlah baut

$$\text{Kekuatan baut: } N_g \text{ 1 irisan} = \frac{1}{4} \pi (2,2)^2 (960) = 3649 \text{ kg}$$

$$N_{tp} = (3) (2,3) (2400) = 16560 \text{ kg}$$

Pilih yang terkecil = 3649 kg

$$n = \frac{22727}{3649} = 6,22 \dots \text{Jadi digunakan 8 buah baut (2x4)}$$

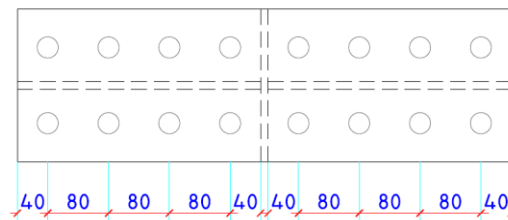
- Jarak baut

$$2,5 d \leq S \leq 7d \text{ atau } 14t$$

$$2,5 (2,2) \leq S \leq 7 (2,2) \text{ atau } 14 (3)$$

$$5,5 \leq S \leq 15,4$$

Diambil jarak antar baut 8 cm, jarak baut ke pinggir 4 cm.



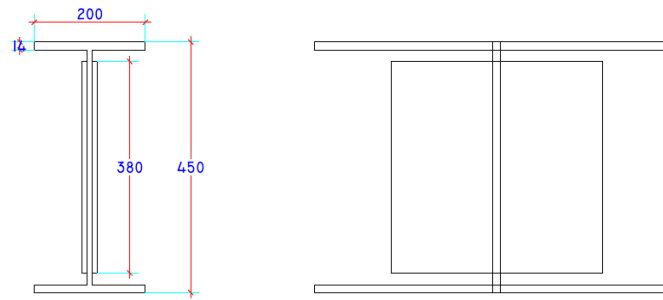
Gambar 5. 28 Jarak Baut Sambungan Flens Balok IWF 450x200

Panjang tebal pelat penyambung flens

$$= 6 (80) + 4 (40) + 10 = 650 \text{ mm} = 65 \text{ cm}$$

- Pelat Penyambung Badan

Memikul momen badan = 2068,71 kgm dan lintang 3503 kg



Gambar 5.29 Pelat Penyambung Badan

- Syarat pelat penyambung badan

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot t \cdot h_1^3 \geq \frac{1}{12} (0,9) (45-2(1,4))^3$$

$$h_1 = (450 - 4 (14)) = 394$$

$$h_1 \text{ max } 394, h_1 \text{ diambil } 380 \text{ mm} = 38 \text{ cm}$$

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot t \cdot (38)^3 \geq \frac{1}{12} (0,9) (42,2)^3$$

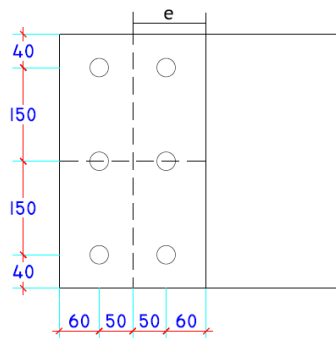
$$t \geq 0,95 \approx 1 \text{ cm}$$

$$\text{diambil } t = 12 \text{ cm}$$

jadi ukuran tebal pelat penyambung badan = 380 mm x 12 mm

Mbadan = 2068,71 kgm ; Lintang = 3503 kg

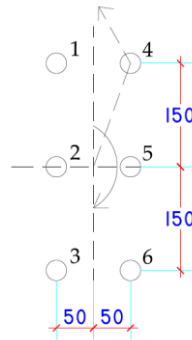
Coba pola baut



Gambar 5.30 Pola Sambungan Badan Balok IWF 450x200

$$e = 60 + 50 = 110 \text{ mm} = 11 \text{ cm}$$

$$\Delta M = (3503) (11) = 38533 \text{ kgcm} = 385,33 \text{ kgm}$$



Gambar 5.31 Gaya Yang Bekerja Pada Sambungan

$$M + \Delta M = 2454,04 \text{ kgm}$$

$$\text{Dipikul 6 baut, masing masing} = 3503/6 = 583,83 \text{ kg}$$

Akibat $M + \Delta M$, baut nomor 1 ; 4 ; 3 ; 6 memikul gaya terbesar, tetapi dengan kombinasi lintang, maka baut no 4 yang memikul gaya terbesar.

$$K4 = \frac{(2454,04) \cdot 15,81 \cdot 100}{4 (15,81)^2 + 2 (5)^2} = 3695,7 \text{ kgm}$$

$$\text{Tg } \alpha = 15/5 = 3$$

$$\text{Cos } \alpha = 0,316$$

$$\text{Sin } \alpha = 0,946$$

$$K4 \text{ diurai atas } K4x = K4 \cdot \sin \alpha$$

$$= 3695,7 \cdot 0,946 = 3495,47$$

$$K4 \text{ diurai atas } K4y = K4 \cdot \cos \alpha$$

$$= 3695,7 \cdot 0,316 = 1167,84$$

$$\begin{aligned} K4 \text{ total} &= \sqrt{(3495,47)^2 + (1167,84 + 583,83)^2} \\ &= 3909,816 \text{ kg} \end{aligned}$$

- Kekuatan baut (2 irisan)

$$N_g = 2 \cdot \frac{1}{2} \pi (2,2)^2 \cdot 960 = 7298 \text{ kg}$$

$$N_{tp} = (2,3) (0,9) (2400) = 4968 \text{ kg}$$

$$\text{Dipilih yang terkecil} = 4968 \text{ kg}$$

$$\text{Gaya yang bekerja pada baut} = 3909,816 \text{ kg}$$

$$3909,816 \text{ kg} < N_{\text{baut}} = 4968 \text{ kg} \dots (\text{ok})$$

5.7. Metode Pelaksanaan Konstruksi Baja

Dalam pekerjaan sebuah proyek, perlu adanya metode yang menjadi pedoman dalam pelaksanaan kerja. Dalam sudut pandang manajemen konstruksi metode yang digunakan oleh para pelaksana lapangan harus mendapat persetujuan dari pihak Manajemen Konstruksi (pengawas). Metode yang digunakan harus sesuai dengan prosedur dan apabila ada perubahan maka pihak kontraktor harus berdiskusi terhadap pihak perencana dan pengawas (MK). Metode-metode pekerjaan yang digunakan pada Proyek Pembangunan Modis Land Fasion Store adalah sebagai berikut :

a. Pekerjaan Pondasi Bored Pile

Pondasi adalah salah satu komponen yang penting dalam pembangunan suatu gedung karena pondasi berfungsi sebagai penahan beban bangunan agar tidak runtuh. Pondasi bored pile adalah pondasi yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah terlebih dahulu yang kemudian diberi tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton (Hardiyatmo, 2010). Untuk cara pelaksanaan bore pile pihak MK sebagai pengawas berfungsi untuk mengawasi dan memonitoring pekerjaan dari awal hingga akhir. Berikut adalah cara pelaksanaan pondasi bored pile pada proyek Modis Fashion Store:

