

**ANALISIS KOLOM BAJA
PADA KONTRUKSI PERLUASAN GUDANG BOILER
PT. INDOFOOD MEDAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

MAHPUJA NARTI SIMATUPANG
NPM: 178110105



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 25/11/22

Access From (repository.uma.ac.id)25/11/22

LEMBAR PENGESAHAN
ANALISIS KOLOM BAJA
PADA KONTRUKSI PERLUASAN GUDANG BOILER
PT. INDOFOOD MEDAN

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Dalam
Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:
MAHPUJA NARTI SIMATUPANG
178110105

Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Hermansyah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004


Denny Meisandi Hutauruk, S.T., M.T
NIDN: 0113059001

Mengetahui:


Dekan Fakultas Teknik
Dr. Rahmawati Syah, S.Kom., M.Kom
NIDN: 01055058804


Ketua Program Studi Teknik Sipil
Hermansyah, S.T., M.T
NIDN: 0106088004

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/11/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)25/11/22

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mahpuja Narti Simatupang

NPM : 178110105

Judul : Analisis Kolom Baja Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler
PT. Indofood Medan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Medan, 12 Oktober 2022

Yang membuat pernyataan



Mahpuja Narti Simatupang

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik universitas medan area, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

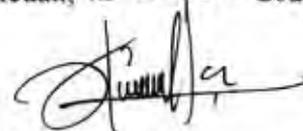
Nama : Mahpuja Narti Simatupang
Npm : 178110105
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalty Non-Eksklusif (*non-exclusive royalty – free right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“ANALISIS KOLOM BAJA PADA KONTRUKSI PERLUASAN GUDANG BOILER PT. INDOFOOD MEDAN”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) dengan hak bebas Royalty Non-Eksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Medan, 12 Oktober 2022



Mahpuja Narti Simatupang

178110103

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat karunia dan rahmat-Nya, Laporan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui Analisa Perhitungan Kolom Baja Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan. Selama penyusunan skripsi ini, banyak rintangan yang penulis dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.Sc, Selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak Dr. Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom, Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
3. Bapak Hermansyah,S.T, M.T, Selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Medan Area dan Dosen Pembimbing I yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.
4. Bapak Denny Meisandi Hutauruk, S.T, M.T sebagai Dosen Pembimbing II yang telah mengarahkan dan memberikan solusi dalam pembuatan skripsi.

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/11/22

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

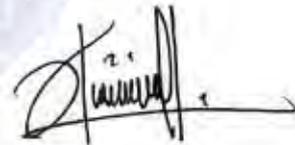
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area
Access From (repository.uma.ac.id)25/11/22

5. Kedua orangtua tercinta Aswiruddin Simatupang dan Hasdiani Simbolon dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa tak terhingga sejak awal masuk Universitas hingga saat proses penulisan skripsi.
6. kepada seluruh teman-teman mahasiswa Teknik Sipil, Mekar CL Siagian, Ayu Azzahra, Eunike Grasia Sihombing, Audina Ina Gultom, Andika Nurzaak Tanjung, terutama angkatan 2017.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian penulisan skripsi ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memperlancar dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini bisa memberikan banyak manfaat untuk dunia pendidikan terutama dalam bidang Teknik Sipil.

Medan, 12 Oktober 2022

Hormat Saya



Mahpuja Narti Simatupang

178110105

RIWAYAT HIDUP

1. Informasi Pribadi

Nama : Mahpuja Narti Simatupang
NPM : 178110105
Tempat, Tgl Lahir : Aek Dakka, 24 April 1999
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Al. Mahligai Desa Aek Dakka, Kec. Barus
Program Studi : Teknik Sipil
No. Hp : 0812-6048-0103

2. Data Keluarga

Nama Ayah : Aswiruddin Simatupang
Nama Ibu : Hasdiani Simbolon
Alamat : Jl. Al. Mahligai Desa Aek Dakka, Kec. Barus

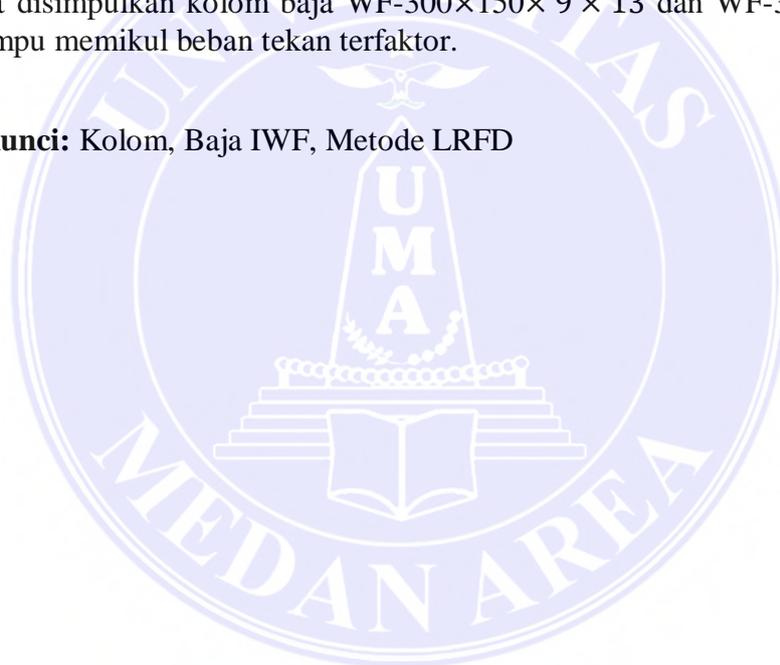
3. Pendidikan

2005- 2011 : Madrasah Ibtidaiyah Aek Dakka
2011-2014 : Madrasah Tsanawiyah Negeri Barus
2014-2017 : Madrasah Aliyah Negeri Barus
2017- 2022 : Universitas Medan Area

ABSTRAK

Struktur atas adalah seluruh komponen yang berada di atas tanah. Fungsi adanya struktur atas adalah sebagai penopang bangunan dengan bentuk memanjang ke atas seperti rangka, kuda-kuda, balok dan kolom. Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Pembangunan gudang ini berlokasi di Tanjung Morawa dengan menggunakan kolom baja IWF, pada penelitian ini dianalisis kekuatan kolom baja dengan pemodelan menggunakan SAP 2000 V.14 dan dilakukan perhitungan secara manual pada portal F menggunakan Metode LRFD (Load and Resitance Factor Design). Metode penelitian menggunakan data primer yaitu dengan observasi dilapangan secara langsung berupa wawancara, dan data sekunder yaitu data yang diambil dari pihak kontraktor berupa gambar maupun dari buku, penelitian terdahulu, dan lain sebagainya. Berdasarkan hasil pemodelan struktur menggunakan SAP 2000 V.14 disimpulkan bahwa bangunan aman, pada analisis secara manual pada portal F dapat disimpulkan kolom baja WF-300×150× 9 × 13 dan WF-350×175× 7 × 11 mampu memikul beban tekan terfaktor.