- Tanah digali dengan mesin bor sampai kedalaman yang direncanakan yaitu 2,5 meter dan diameter 40 cm.
- Dasar lubang bor dilakukan pengurusan dan pembersihan lumpur.
- Besi tulangan yang dirakit di masukan kedalam lubang bor sesuai kedalaman yang direncanakan. Tulangan pondasi bored pile menggunakan D 16 mm ulir, tulangan spiral diameter 10 mm
- Panjang tulangan pondasi bored pile adalah 3 meter
- Lubang bor dicor. Pada saat pengecoran campuran beton dimasukan manual ke lubang bor pondasi.
- Campuran beton menggunakan perbandingan 1:2:3.
- Jumlah lubang tiang pondasi bored pile adalah 2 buah



Gambar 5.32 Pengeboran Pondasi Bored Pile



Gambar 5.33 Tulangan Pondasi



Gambar 5.34 Pembuatan Campuran Beton Pengecoran Pondasi



Gambar 5.35 Pengecoran Pondasi Secara Manual



Gambar 5.36 Pemasukan Campuran Beton Kedalam Tiang Pondasi

b. Pilecap dan Tiebeam/Sloof

Pilecap adalah struktur bawah yang berfungsi untuk mengikat bored pile menjadi suatu kesatuan. Pilecap juga berfungsi untuk mentransfer beban dari kolom yang akan dipindahkan pada pilecap. Pilecap memiliki beberapa model. Ada yang berbentuk segitiga dan persegi. Untuk ukuran pilecap sendiri juga bervariasi tergantung dari beberapa titik pondasi yang diikat oleh pilecap. Tiebeam adalah balok beton bertulang yang berada dibagian tanah yang menghubungkan kaki kolom serta pengikat antar pilecap satu ke pilecap yang lain. Tiebeam berfungsi untuk menjaga kestabilan pondasi akibat beban di atasnya,

sehingga beban pada pondasi dapat diterima dari arah vertical dan horizontal.

Berikut langkah kerja Pilecap dan Tiebeam :

- Melakukan penggalian pilecap dan tiebeam sesuai elevasi.
- Ukuran pilecap yaitu 1,5 x 1,5 x 2 meter.
- Ukuran tiebeam/sloof yaitu 20x40 cm
- Pembobokan kepala pondasi bored pile sampai batas yang sesuai dengan batas bawah pilecap.
- Pembuatan lantai kerja pilecap dan tiebeam.
- Tebal lantai kerja 5 cm dan menggunakan campuran 1:3:5
- Pembuatan bekisting pilecap dan tiebeam.
- Memasang besi tulangan yang sudah direnanakan. Tulangan pilecap menggunakan tulangan D 16 mm ulir, tulangan tiebeam menggunakan tulangan D 16 mm ulir, sengkang diameter 10 mm . Sebelum memasang besi tulangan, lakukan pemasangan tahu-tahu beton.
- Melakukan pengecoran pilecap dan tiebeam. Dalam proyek ini pengecoran pilecap dan tiebeam dilakukan secara bersamaan.



Gambar 5.37 Pengecoran Tiebeam/Sloof

c. Kolom dan Balok Baja

Pemasangan kolom dan balok baja membutuhkan persiapan material baja yang sudah memiliki ukuran yang pas. Pemasangan juga membutuhkan peralatan untuk pengangkatan dan pemasangan baja. Untuk pelaksanaan kolom dan balok

baja itu sendiri lebih sederhana namun membutuhkan ketelitian yang tinggi, dan dalam pelaksanaan kolom dan balok pihak MK sebagai pengawas berfungsi untuk mengawasi dan memonitoring pekerjaan dari awal hingga akhir. Berikut adalah cara pelaksanaan kolom dan balok baja:

1 Pembuatan Pedestal

- Pembuatan bekisting pedestal berukuran 40x40cm
- Memasang besi tulangan yang sudah direncanakan. Tulangan pokok D 16 mm ulir, tulangan sengkang diameter 10 mm
- Pengecoran pedestal
- Pemasangan angkur baut untuk dudukan kolom baja. Angkur baut sejumlah 6 buah, diameter 22 mm.

2. Persiapan Material Baja

Material baja yang disiapkan sesuai dengan jenis, spesifikasi dan ukuran yang akan digunakan. Kolom menggunakan H-Beam 300x300 dan balok menggunakan WF 400, WF 600 dan WF 300.

1) Persiapan Plate Sambungan Baja

Plate banyak dipakai sebagai simpul, sambungan, stifener. Ukuran plate dan ketebalan serta titik lobang baut menyesuaikan dengan gambar kerja. Ukuran plate dan titik lobang baut harus benar presisi dengan menggunakan mal/penggaris supaya potongan plate lebih akurat. Tebal plate sambungan yaitu 20 mm

Pemotongan:

Plate baja dipotong dengan menggunakan mesin gerinda potong, untuk ukuran baja WF yang besar sebaiknya menggunakan mesin gerinda potong duduk dengan diameter piring hingga 20" atau *lase cutting*. Setelah plate dipotong dan titik baut sudah ditandai, selanjutnya siapkan mesin pons, bor kecil dan bor utama untuk membuat lobang baut pada plate. Bagian titik dibor dengan bor kecil baru dilanjutkan menggunakan bor utama sesuai diameter baut. Setelah pemotongan dan pembuatan lobang baut selesai bersihkan plate dan haluskan dengan digerinda atau diampelas bagian sisa potongan plate sehingga tidak tajam.

2) Pembuatan Kolom Balok

Baja yang ada harus dipotong sehingga sesuai dengan ukuran dari gambar kerja. Panjang bentang kolom yaitu 8 meter dan panjang balok 5 meter. Bagian yang akan dipotong diukur dengan mal/jangkar secara akurat dan presisi sehingga tidak mengalami kesalahan setelah dipotong. Jika terjadi kesalahan mengakibatkan kerugian biaya yang cukup besar. Pada proyek Modis Land Fashion Store menggunakan material baja H-Beam 300x300, IWF 600, IWF 400, dan IWF 300. Pembuatan kolom dan balok baja pada proyek Modis Land Fashion Store sebagian adalah fabrikasi dan sebagian dibuat di lokasi proyek.