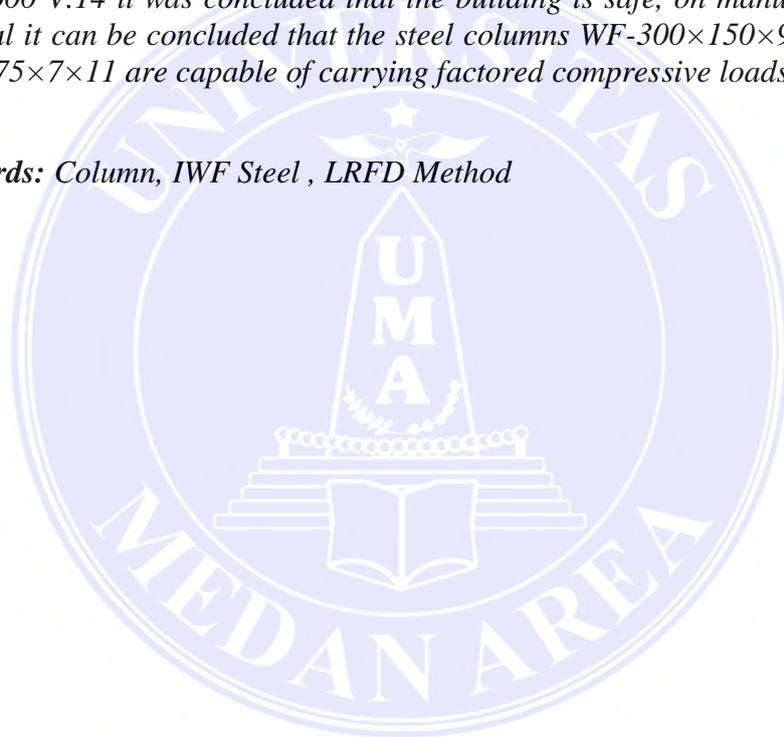
Kata kunci: Kolom, Baja IWF, Metode LRFD



ABSTRACT

The superstructure is all components that are above the ground. The function of the superstructure is as a support for the building with an upward elongated shape such as frames, trusses, beams and columns. Column is a vertical compression member of the structural frame that carries the load from the beam. The construction of this warehouse is located in Tanjung Morawa using IWF steel columns, in this study the strength of the steel columns was analyzed by modeling using SAP 2000 V.14 and manually calculated on the F portal using the LRFD (Load and Resitance Factor Design) method. The research method uses primary data, namely by direct field observations in the form of interviews, and secondary data, namely data taken from the contractor in the form of pictures or from books, previous research, and so on. Based on the results of structural modeling using SAP 2000 V.14 it was concluded that the building is safe, on manual analysis on F portal it can be concluded that the steel columns WF-300×150×9×13 and WF-350×175×7×11 are capable of carrying factored compressive loads .

Keywords: *Column, IWF Steel , LRFD Method*



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

HALAMAN PERNYATAAN

RIWAYAT HIDUP

KATA PENGANTAR..... i

ABSTRAK..... iii

ABSTRACK iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR..... vii

DAFTAR TABEL viii

NOTASI ix

BAB I PENDAHULUAN..... 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Lingkup Penelitian..... 3

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian 3

1.5 Manfaat Penelitian..... 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Penelitian Terdahulu..... 5

2.2 Dasar Teori..... 6

2.2.1 Sejarah Penggunaan Baja 7

2.2.2 Sifat Mekanis Baja 8

2.2.3 Sifat Utama Baja 10

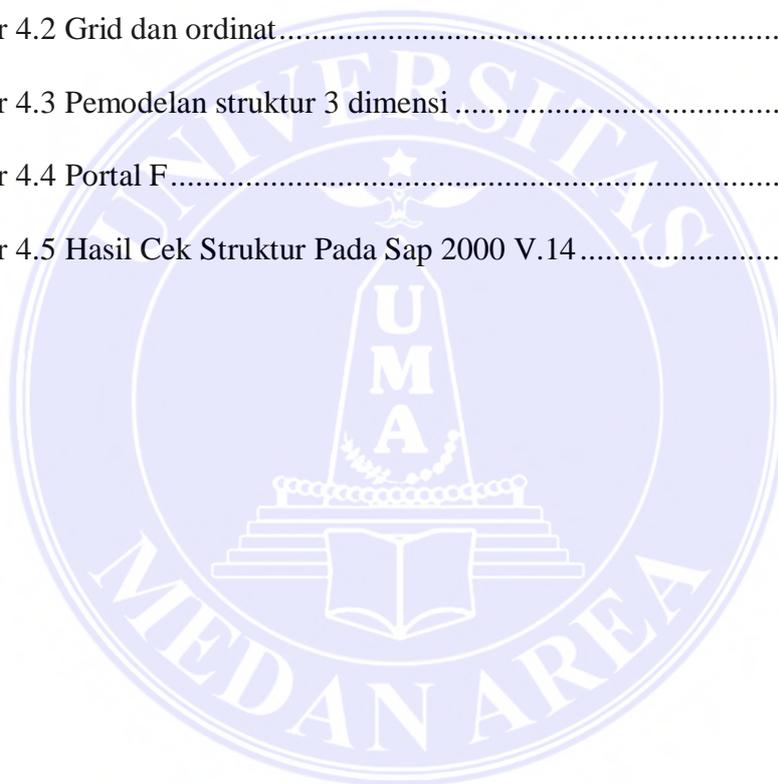
2.3	Beban.....	11
2.4	Teori <i>Load And Resistance Factor Design</i> Struktur Baja	20
2.4.1	Faktor Beban Dan Kombinasi Beban.....	22
2.4.2	Perhitungan Kolom	23
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Tempat Penelitian.....	33
3.2	Tahapan Penelitian	33
3.3	Pengumpulan Data	34
3.4	Tahapan Analisis.....	35
3.5	Diagram Alir Penelitian.....	36
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		37
4.1	Hasil Penelitian	33
4.1.1	Pemodelan Menggunakan SAP 2000 V.14	37
4.1.2	Kolom Baja.....	39
4.1.3	Perhitungan Berat Sendiri Bangunan	39
4.1.4	Beban Gempa.....	48
4.1.5	Kombinsi Pembebanan	49
4.1.6	Hasil Cek Struktur Menggunakan SAP V.14	49
4.2	Perhitungan Kekuatan Kolom	50
4.2.1	Faktor masing-masing kekakuan elemen.....	51
4.2.2	Faktor G Tiap-tiap Joint.....	52
4.2.3	Faktor Panjang Efektif, K	53
4.2.4	Kelangsingan Penampang	54
4.2.5	Aksi Kolom	58

4.2.6 Struktur Tekan Tersusun Kolom	69
4.2.7 Tekuk Lentur Pada Portal F	72
4.3 Pembahasan.....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1 Kesimpulan	75
5.2 Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kolom Euler	18
Gambar 2.2 Nilai Faktor Panjang Tekuk Beberapa Macam Perletakan	21
Gambar 2.3 Nomogram faktor panjang tekuk, k	23
Gambar 3.1. Lokasi Proyek	26
Gambar 4.1 Denah bangunan	30
Gambar 4.2 Grid dan ordinat	31
Gambar 4.3 Pemodelan struktur 3 dimensi	31
Gambar 4.4 Portal F	45
Gambar 4.5 Hasil Cek Struktur Pada Sap 2000 V.14	65



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis Baja	7
Tabel 2.2 Beban mati berdasarkan bahan bangunan.....	9
Tabel 2.3 Beban hidup pada lantai bangunan.....	11
Tabel 2.4 Sifat Mekanis Baja Struktur.....	16
Tabel 4.1 Tinggi bangunan.....	30
Tabel 4.2 Beban Mati Pada Bangunan.....	33
Tabel 4.3 Beban Hidup Pada Bangunan	33
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Beban	33
Tabel 4.5 Nilai variabel spektral percepatan dipermukaan dari gempa.....	39
Tabel 4.6 Dimensi kolom baja.....	40
Tabel 4.8 Faktor masing-masing kekakuan elemen	45
Tabel 4.9 Faktor G Tiap-tiap Joint	47
Tabel 4.10 Faktor Panjang Efektif, K	48
Tabel 4.11 Nilai Beban Kolom (Kombinasi Maximum)	51
Tabel 4.12 Hasil Output SAP 2000 Pada Portal F.....	52

NOTASI

E : Modulus Elastisitas

G : Modulus Geser

μ : Angka Poisson

α : Koefisien Pemuaian

f_u : Tegangan putus minimum

f_y : Tegangan leleh minimum

D : Beban mati

L : Beban hidup

W : Beban angin

C : Faktor respon gempa

I : Faktor keutamaan gedung

R : Faktor reduksi gempa

w_t : Berat total bangunan termasuk beban hidup yang bersesuai

\emptyset : Faktor resistensi, faktor reduksi

R_n : Kekuatan nominal

γ_i : Faktor-faktor kelebihan beban

Q_i : Beban

L_a : Beban hidup di atap

H : Beban air hujan

E : Beban gempa

I : Momen inersia

L : Panjang tekuk kolom

π : 3,14

KL/r : Rasio kerampingan efektif (panjang sendi ekuivalen)

K : Faktor panjang efektif

L : Panjang batang yang ditinjau

A_g : Luas penampang kotor

I : Momen inersia

r : Radius girasi

ϕ_c : 0,85

N_u : Beban terfaktor

N_n : Kuat tekan nominal komponen struktur

λ : Rasio antar lebar dengan tebal suatu elemen

L_x, L_y : panjang komponen struktur tekan arah x dan arah y

K : faktor panjang tekuk

r_x, r_y, r_{min} : jari-jari girasi komponen struktur

m : konstanta yang besarnya ditentukan dalam peraturan

L_1 : Jarak pelat kopel pada arah struktur tekan

I_p : momen inersia pelat kopel,

t : Tebal pelat dengan tinggi

h : Tinggi

I_1 : Momen inersia minimum satu buah profil

a : Jarak antar dua pusat titik berat elemen komponen struktur

α : Koefisien kemiringan atap

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebelum membangun suatu kontruksi sebaiknya kita mengetahui seluk beluk bangunan mulai dari gambar dan jenis struktur bangunan, syarat, elemen hingga komponen apa saja yang harus ada di dalamnya. Karena dalam proses pembangunan, harus ada perencanaan yang matang guna memenuhi standar keamanan, keselamatan, dan kenyamanan pada bangunan.

Pada suatu bangunan harus terdapat struktur yang menopangnya. Bangunan yang lengkap tentu memiliki berbagai struktur yang melengkapi sehingga terbentuklah suatu bangunan yang sempurna. Secara umum, terdapat dua jenis struktur bangunan yang biasa diketahui masyarakat, yakni struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas adalah seluruh komponen yang berada di atas tanah. Fungsi adanya struktur atas adalah sebagai penopang bangunan dengan bentuk memanjang ke atas seperti rangka, kuda-kuda, dan balok. Sementara struktur bawah adalah komponen yang bersentuhan langsung dengan permukaan tanah. Adanya komponen ini berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan memikul beban di atasnya. Di bagian ini harus terdapat pondasi dan struktur basement.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya (*collapse*) lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total (*total collapse*) seluruh struktur (Sudarmoko,

1996). SK SNI T mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil. Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya.

Pelat dasar (*base plate*) merupakan pelat yang berada diantara Kolom baja dengan Pondasi yang terbuat dari material beton pada umumnya. Pelat dasar (*base plate*) memiliki fungsi yaitu: meneruskan beban dari kolom ke pondasi serta meratakan beban kolom yang terjadi.

Pembuatan bangunan dengan menggunakan kolom baja harus benar-benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta benda dan hilangnya korban jiwa. Dalam penelitian ini, penulis akan Menganalisa Perhitungan Kolom Baja Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dalam penelitian ini adalah melakukan Perhitungan Kolom Baja menggunakan metode LRFD Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan.

Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk memahami dan mengetahui tentang:

1. Untuk mengetahui kekuatan Kolom Baja pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan menggunakan SAP 2000 V.14,
2. Untuk mengetahui gaya-gaya dalam yang paling besar Pada kolom baja Konstuksi Perluasan Gudang Boiler.
3. Untuk mengetahui hasil analisis struktur secara manual pada portal F menggunakan metode LRFD.

1.3 Rumusan Masalah

Dalam penulisan skripsi ini rumusan masalah pada proyek Konstruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan adalah :

1. Menganalisis kekuatan Kolom Baja Pada Konstuksi Perluasan Gudang Boiler menggunakan SAP 2000 V.14
2. Mengetahui kekuatan kolom baja WF pada portal H menggunakan metode LRFD.

1.4 Lingkup Penelitian

Penulisan skripsi ini akan membahas dan membatasi penelitian, maka penulis akan melakukan analisis perhitungan kolom baja pada konstruksi Perluasan Gudang Boiler dengan menggunakan metode LRFD.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai perhitungan dan analisis kapasitas kolom menggunakan baja Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Penelitian-penelitian sejenis ini telah dilakukan sebelumnya, sebab penelitian-penelitian terdahulu dirasa sangat penting dalam sebuah penelitian yang akan dilakukan. Beberapa penelitian terdahulu yang mendasari penelitian ini antara lain:

1. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan oleh Muhammad Zulqifli Lihin (2021) mengenai Studi Perencanaan Portal Baja Menggunakan Metode LRFD Pada Gedung RS.Bhayangkara Makassar. Dalam penelitiannya dilakukan studi perencanaan untuk mengetahui dimensi profil baja WF (*Wide Flange*) yang dibutuhkan untuk kolom, dimensi sambungan dan base plate serta gambar detail perencanaan.
2. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan oleh Indah Saiful Fajarani, I Gusti Lanang Bagus Eratodi (2020) mengenai Evaluasi Perencanaan Struktur Komposit Menggunakan Metode *Load Resistance Factor Design* (LRFD) Pada Gedung C Undiknas Denpasar. Dalam penelitiannya dilakukan evaluasi perencanaan untuk mengetahui pengaruh penggunaan metode LRFD dan metode ASD yang digunakan untuk perencanaan lapangan gedung C terhadap perilaku statika struktur

dan evaluasi perencanaan struktur kolom komposit menggunakan metode LRFD pada gedung C Universitas Pendidikan Nasional.

3. Penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan oleh Mita Septiani Amalia, Dine Agustine, Hafiz Abdillah (2020) mengenai Perencanaan Konstruksi Baja Struktur Atas Pada Bangunan Gudang Tahan Gempa (Studi Kasus Bangunan Gudang Penyimpanan Barang Casing Elektronik). Dalam perencanaannya dilakukan analisis untuk mengetahui penggunaan profil yang aman terhadap momen dan geser, dan mengetahui kombinasi pembebanan aksial dan lateral (Beban angin ataupun Beban gempa) profil cukup aman untuk digunakan.

2.2 Dasar Teori

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang

besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982).

2.2.1 Sejarah Penggunaan Baja

Pada masa awal penggunaannya sekitar tahun 4000 SM, besi (komponen utama penyusun baja) digunakan untuk membuat peralatan-peralatan sederhana. Material ini dibuat dalam bentuk besi tempah, yang diperoleh dengan memanaskan biji-biji besi dengan menggunakan arang. Sekitar akhir abad ke-18 dan permulaan abad ke-19, besi tuang dan besi tempah sudah mulai banyak digunakan untuk pembuatan struktur jembatan. Jembatan lengkung coalbrookdale yang melintang diatas sungai severn (Inggris) adalah jembatan pertama yang terbuat dari besi tuang. Jembatan dengan panjang bentang sekitar 30 M ini dibangun oleh Abraham Darby III.

Pada abad ke-19 muncul material baru yang dinamakan dengan baja yang merupakan logam paduan antara besi dan karbon. Material baja mengandung kadar karbon yang lebih sedikit daripada besi tuang. Dan mulai digunakan dalam kontruksi-kontruksi berat. Pembuatan baja dalam volume besar dilakukan pertama kali oleh Sir Henry Bessemer dari Inggris. Sir Henry menerima hak paten dari pemerintah Inggris pada tahun 1855 atas temuannya tersebut. Beliau mempelajari bahwa dengan menghembuskan aliran udara diatas besi cair panas akan membakar kotoran-kotoran yang ada dalam besi tersebut namun secara bersamaan proses ini juga menghilangkan komponen-komponen penting seperti karbon dan mangan. Selanjutnya komponen-komponen penting ini dapat digantikan dengan suatu logam paduan antara besi, karbon, dan mangan, disamping itu juga mulai ditambahkan batu kapur yang dapat mengikat senyawa posfor dan sulfur. Dengan

ditemukannya proses Bessemer, maka ditahun 1870 baja karbon mulai dapat diproduksi dalam skala besar dan secara perlahan material baja mulai menggantikan besi tuang sebagai elemen konstruksi.