Gambar 5.38 Pembuatan Elemen Kolom Balok Baja (di lokasi proyek)



Gambar 5.39 Elemen Balok Baja (WF 600)



Gambar 5.40 Elemen Kolom Baja (H-Beam 300)

3) Pengecatan

Pengecatan dilakukan di lantai kerja sebelum proses erection (pengangkatan) karena dilakukannya lebih mudah dan lebih aman. Pengecatan menggunakan cat baja anti karat Zinc Cromatte berwarna hijau.

4) Erection (pengangkatan)

Erection adalah proses pengangkatan bagian rangka baja seperti kolom dan balok yang sudah disambung dan disetting diangkat untuk dipasang dibagian atas kontruksi. Bagian kolom pertama kali diangkat dan dipasang setelah itu balok. Pada proyek Modis Land Fashion Store, erection/pengangkatan elemen kolom dan balok baja tidak menggunakan alat berat. Pengangkatan menggunakan alat bantu scaffolding yang disusun dan diangkat dengan *chain block* dan dilakukan oleh beberapa orang pekerja.



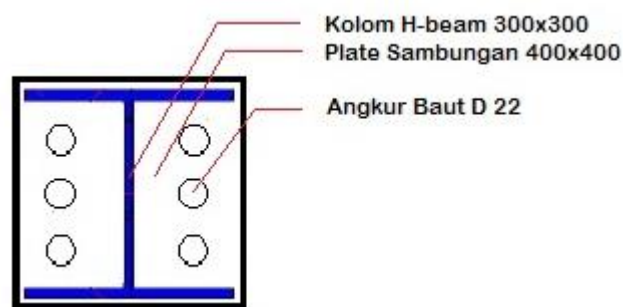
Gambar 5.41 Chain Block

Cara pembuatan chain block frame:

Pembuatan as untuk tempat dikaitkan box katrol dengan ketinggian minimal 1 meter diatas tinggi kolom yang akan dipasang. As dibuat menggunakan scaffolding yang disambungkan hingga ketinggian tersebut. Bagian ujung scaffolding di letakkan balok kayu untuk mengaitkan box katrol. Balok kayu diikat dengan tali tambang goni masing-masing di 4 penjuru.

Proses pengangkatan kolom baja:

- Pembuatan chain block frame
- Kolom diikat dan dikaitkan pada chain block menggunakan tali tambang
- Pengangkatan kolom baja secara perlahan
- Pekerja lainnya mengatur kelurusan kolom
- Setelah terangkat kolom ditegakkan dan diukur menggunakan waterpass
- Pemeriksaan ketegakkan kolom hingga benar-benar presisi.
- Kolom dihubungkan dengan angkur baut pedestal
- Pemnambahan pasta semen khusus (*groutting*) di celah angkur baut dudukan kolom menggunakan Sika Grout 215. Tinggi celah angkur baut pedestal dan kolom yaitu 10 cm.



Gambar 5.42 Detail Pemasangan Angkur Pedestal

Proses pengangkatan balok baja:

- Setelah kolom tegak, chain frame di letakkan di dua sisi sebelah balok. Dengan jarak 50 cm dari masing-masing sisi balok

- Balok kayu berukuran 10x10 cm berjumlah 2 buah diletakkan memanjang pada kedua chain frame.
- Balok baja diikatkan dengan tali tambang ke chain block ayng sudah diikat pada balok bayu
- Pegangkatan balok secara perlahan
- Pengecekan kerataan balok dengan waterpass
- Balok disambung dengan kolom. Sambungan menggunakan baut HTB Diameter 7/8" (22 mm).



Gambar 5.43 Erection (pengangkatan) Kolom dan Balok

d. Lantai Dasar

Lantai adalah bagian dari bangunan berupa suatu luasan yang dibatasi dinding-dinding sebagai tempat dilakukannya aktivitas dan fungsi bangunan. Tebal lantai dasar Modis Land Fashion Store adalah 120 mm. Berikut metode pelaksanaan lantai dasar:

- Penimbunan dan pemadatan tanah kembali sesuai elevasi bawah plat
- Pembuatan lantai kerja dengan ketebalan 3 cm.
- Pemasangan wiremesh
- Pemasangan batuan pengganti tahu beton untuk menjaga jarak wiremesh dengan dasar lantai kerja

- Pengecoran menggunakan campuran 1:2:3 dengan ketebalan 120mm
- Perataan ketinggian lantai menggunakan kayu, dan diukur menggunakan waterpass



Gambar 5.44 Perataan Ketinggian Lantai

e. Pelat Lantai

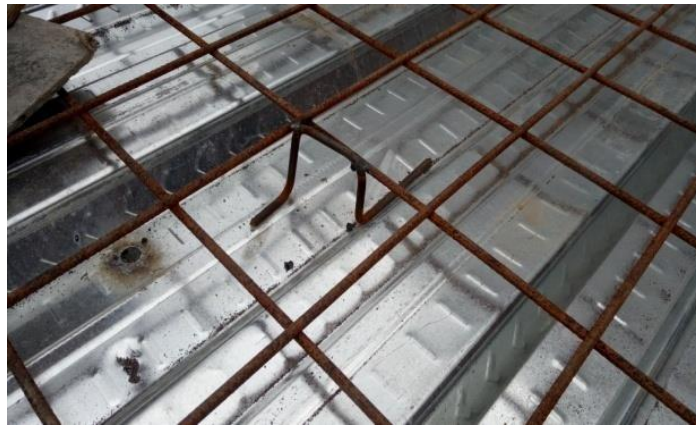
Pelat lantai merupakan lantai yang tidak terletak di atas tanah secara langsung, yang merupakan lantai pembatas antara tingkat satu dengan tingkat selanjutnya. Plat lantai dipikul oleh balok, yang bertumpuh pada kolom struktur. Pelaksanaan pembuatan plat lantai yang baik dapat mempengaruhi kekuatan dari bangunan itu sendiri. Apabila dalam pelaksanaan pembuatan plat lantai terdapat kegagalan maka akan berakibat fatal, bahkan bisa meruntuhkan seluruh bangunan. Tebal pelat lantai pada proyek Modis Land Fashion Store ada 120 mm.