Dimerika Serikat jembatan kereta api pertama yang dibuat dari baja adalah jembatan Eads, yang diselesaikan pada tahun 1874. Jembatan yang memakan biaya sekitar \$10.000.000 ini terdiri dari tiga buah bentangan, masing-masing adalah bentangan tengah sepanjang 520 ft dan 2 bentangan yang lain sepanjang 500 ft.

Struktur portal rangka baja pertama adalah Home Insurance Company Buiding di Chicago yang dibangun oleh William Le Baron Jenny. Jenny menggunakan kolom dari besi tuang yang dibungkus dengan bata. Balok-balok untuk 6 lantai pertama terbuat dari besi tempah, sedangkan balok-balok dilantai atasnya terbuat dari balok baja struktural.

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban dari balok. Pada proyek perluasan gudang boiler PT. Indofood Medan menggunakan kolom baja WF. Baja WF atau Wide Flange adalah besi yang kerap digunakan sebagai konstruksi baja. Besi ini memiliki kekuatan yang tinggi terhadap tarikan ataupun tekanan, sehingga dapat digunakan pada pembangunan berskala besar.

2.2.2 Sifat Mekanis Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon

adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982). Berikut merupakan sifat-sifat mekanis baja struktural :

1. Modulus Elastisitas, E : 200.000 MPa
2. Modulus Geser, G : 80.000 Mpa
3. Angka Poisson, μ : 0,3
4. Koefisien Pemuai, α : $14 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, (Catatan : 1 Mpa = 10 kg/cm²).

Sedangkan berdasarkan tegangan leleh dan regangan putusnya, mutu material baja dibagi menjadi beberapa kelas mutu sebagai berikut :

Tabel 2.1. Jenis Baja

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum f_u (MPa)	Tegangan Leleh Minimum f_y (MPa)	Regangan Minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber: SNI -1729-2002, LRFD

2.2.3 Sifat Utama Baja

Pemilihan akan bahan baja disebabkan dari keunggulan atau sifat umum dari baja itu sendiri, dimana tergantung dari bermacam-macam logam campuran dan proses pengerjaannya. Beberapa sifat umum dari baja :

1. Keteguhan (Solidity)

Yaitu batas dari tegangan dalam dimana perpatahan mulai berlangsung, dapat dikatakan pula sebagai daya perlawanan baja terhadap tarikan, tekanan dan lentur.

2. Elastisitas (Elasticity)

Yaitu kesanggupan dalam batas-batas pembebanan tertentu dan apabila sesudahnya pembebanan ditiadakan akan kembali ke bentuk semula.

3. Kekenyalan atau keliatan (Tenacity)

Merupakan kemampuan baja untuk menyerap energi mekanis atau kesanggupan untuk menerima perubahan-perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian berupa cacat-cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar, dan dalam jangka pendek sebelum patah masih merubah bentuk.

4. Kemungkinan ditempa (Malleability)

Dalam keadaan pijar baja menjadi lembek dan plastis tanpa merugikan sifat-sifat keteguhannya sehingga dapat berubah bentuknya dengan baik.

5. Kemungkinan Dilas (Weldebility)

Sifat dalam keadaan panas digabungkan satu dengan yang lain dengan memakai atau tidak memakai bahan tambahan, tanpa merugikan sifat – sifat keteguhan.

6. Kekerasan (Hardness)

Adalah kekuatan melawan terhadap masuknya benda lain kedalamnya.

2.3 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, dan pada umumnya penentuan besarnya beban hanya merupakan suatu estimasi saja. Meskipun beban yang bekerja pada suatu lokasi dari struktur dapat dikrtahui 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 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. Ada beberapa jenis beban, yaitu:

1. Beban Mati (DL)

Beban mati merupakan berat dari semua bagian suatu gedung/bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Adapun beban mati dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.2 Beban Mati Berdasarkan Bahan Bangunan

Bahan bangunan	Besarnya Beban
Baja	7.850 kg/m ³
Batu alam	2.600 kg/m ³
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m ³
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m ³
Batu pecah	1.450 kg/m ³
Besi tuang	7.250 kg/m ³
Beton	2.200 kg/m ³
Beton bertulang	2.400 kg/m ³
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m ³
Pasangan batu merah	1.700 kg/m ³
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m ³
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m ³
Pasangan batu karang	1.450 kg/m ³
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.650 kg/m ³
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m ³
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m ³
Tanah, lempung, dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m ³
Tanah, lempung, dan lanau (basah)	2.000 kg/m ³
Timah hitam (timbel)	11.400 kg/m ³

(Sumber: PPURG 1987, halaman 5)

2. Beban Hidup (LL)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan kedalamannya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus pada atap kedalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

a) Beban hidup pada lantai gedung

Adapun beban hidup pada lantai gedung dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Beban hidup pada lantai bangunan

Beban hidup pada lantai gedung	Besarnya beban
Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m ²
Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang yang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	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
Lanjutan-Tabel 2.3 Beban hidup pada lantai gedung Lantai ruang dansa	500 kg/m ²
Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan lain-lain daripada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pegelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m ²
Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m ²
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam c	300 kg/m ²
Tangga, bordes tangga, gang yang disebut dalam d, e, f, dan g	500 kg/m ²
Lantai ruang pelengkap yang disebut dalam c, d, e, f, dan g	250 kg/m ²
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, tokobuku, took besi, ruang alat-alat dan ruang mesin harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri, dengan minimum	400 kg/m ²
Lantai gedung parkir bertingkat untuk lantai bawah	800 kg/m ²
Lantai gedung parker bertingkat untuk lantai tingkat lainnya	400 kg/m ²
Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap lantai hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m ²

(Sumber: PPURG 1987, halaman 12)

b) Beban hidup pada atap gedung (SNI 1729-2002)

- 1) Beban hidup pada atap dan/ bagian atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibeban oleh orang, harus diambil minimum sebesar 100 kg/m^2 bidang datar.
- 2) Beban hidup pada atap dan/ bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang harus diambil yang paling menentukan diantara 2 macam beban berikut:
 - Beban terbagi rata per m^2 bidang dasar berasal dari beban air hujan sebesar $(40-0,8 \alpha) \text{ kg/m}^2$. Dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m^2 dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari 50° .
 - Beban terpusat bersal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg .
- 3) Pada balok tepi atau gordeng tepi dari atap yang tidak cukup ditunjang oleh dinding atau penunjang lainnya dan pada kantilever harus ditinjau kemungkinan adanya beban hidup terpusat sebesar minimum 200 kg .
- 4) Beban hidup pada atap gedung tinggi yang dilengkapi dengan landasan helikopter (helipad) harus diambil sebesar minimum 200 kg/m^2 diluar daerah landasan, sedangkan pada daerah landasannya harus diambil beban yang bersal dari helocopter sewaktu mendarat dan mengangkasa dengan ketentuan-ketentuan sebagai berikut:

a. Umum

Struktur landasan beserta struktur pemikulnya harus direncanakan terhadap beban-beban yang berasal dari helikopter yang paling menentukan yaitu apabila terjadi pendaratan yang keras karena mesin mati sewaktu melandas (hovering). Beban-beban helokopter tersebut dikerjakan pada landasan melalui tumpuan-tumpuan pendarat. Helikopter-helikopter ukuran kecil sampai sedang pada umumnya tumpuan pendarat jenis palang (skid type) atau jenis bantalan (float type). Sedangkan yang ukuran besar mempunyai tumpuan belakang atau sebuah tumpuan depan. Parameter-parameter helikopter dari jenis umum dioperasikan dengan catatan bahwa besaran-besaran yang diberikan itu dapat berubah pada model-model keluaran baru. Untuk jenis-jenis helokopter yang tidak tercantum dalam tabel, parameter-parameternya harus diambil menurut yang ditentukan oleh pabrik pembuatannya.

b. Pembagian beban.