Berikut metode pekerjaan plat:

- Pengangkatan dan penempatan pelat bondek pada tempat yang akan dipasang pelat lantai
- Pemasangan perancah gabungan scaffolding kayu dan bambu.
- Pengelasan bondek (tebal: 1mm) yang sudah dipasang di atas balok
- Pemasangan dan pengelasan wiremesh
- Pemasangan dan pengelasan besi pengganti tahu beton. Besi yang dibentuk kotak dengan tinggi 8 cm, pengganti tahu beton.
- Pengecoran plat. Dalam pengecoran plat pada proyek ini menggunakan beton ready mix yang dipesan langsung di pabrik dengan mutu beton K 350 dan di ambil sample dan tes slump.



Gambar 5.45 Pemasangan Wiremesh dan Plat Bondek



Gambar 5.46 Besi Penahan Wiremesh



Gambar 5.47 Pengecoran Pelat Lantai Dua

f. Dinding

Dinding merupakan pembatas ruang atau juga menjadi pelindung suatu area. Dinding yang digunakan pada proyek Modis Land Fashion Store adalah dinding non-struktural yaitu dinding yang tidak menopang beban, hanya sebagai pembatas ruang. Apabila dinding di robohkan bangunan tetap bisa berdiri. Material utama dinding ini adalah bata merah. Pemasangan menggunakan pasangan dinding setengah bata. Metode pelaksanaan dinding yaitu:

- a. Perendaman material bata
- b. Pembuatan campuran semen pasir dan air (mortar) menggunakan campuran 1 : 3
- c. Penyusunan dinding setengah bata
- d. Jarak antar bata (siar) yaitu 10 mm
- e. Setiap siar dimasukan mortar
- f. Setiap 16 meter persegi dinding bata, dibuat kolom praktis dan balok praktis berukuran 15 x 15 cm.
- g. Plesteran dinding bata. Tebal plesteran 1,5 cm.



Gambar 5.48 Pemasangan Dinding

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisa struktur baja pada gedung Modis Land Fashion Store, berdasarkan data ukuran penampang awal yang digunakan, yaitu kolom H-Beam 300X300, balok IFW600X200, balok IWF400X200, dan balok IWF300X150, dapat disimpulkan bahwa:

- Elemen struktur kolom H-Beam 300X300 tidak cukup kuat untuk memikul beban yang bekerja. Hal ini dibuktikan dari hasil pengecekan struktur baja dengan bantuan program SAP2000 menunjukkan beberapa elemen struktur kolom berwarna merah, atau berada pada angka $> 1,00$
- Elemen struktur balok IFW600X200, balok IWF400X200, dan balok IWF300X150 terlalu kuat. Telah dibuktikan dengan hasil dari pengecekan struktur baja dengan bantuan program SAP2000 yang menunjukkan elemen struktur balok berwarna biru atau berada pada angka 0,00-0,50. Hal ini menunjukkan bahwa struktur tidak ekonomis.

Berdasarkan beberapa kelemahan di atas, maka dilakukan re-desain kembali struktur baja Modisland Fashion Store sesuai dengan beban dan gaya-gaya yang bekerja. Dan hasil dari perhitungan tersebut yaitu:

- Profil kolom menggunakan H-Beam 346X370, balok menggunakan profil IWF 450x175, IWF 350x175, IWF 250x125. Setelah dilakukan analisa struktur, profil baja yang digunakan memenuhi syarat untuk memikul beban. Dengan hasil pengecekan struktur dari SAP2000 yang menunjukkan kolom dan balok berada pada warna hijau – orange, atau dari angka 0,6 – 1. Dengan sedikit membesarkan penampang kolom dan mengecilkan penampang balok, struktur menjadi lebih ekonomis dan tetap kuat.
- Desain sambungan untuk balok IWF 450x175 dan kolom H-Beam 346 menggunakan pelat penyambung dengan tebal 13 mm dan ukuran baut diameter 22 mm dengan jumlah 12 buah.

- Desain sambungan untuk balok IWF 350x175 dan kolom H-Beam 346 menggunakan pelat penyambung dengan tebal 10 mm dan ukuran baut diameter 19 mm dengan jumlah 8 buah.
- Desain sambungan pada balok IWF 450x175 menggunakan pelat penyambung flens dengan tebal 30 mm dengan diameter baut 22 mm berjumlah baut 8 baut di kiri dan kanan dan pelat penyambung badan dengan tebal 12 mm dan ukuran baut diameter 22 mm dengan jumlah 6 buah dikiri dan kanan.
- Untuk pelaksanaan pekerjaan pada proyek Modisland Fashion Store tidak menggunakan alat berat, seluruh pekerjaan dari awal dilakukan manual, hanya dengan bantuan mesin bor untuk pengeboran pondasi dan chain block untuk erection kolom dan balok baja. Lokasi proyek yang sempit dan berada dikeramaian menjadi alasan proyek ini tidak menggunakan alat berat.

6.2. Saran

Analisa struktur dengan menggunakan program SAP2000 lebih baik menggunakan program yang asli dan harus dilakukan oleh orang yang mengerti fungsi dan cara menggunakannya dengan benar, agar tidak terjadi kesalahan dalam menganalisa struktur, karena bisa berdampak terjadi kegagalan struktur. Ada baiknya perhitungan program juga dilengkapi dengan kontrol manual. Sebaiknya dalam mendesain struktur bangunan, haruslah direncanakan sebaik mungkin dengan memperhitungkan segala resiko kemungkinan yang akan terjadi pada bangunan itu sendiri. Karena jika struktur tidak direncanakan dengan baik akan berakibat fatal pada bangunan maupun pada manusia.