Masing-masing tumpuan pendarat meneruskan bagian tertentu dari berat bruto helikopter, bergantung pada jenis helikopter dan jenis tuampuan pendaratannya. Pada jenis-jenis helikopter yang mempunyai tumpuan –tumpuan pendarat utama, masing-masing tumpuan pendarat tersebut pada umumnya, meneruskan 40 sampai 45 persen dari berat bruto helikopter. Untuk beberapa jenis helikopter didalam tabel dicantumkan persentase berat bruto helikopter yang diteruskan oleh masing-masing tumpuan pendarat.

Yang diartikan dengan berta bruto helikopter adalah berat total helikopter berikut muatan penuh seperti yang diizinkan menurut peraturan Internasional (FAA). Dalam perencanaan struktur landasan beserta struktur pemikulnya dianggap bahwa dua buah tumpuan pendarat secara serempak membebani landasan.

c. Beban rencana.

Untuk memperhitungkan beban kejut pada pendaratan yang keras akibat mesin mati, maka sebagai beban rencana yang diteruskan oleh tumpuan pendarat harus diambil beban menurut b diatas dikalikan dengan koefisien kejut sebesar 1,5.

d. Bidang kontak.

Untuk perencanaan lantai landasan, beban rencana menurut c diatas yang berupa beban terpusat dapat dianggap disebar terbagi rata didalam bidang kontak tumpuan pendarat. Luas bidang kontak ini bergantung pada jenis helikopter dan jenis tumpuan pendaratnya dan untuk beberapa jenis helikopter dicantumkan dalam tabel 3. Untuk tumpuan pendertai dari jenis roda, dimana masing-masing terdiri dari beberapa roda, nilai-nilai luas bidang kontak yang diberikan adalah jumlah dari luas bidang kontak dari masing-masing roda sedangkan untuk tumpuan pendarat dari jenis paling luas bidang tersebut adalah luas bidang palang yang berada langsung disekitar batang penumpu. Pada umumnya, lantai landasan dapat dianggarkan kuat apabila direncanakan terhadap beban terpusat sebesar 50%. Dari

berat bruto helikopter yang terbagi rata dalam bidang kontak seluas 600 /cm^2 .

3. Beban Angin (w)

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 diambil sebesar 25 kg/m^2 , kecuali untuk bangunan-bangunan berikut:

- a) Tekanan tiup di tepi laut hingga 5 km dari pantai harus diambil minimum 4 kg/m^2
- b) Untuk bangunan didaerah lain yang kemungkinan tekanan tiupnya lebih dari 40 kg/m^2 , harus diambil sebesar $p = V^2/16 \text{ (kg/m}^2)$ dengan V adalah kecepatan angin dalam m/s.
- c) Untuk cerobong, tekanan tiup dalam kg/m^2 ditentukan dengan rumus $(42,5 + 0,6h)$, dengan h adalah tinggi cerobong seluruhnya dalam meter. Nilai tekanan tiup yang diperoleh dari hitungan diatas harus dikalikan dengan suatu koefisien angin, untuk mendapatkan gaya resultan yang bekerja pada bidang kontak tersebut.

4. Beban Gempa

Beban gempa adalah semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada struktur akibat adanya pergerakan tanah oleh gempa bumi, baik pergerakan arah vertikal maupun horizontal. Namun pada umumnya percepatan arah tanah horizontal lebih besar daripada arah vertikalnya. Sehingga pengaruh gempa horizontal jauh lebih menentukan daripada gempa vertikal. Besarnya gaya 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 keutamaan 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.

2.4 Teori Load And Resistance Factor Design (LRFD) Struktur Baja

LRFD (*Load And Resistance Factor Design*) adalah salah satu spesifikasi yang digunakan untuk mendesain struktur bangunan berdasarkan ketahanan atau istilah lainnya metode kekuatan ultimit (Metode Plastis). LRFD adalah suatu metode dalam perencanaan struktur yang memperhitungkan berbagai faktor seperti faktor beban dan faktor ketahanan material. Prinsip desain ini ialah tegangan yang terjadi pada elemen struktur harus lebih kecil dari kapasitas kekuatan elemen dengan suatu faktor keamanan *safety factor*.

Secara umum, suatu struktur dinyatakan aman apabila memenuhi persyaratan berikut:

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

ϕ = Faktor resistensi, faktor reduksi

R_n = Kekuatan nominal

γ_i = Faktor-faktor kelebihan beban

Q_i = Beban

Dimana bagian kiri merepresentasikan tahanan atau kekuatan dari sebuah komponen atau sistem struktur, dan bagian kanan persamaan menyatakan beban

yang harus dipikul struktur tersebut. Jika tahanan nominal R_n dikalikan sesuai faktor tahanan ϕ maka akan diperoleh tahanan rencana. Namun demikian, berbagai macam beban (beban mati, beban hidup, gempa, dan lain-lain) pada bagian kanan persamaan dikalikan suatu faktor beban γ_i untuk mendapatkan jumlah beban terfaktor $\Sigma \gamma_i \cdot Q_i$.

Tabel 2.4 Sifat Mekanis Baja Struktur

Kuat Rencana Untuk	Faktor reduksi (ϕ)
Komponen struktur yang memikul lentur	
• Balok	0,90
• Balok plat berbanding penuh	0,90
• Plat badan yang memikul geser	0,90
• Plat badan pada tumpuan	0,90
• Pengaku	0,90
Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial:	
• Kuat penampang	0,85
• Kuat komponen struktur	0,85
Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial:	
• Terhadap kuat penampang	0,90
• Terhadap kuat tarik fraktur	0,75
Komponen struktur yang memikul aksi-aksi kombinasi:	
• Kuat lentur atau geser	0,90
• Kuat tarik	0,90
• Kuat tekan	0,85
Komponen struktur komposit:	
• Kuat tekan	0,85
• Kuat tumpu beton	0,60
• Lentur dengan distribusi tegangan plastis	0,85
• Lentur dengan distribusi tegangan elastis	0,90
Sambungan baut:	
• Baut yang memikul geser	0,75
• Baut yang memikul tarik	0,75
• Baut yang memikul kombinasi geser dan tarik	0,75
• Lapis yang memikul tumpu	0,75
Sambungan las:	
• Las tumpu penetrasi penuh	0,90
• Las sudut dan las tumpu	0,75
• Las pengisi	0,75

Sumber: Perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung menggunakan metode LRFD hal 14

2.4.1 Faktor Beban Dan Kombinasi Beban

Dalam peraturan baja Indonesia, SNI 03-1729-2002 Pasal 6.2.2 mengenai kombinasi beban (u), dinyatakan bahwa dalam perencanaan suatu struktur baja haruslah diperhatikan jenis-jenis kombinasi pembebanan berikut ini:

1. $1,4D$
2. $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$
3. $1,2D + 1,6L + 0,5 (L_a \text{ atau } H) + (\gamma_L \cdot L \text{ atau } 0,8W)$
4. $1,2D + 1,3W + \gamma_L \cdot L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$
5. $1,2D \pm 1,0E + \gamma_L \cdot L$
6. $0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E)$

Dimana:

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

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk beban kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain. Faktor beban untuk L harus sama dengan 1,0 untuk garasi parkir, daerah yang digunakan untuk pertemuan umum dan semua daerah yang memikul beban hidup lebih besar dari 5 kPa.

L_a adalah beban hidup diatap 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

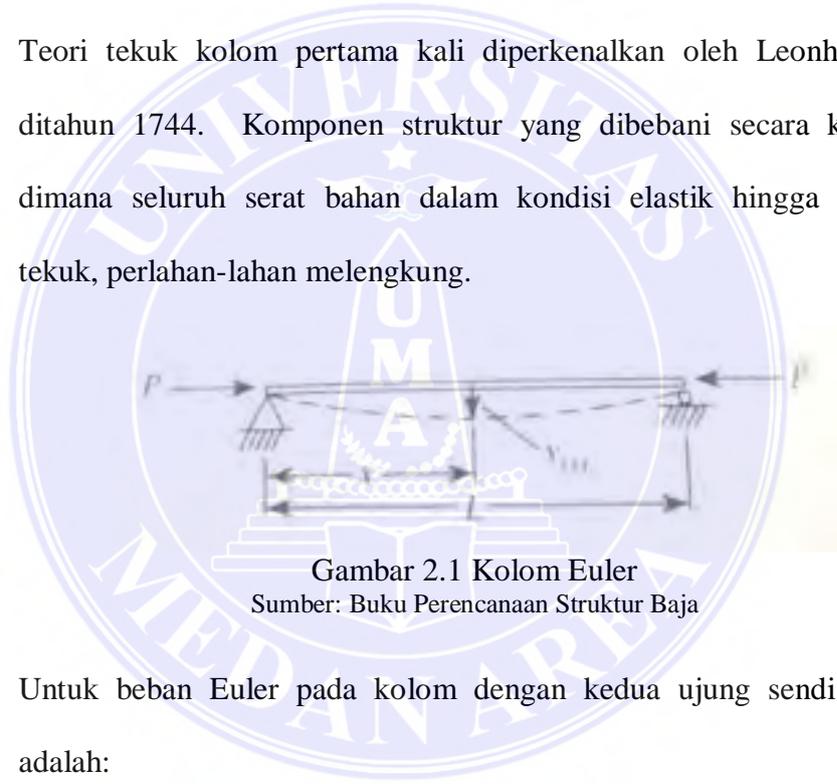
E adalah beban gempa yang ditentukan dari peraturan gempa $\gamma_L = 0,5$ bila $L < 5$ kPa dan $\gamma_L = 1$ bila $L \geq 5$ kPa.

2.4.2 Perhitungan Kolom

Syarat kestabilan dalam mendisain komponen struktur tekan sangat perlu diperhatikan, mengingat adanya bahaya tekuk (buckling) pada komponen-komponen tekan yang langsing.

➤ Tekuk elastik Euler

Teori tekuk kolom pertama kali diperkenalkan oleh Leonhard Euler ditahun 1744. Komponen struktur yang dibebani secara konsentris, dimana seluruh serat bahan dalam kondisi elastik hingga terjadinya tekuk, perlahan-lahan melengkung.



Gambar 2.1 Kolom Euler
Sumber: Buku Perencanaan Struktur Baja

Untuk beban Euler pada kolom dengan kedua ujung sendi besarnya adalah:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dan tegangan tekan yang terjadi:

$$f_{cr} = \frac{P_{cr}}{A_g} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L}{r}\right)^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

E : Modulus elastisitas (kg/cm^2)

- I : Momen inersia
- L : Panjang tekuk kolom (cm)
- π : 3,14

➤ Kekuatan Kolom

Untuk menentukan kekutan kolom dasar, beberapa kondisi perlu diasumsikan bagi sebuah kolom ideal. Sedangkan materialnya dapat diasumsikan bahwa terdapat sifat tegangan-tegangan tekan yang sama di seluruh penampang,tidak terdapat tegangan interval awal seperti yang terjadi karena pendinginan setelah penempaan atau pengelasan. Mengenai bentuk dan kondisi ujung, dapat diasumsikan bahwa kolom tersebut lurus dan prismatic sempurna,resultan beban bekerja melalui sumbu sentroid elemen tekan sampai elemen tekan tersebut melentur. Kondisi ujung harus ditentukan sehingga dapat panjang ujung jepit ekuivalennya. Kemudian asumsi lebih lanjut tentang tekuk, seperti teori defleksi kecil pada problema lentur biasa dapat diberlakukan dan gaya geser dapat diabaikan, serta puntiran atau distorsi penampang lintang tidak terjadi selama lenturan. Untuk itu kekuatan sebuah kolom dapat diwujudkan sebagai; (Struktur Baja 1, Charles G. Salmon, hal: 318)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} A_g = f_{cr} A_g \dots\dots\dots(2.4)$$

Dengan:

- E : Modulus elastisitas (kg/cm²)
- KL/r : Rasio kerampingan efektif (panjang sendi ekuivalen)
- K : Faktor panjang efektif
- L : Panjang batang yang ditinjau (cm)

A_g : Luas penampang kotor (cm²)

I : Momen inersia (cm⁴)

r : Radius girasi = $\sqrt{I/A_g}$

Komponen tekan yang panjang akan mengalami keruntuhan elastik, sedangkan komponen tekan yang cukup pendek dapat dibebani hingga leleh atau bahkan hingga memasuki daerah penguatan regangan. Namun, dalam kebanyakan kasus keruntuhan tekuk terjadi setelah sebagian dari penampang melintang batang mengalami leleh. Kejadian ini dinamakan tekuk inelastik.

➤ Tahanan tekan nominal

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

$$N_u \leq \phi_c \cdot N_n \dots\dots\dots (2.5)$$

Dengan: $\phi_c = 0,85$

N_u = Beban terfaktor

N_n = Kuat tekan nominal komponen struktur

$$= A_g \cdot f_{cr}$$

Tegangan kritis untuk daerah elastik, dituliskan sebagai:

$$\frac{f_{cr}}{f_y} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2 \cdot f_y} = \frac{1}{\lambda_{c2}^2} \dots\dots\dots (2.6)$$

Sehingga:

$$\lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Daya dukung nominal N_n struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} = A_g \cdot \frac{f_y}{\omega} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dengan besarnya ω ditentukan oleh λ_c , yaitu:

Untuk $\lambda_c < 0,25$ maka $\omega = 1$

Untuk $0,25 < \lambda_c < 1,2$ maka $\omega = \frac{1,43}{1,6-0,67 \lambda_c}$

Untuk $\lambda_c > 1,2$ maka $\omega = 1,25\lambda_c^2$

➤ Panjang Tekuk

Kolom dengan kekangan yang besar terhadap rotasi dan translasi pada ujung-ujungnya (contohnya tumpuan jepit) akan mampu menahan beban yang lebih besar dibandingkan dengan kolom yang mengalami rotasi serta translasi padabagian tumpuan ujungnya (contohnya adalah tumpuan sendi). Selain kondisi tumpuan ujung, besar beban yang dapat diterima oleh suatu komponen struktur tekan juga tergantung dari panjang tekan efektifnya. Semakin kecil panjang efektif suatu komponen struktur tekan, maka semakin kecil pula resikonya terhadap masalah tekuk.

Panjang efektif suatu kolom secara sederhana dapat didefenisikan sebagai jarak di antara dua titik pada kolom tersebut yang mempunyai momen sama dengan nol, atau didefenisikan pula sebagai jarak diantara dua titik belok dari kelengkenungan kolom.

Garis putus menunjukkan posisi kolom pada saat tertekuk:						
	k teoritis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0
k disain	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Keterangan						

Gambar 2.2 Nilai Faktor Panjang Tekuk Beberapa Macam Perletakan
 Sumber: Buku Struktur Baja Edisi II

Dalam perhitungan kelangsingan komponen struktur tekan ($\lambda = \frac{l}{r}$), panjang komponen struktur yang digunakan harus dikalikan suatu faktor panjang tekuk k untuk memperoleh panjang efektif dari kolom tersebut. Besarnya Faktor panjang efektif sangat tergantung dari kondisi perletakan pada ujung-ujung komponen struktur tersebut. Prosedur penentuan nilai k dilakukan dengan analisa tekuk terhadap suatu kolom, dan cara analisa tersebut tidak dibahas.

SNI 03-1729-2002 Pasal 7.6.3.1 memberikan daftar nilai faktor panjang tekuk untuk berbagai kondisi tumpuan ujung dari suatu kolom. Nilai k ini diperoleh dengan mengasumsikan bahwa kolom tidak mengalami goyangan atau translasi pada ujung-ujung tumpuannya.