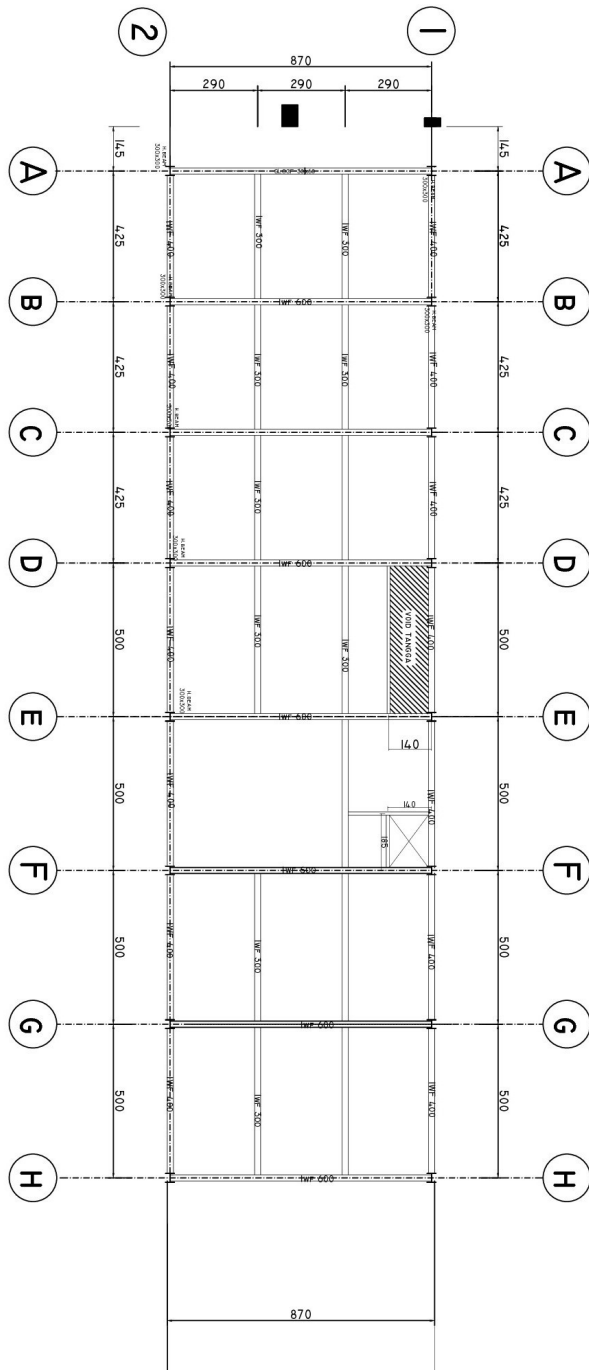
DAFTAR PUSTAKA

- Agus. *Rekayasa Gempa (Perencanaan Struktur Gedung Berdasarkan Peraturan Gempa Indonesia Terbaru (SNI 03-1726-2002))*. Penerbit ANDI.
- Amon dkk. 2000. *Perencanaan Konstruksi Baja Untuk Insinyur dan Arsitek 1*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Bowles. 1985. *Desain Baja Konstruksi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Daryanto. *Pengetahuan Teknik Bangunan*. Dineka Cipta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1984. *Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI)*. Jakarta: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan. 1981. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*. Bandung: Penerbit Stensil.
- Gunawan, Margareth. *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I*. Jakarta: Delta Teknik Group.
- Gunawan, Morisco. 1997. *Tabel Profil Baja*. Yogyakarta: Kanisius.
- Oentoeng. *Konstruksi Baja*. Penerbit ANDI.
- Setiawan. *Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- SNI 03-1726-2002. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung*.
- SNI 03-1729-2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*.
- Sunggono. *Buku Teknik Sipil*. Bandung: Penerbit: NOVA.

LAMPIRAN



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG



FOR CONSTRUCTION

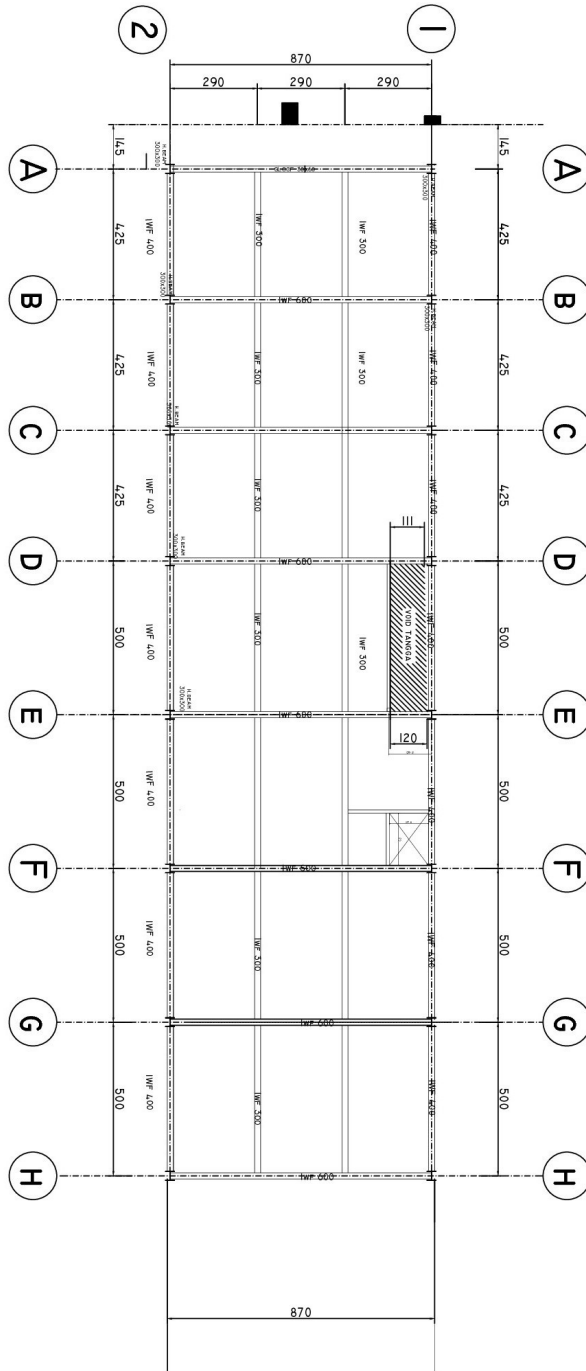
TANGGAL REVISI

DENAH MODISLAND
PASAR 45 - MANADO

Project	No.	Descriptions	Sign	Drawing Title						
Client				Scale	Dwg no.	Revision	Date	Drawing No.	Page	
				1 : 100	02	-	05/12/2014			
Note: At discretion the drawings must on site condition				Approved	Architect	Checked	Drawn			