Nilai k untuk komponrn struktur tekan dengan kondisi-kondisi tumpuan ujung yang ideal, dapat ditentukan dengan mudah yaitu menggunakan ketentuan-ketentuan diatas, namun untuk suatu komponen struktur tekan yang merupakan bagian dari struktur portal kaku, nilai k harus dihitung berdasarkan suatu nomogram. Tumpuan-tumpuan pada ujung kolom tersebut ditentukan oleh hubungan antara balok dengan kolom-kolom lainnya.

Nilai k untuk masing-masing sistem portal dapat dicari dari nomogram. Bahwa nilai k merupakan fungsi dari G_A dan G_B yang merupakan perbandingan antara kekakuan komponen struktur yang dominan terhadap tekan (kolom) dengan kekakuan komponen struktur yang relatif bebas terhadap gaya tekan (balok). Nilai G ditetapkan berdasarkan persamaan:

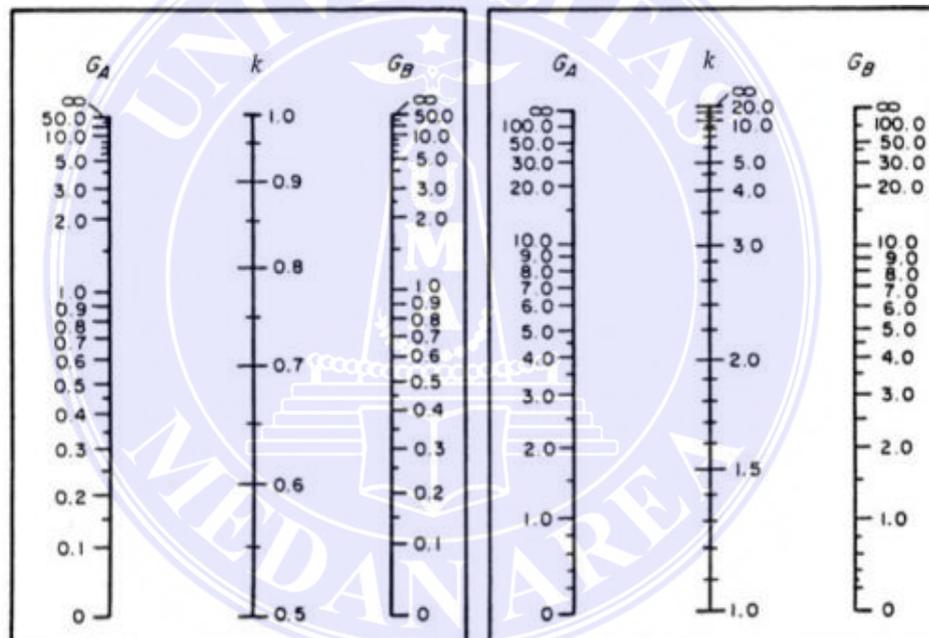
$$G = \frac{\sum (\frac{I}{L})_c}{\sum (\frac{I}{L})_b} \dots\dots\dots (2.9)$$

Persamaan dapat dikecualikan untuk kondisi-kondisi berikut:

- a) Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya tidak terhubung secara kaku pada pondasi (contohnya tumpuan sendi), nilai G tidak boleh dimbil kurang dari 10 , kecuali bila dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.
- b) Untuk komponen struktur tekan yang dasarnya terhubung secara kaku pada pondasi (tumpuan jepit), nilai G tidak boleh diambil kurang dari 1, kecuali dilakukan analisa secara khusus untuk mendapatkan nilai G tersebut.

Besaran $\sum(\frac{I}{L})_c$ dihitung dengan menjumlahkan kekakuan semua komponen struktur tekan (kolom) dengan bidang lentur yang sama, yang terhubung secara kaku pada ujung komponen struktur yang sedang ditinjau.

Besaran $\sum(\frac{I}{L})_b$ dihitung dengan menjumlahkan kekakuan semua komponen struktur lentur (balok) dengan bidang lentur yang sama yang terhubung secara kaku pada ujung komponen struktur yang sedang ditinjau.



(a)komponen struktur brgoyang (b)komponen struktur tak bergoyang

Gambar 2.3 Nomogram faktor panjang tekuk, k

Sumber: Buku Struktur Baja Edisi II

➤ Masalah Tekuk Lokal

Jika penampang melintang suatu komponen struktur tekan cukup tipis, maka akan ada kemungkinan timbul tekuk lokal. Jika tekuk lokal terjadi maka komponen struktur tersebut tidak akan mampu memikul beban tekan secara penuh, dan ada kemungkinan pula struktur tersebut

akan mengalami keruntuhan. Profil-profil WF dengan tebal flens yang tipis cukup rawan terhadap bahaya tekuk lokal, sehingga penggunaan profil-profil demikian sebaiknya dihindari.

SNI 03-1729-2002 membatasi rasio antara lebar dengan ketebalan suatu elemen, dan penampang suatu komponen struktur dapat diklarifikasikan menjadi penampang kompak, tidak kompak, dan langsing. Suatu penampang yang menerima beban aksial tekan murni, kekuatannya harus direduksi jika penampang tersebut termasuk penampang yang langsing. Rasio antar lebar dengan tebal suatu elemen biasanya dinotasikan dengan simbol λ . Untuk profil WF maka kelangsingan flens dan web dapat dihitung berdasarkan rasio $b_f/2t_f$ dan h/t_w dengan b_f dan t_f adalah lebar dan tebal dari flens sedangkan h dan t_w adalah tinggi dan tebal dari web. Jika nilai l lebih besar dari suatu batas yang ditentukan, λ_r , maka penampang dikategorikan sebagai penampang langsing dan sangat potensial mengalami tekuk lokal. Batasan-batasan λ_r untuk berbagai tipe penampang.

➤ **Komponen Struktur Tekan Tersusun**

Komponen struktur tekan dapat tersusun dari dua atau lebih profil, yang disatukan dengan menggunakan pelat kopel. Analisis kekuatannya harus dihitung terhadap sumbu bahan dan sumbu bebas bahan. Sumbu bahan adalah sumbu yang memotong semua elemen komponen struktur tersebut, sedangkan sumbu bebas bahan adalah sumbu yang sama sekali tidak, atau hanya memotong sebagian dari elemen komponen struktur tersebut. Analisis dilakukan sebagai berikut:

Kelangsingan pada arah sumbu bahan (sumbu x) dihitung dengan:

$$\lambda_x = \frac{K \cdot L_x}{r_x} \dots\dots\dots (2.10)$$

dan pada arah sumbu bebas bahan harus dihitung kelangsingan ideal λ_{iy}

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_t^2} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dan

$$\lambda_y = \frac{K \cdot L_y}{r_y} \text{ dan } \lambda_1 = \frac{L_1}{r_{min}} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan:

L_x, L_y = panjang komponen struktur tekan arah x dan arah y

K = faktor panjang tekuk

r_x, r_y, r_{min} = jari-jari girasi komponen struktur

m = konstanta yang besarnya ditentukan dalam peraturan

L_1 = Jarak pelat kopel pada arah struktur tekan

Pelat kopel yang digunakan harus cukup kaku sehingga memenuhi persamaan:

$$\frac{I_p}{a} \geq 10 \frac{I_1}{L_1} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dengan:

I_p = momen inersia pelat kopel, untuk pelat kopel dimuka dan dibelakang

yang tebalnya t dengan tinggi h , maka $I_p = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot t \cdot h^3$

I_1 = momen inersia minimum satu buah profil

a = jarak antar dua pusat titik berat elemen komponen struktur

Selain ketentuan tersebut diatas, untuk menjaga kestabilan elemen-elemen penampang komponen struktur tersusun, maka harga λ_x , λ_{iy} , dan λ_y harus memenuhi