TANGGAL REVISI

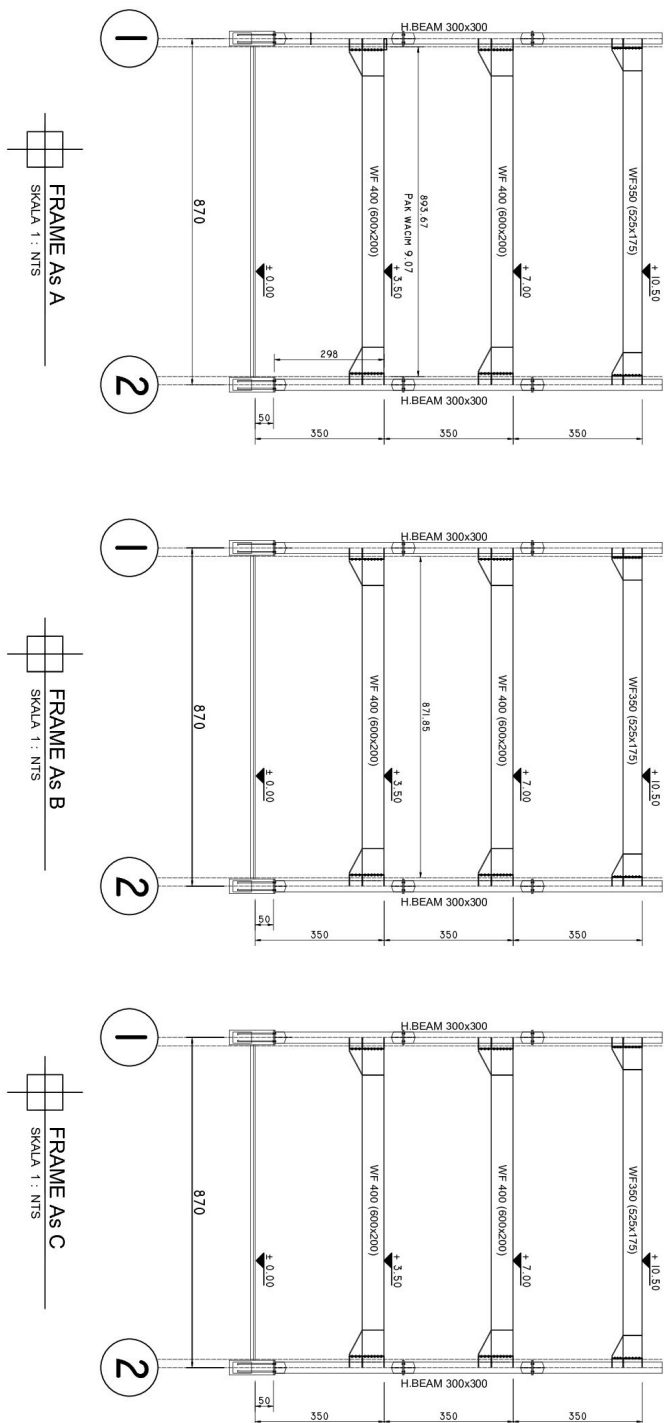
Year	Number of people
2010	100
2011	300



DENAH BALOK LANTAI 3

DENAH MODISLAND
PASAR 45 - MANADO

Project	No.	Descriptions	Sign	Drawing Title						
Client				Scale	Dwg no.	Revision	Date	Drawing No.	Page	
				1 : 100	02	-	05/12/2014			
Note At discretion the drawings must on site condition				Approved	Architect	Checked	Drawn			

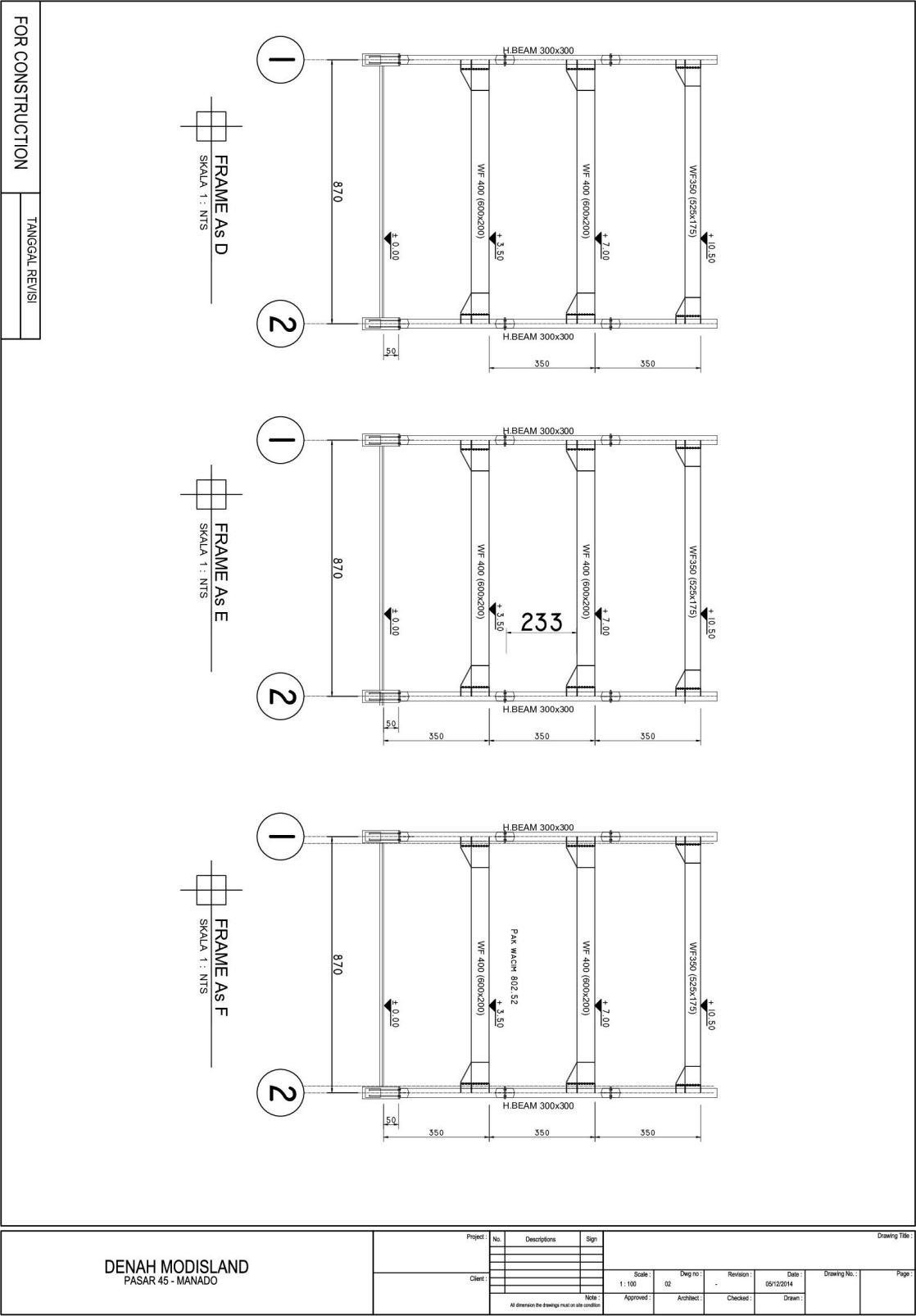


FOR CONSTRUCTION

TANGGAL REVISI

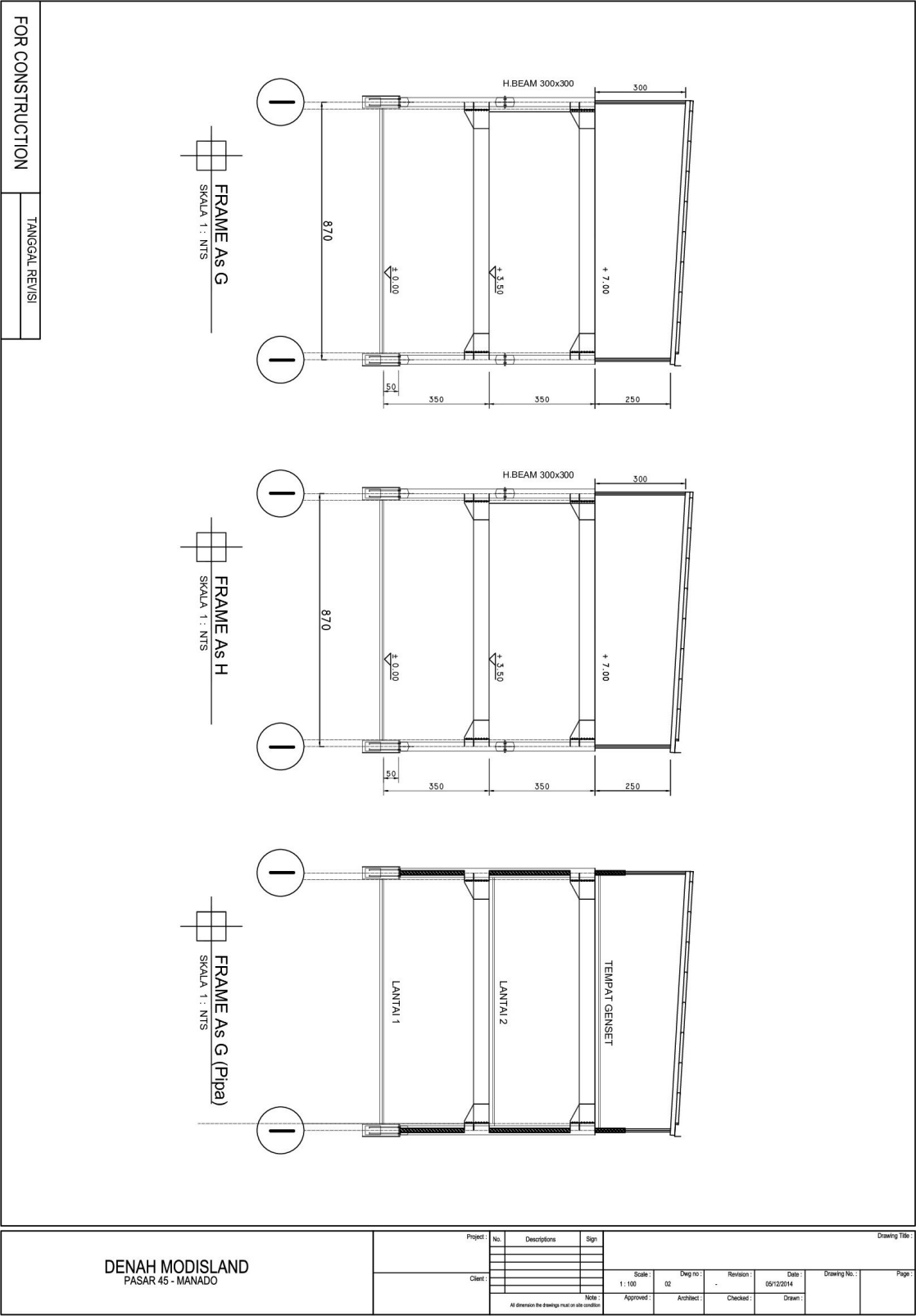
DENAH MODISLAND
PASAR 45 - MANADO

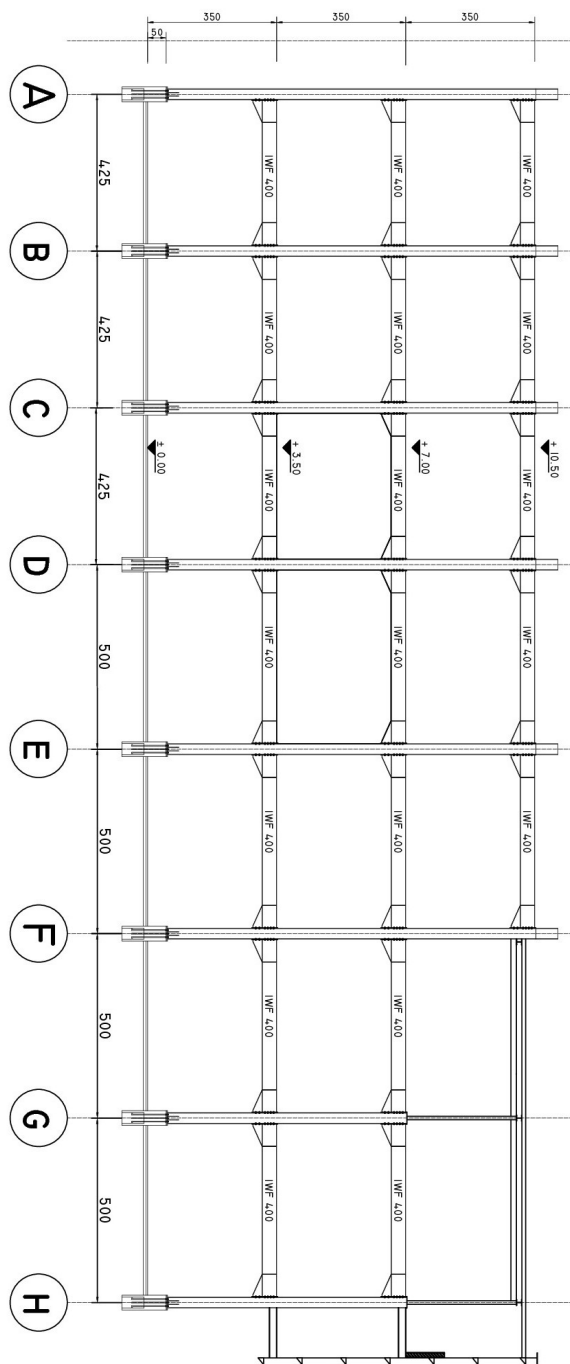
Project :		No.	Descriptions	Sign	Drawing Title :					
Client :					Scale :	Dwg no :	Revision :	Date :	Drawing No. :	Page :
					1 : 100	02	-	05/12/2014		
					Approved :	Architect :	Checked :	Drawn :		
					Note : At dimension the drawings must on site condition					



DENAH MODISLAND

PASAR 45 - MANADO





FRAME AS 2
SKALA 1 : NTS



FOR CONSTRUCTION

TANGGAL REVISI

DENAH MODISLAND
PASAR 45 - MANADO

Project	No.	Descriptions	Sign	Drawing Title :				
Client				Scale :	Dwg no. :	Revision :	Date :	Drawing No. :
				1 : 100	02	-	05/12/2014	
			Note :	Approved :	Architect :	Checked :	Drawn :	
All dimension the drawings must be on site condition								

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Stendra Mawu

NIM : 14-012-082

Tempat, Tanggal Lahir : Tosuraya, 19 September 1996

Alamat : Lingkungan 3 Kelurahan Tosuraya Selatan,
Kecamatan Ratahan, Kabupaten Minahasa
Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara

Nama Ayah : Nolly Mawu

Nama Ibu : Martha Soriton

Alamat Orang Tua : Lingkungan 3 Kelurahan Tosuraya Selatan,
Kecamatan Ratahan, Kabupaten Minahasa
Tenggara, Provinsi Sulawesi Utara

Daerah Asal : Kabupaten Minahasa Tenggara, Provinsi Sulawesi
Utara

Judul Skripsi : Analisa Struktur Baja Serta Metode
Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Modisland
Fashion Store

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Chris Hombokau, MT.,
2. Rudolf Mait, ST, MT.,

Dosen Penguji : 1. Mario M. L. Moningka, ST, MT.,
2. Ir. Enteng J. Saerang, MT.,
3. Dr. Teddy Takaendengan, ST, MT.,

Waktu Pelaksanaan Ujian Skripsi : 6 Agustus 2018



Manado, Agustus 2018
Mahasiswa

Stendra Mawu
NIM : 14 012 082



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN SIAP SEMINAR

**Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek
Modisland Fashion Store.**

Disusun dan diajukan oleh :

Stendra Mawu
14-012-082

Telah diperiksa oleh Dosen pembimbing dan memenuhi syarat untuk diajukan
dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir.

Manado, juli 2018

Menyetujui :

Pembimbing I

Ir. Chris Hombokau, MT
NIP. 19621225 199403 1 001

Pembimbing II

Rudolf Mait, ST, MT
NIP. 19690317 199802 1 001

Mengetahui :

Ketua Panitia Pelaksana Ujian Tugas Akhir

Dr. Ir. Bambang Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ir. Chris Hombokau, MT
NIP : 19621225 199403 1 001
Jabatan : Pembimbing I

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14-012-018
Jurusan : Teknik Sipil
Prodi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan
Pekerjaan Pekerjaan Pada Proyek Modisland Fashion Store

- ☒ Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Tugas Akhir
☒ Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Manado,

Yang menyatakan

Ir. Chris Hombokau, MT
NIP. 19621225 199403 1 001

☐ *Pilih yang dimaksud*



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Rudolf Mait, ST, MT
NIP : 19690317 199802 1 001
Jabatan : Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini :

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14-012-018
Jurusan : Teknik Sipil
Prodi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan
Pekerjaan Pekerjaan Pada Proyek Modisland Fashion Store

- ☒ Sudah dapat mengikuti Seminar dan Ujian Tugas Akhir
☒ Sudah dapat menyerahkan Revisi Naskah Tugas Akhir

Manado,

Yang menyatakan

Rudolf Mait, ST, MT
NIP. 19690317 199802 1 001

☐ *Pilih yang dimaksud*



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14-012-082
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul Skripsi : Analisa Struktur Baja dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store
Pembimbing : 1. Ir.Chris Hombokau, MT
2. Rudolf Mait, ST, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	24/4/18	- Lengkapi dasar teori: - Samb ² baja. - type samb. - mutu baja dll.	
2	29/4/18	- Lanjutkan - Lengkapi Data Kaya	
3.	7/7/2018	Lanjutkan ke pembahasan.	



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14-012-082
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul Skripsi : Analisa Struktur Baja dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store
Pembimbing : 1. Ir.Chris Hombokau, MT
2. Rudolf Mait, ST, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
4	13/7-2018	- Buat perhitungan manual (Cross) untile portal yg ditinjau	}
5	10/7-2018	- Lanjutkan pembahasan - belain' Kencana Ditugas pengelasan - Lantai	
6.	22/7-2018	- Lanjutkan perhit, perkatikan kencana keluatan sambungan - Cari referensi sambungan	}



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR ASISTENSI SKRIPSI

Nama : Stendra Mawu
NIM : 14-012-082
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV
Judul Skripsi : Analisa Struktur Baja dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store
Pembimbing : 1. Ir.Chris Hombokau, MT
2. Rudolf Mait, ST, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
7	24/7/2018	- Pembahasan skripsi ok - Kontrol pembelian - Penomoran tabel gambar	} 2
8	20/8/2018	- Pembahasan - Lanjutan	} 2
9	1/9/18	- Skripsi - Skripsi - Jilid	} 2



No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
1	2/8'18	Siap difeminarkan !	



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal 6 agustus 2018

Nama : Stendra Mawu

NIM : 14-012-082

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store

Dosen Penguji : Mario Moningka, ST, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
1	10-8-'18	Penulisan Revisi	

Manado, ...Agustus 2018
Yang Menyatakan,

Mario Moningka, ST, MT
NIP. 19680922 199303 1 001



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal 6 agustus 2018

Nama : Stendra Mawu

NIM : 14-012-082

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store

Dosen Penguji : Ir. Enteng J. Saerang, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
1	10/8/2018	OK	

Manado, ... Agustus 2018
Yang Menyatakan,

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP. 19571107 198803 1 003



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal 6 agustus 2018

Nama : Stendra Mawu

NIM : 14-012-082

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Analisa Struktur Baja Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada
Proyek Modisland Fashion Store

Dosen Penguji : Dr. Teddy Takaendengan, ST, MT

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
	13/8/18	→ ok. selesai	

Manado, 13 Agustus 2018
Yang Menyatakan,

Dr. Teddy Takaendengan, ST, MT
NIP. 19670726 199203 1 002