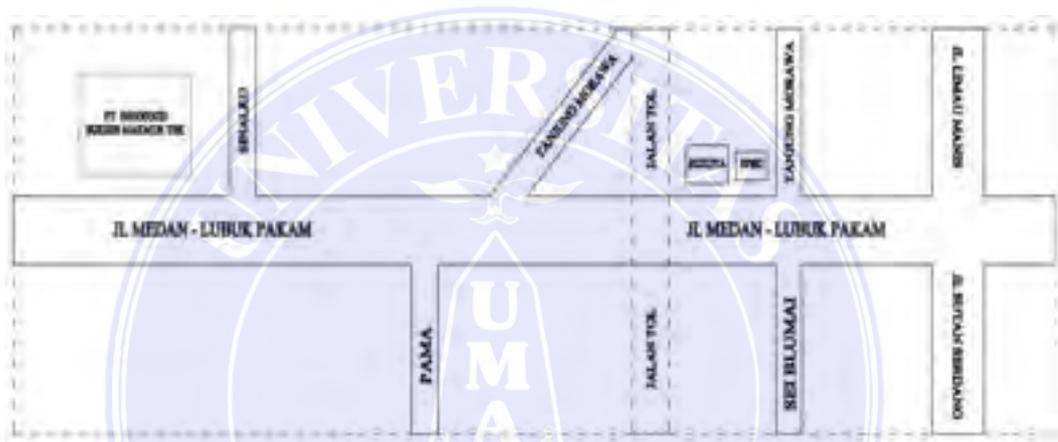


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Adapun penelitian ini berlokasi di Jalan Medan-Lubuk Pakam KM.18,5 Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara sebagaimana dapat dilihat pada peta lokasi berikut ini:



Gambar 3.1. Lokasi Proyek
Sumber: Dokumen penulis

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian pada lokasi ini merupakan Proyek Konstruksi Perluasan Gudang Boiler. Untuk memperoleh data yang sesuai dengan masalah yang diteliti atau akan dibahas, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Data Primer

Cara pengumpulan data yang digunakan adalah observasi Lapangan Sebagaimana pengumpulan data pada dokumentasi lapangan, sehingga dapat mengetahui kondisi sesungguhnya secara langsung di lapangan mengenai apa yang telah dikerjakan serta mengetahui kondisi eksisting kolom baja tersebut.

2. Data Sekunder

Data-data atau gambar yang didapat dari pihak kontraktor maupun instansi terkait yang menangani Proyek Konstruksi Perluasan Gudang Boiler. Maka peneliti mengumpulkan data sebagai berikut :

- a. Teknik kepustakaan yaitu dengan mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, majalah konstruksi, media internet dan media cetak lainnya.
- b. Pengambilan Data Sekunder dilakukan dengan cara Pengumpulan data profil baja untuk melengkapi data yang akan dianalisa. Data Profil baja ini dibutuhkan untuk mengetahui profil serta ukuran dari kolom bajanya tersebut, Sehingga sangat membantu saat analisis perhitungan nantinya.

3.3 Pengumpulan Data

Sebelum pemodelan, sebaiknya dilakukan pengumpulan data terlebih dahulu, agar data yang didapatkan lebih akurat. Penulis melakukan pengumpulan data secara primer, dimana penulis langsung kelapangan. Adapun pengumpulan data dan informasi bangunan Gudang Boiler PT. Indofood Medan, Sumatera Utara, yang diperoleh penulis antara lain:

- a) Gambar denah proyek Gudang Boiler PT. Indofood Medan
- b) Gambar dimensi Kolom dan Balok Gudang Boiler PT. Indofood Medan

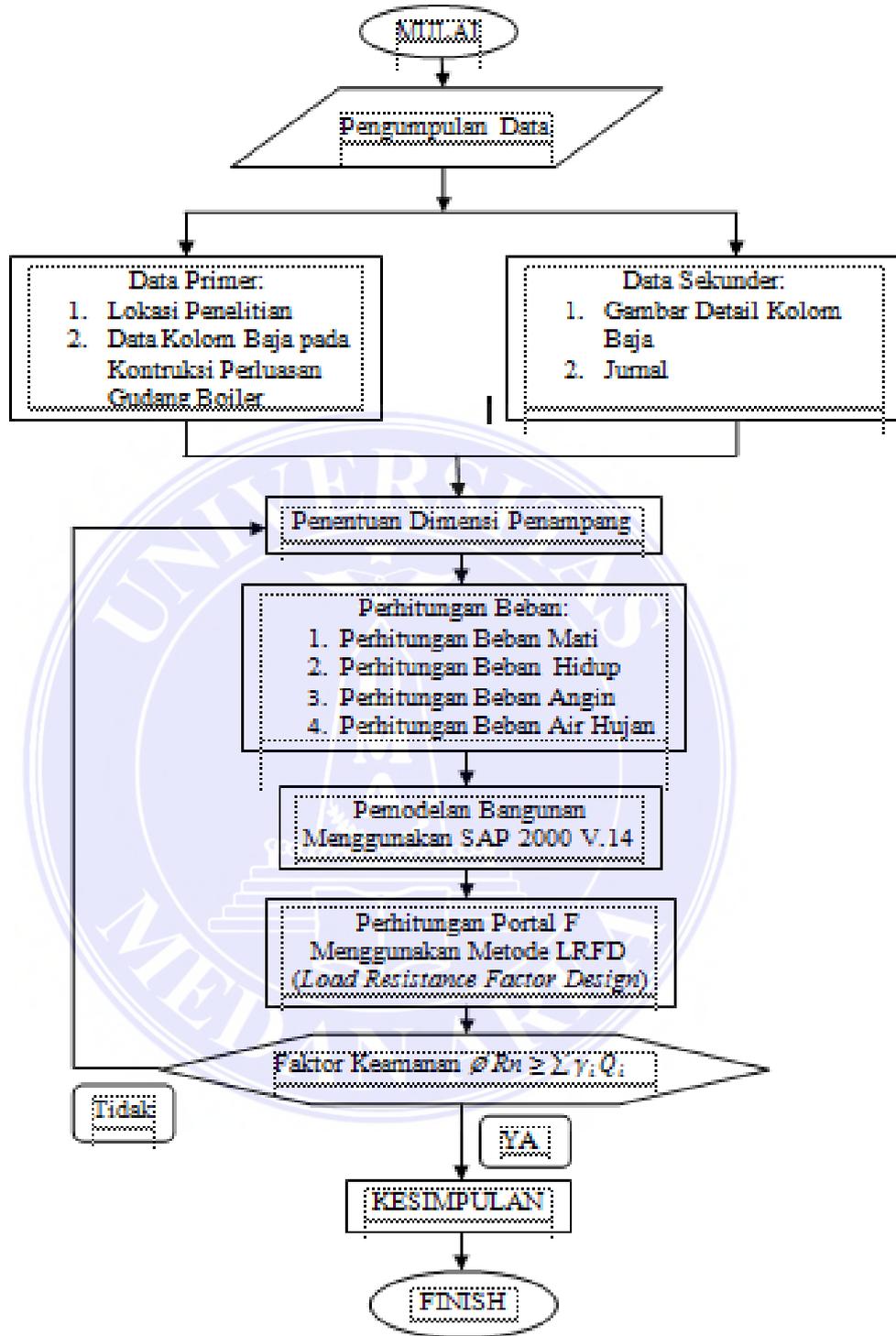
Data gambar yang didapatkan, digunakan untuk pemodelan struktur gedung dan kemudian dianalisis menggunakan software SAP 2000 V.14 dengan metode LRFD (*Load And Resistance Factor Design*).

3.4 Tahapan Analisis

Adapun tahapan analisis yang akan dilakukan penulis dalam penelitian ini adalah:

- 1) Mengumpulkan data-data struktur
- 2) Perhitungan pembebanan struktur, yaitu:
 - Beban Hidup
 - Beban Mati
 - Beban angin
 - Beban air hujan
- 3) Pemodelan struktur gudang menggunakan program SAP 2000 V.14
- 4) Analisis struktur pada portal F dengan metode LRFD (Load Resistance Factor Design)
- 5) Menyimpulkan Hasil analisis

3.5 Diagram Alir Penelitian



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis kolom baja pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan maka dapat disimpulkan bahwa:

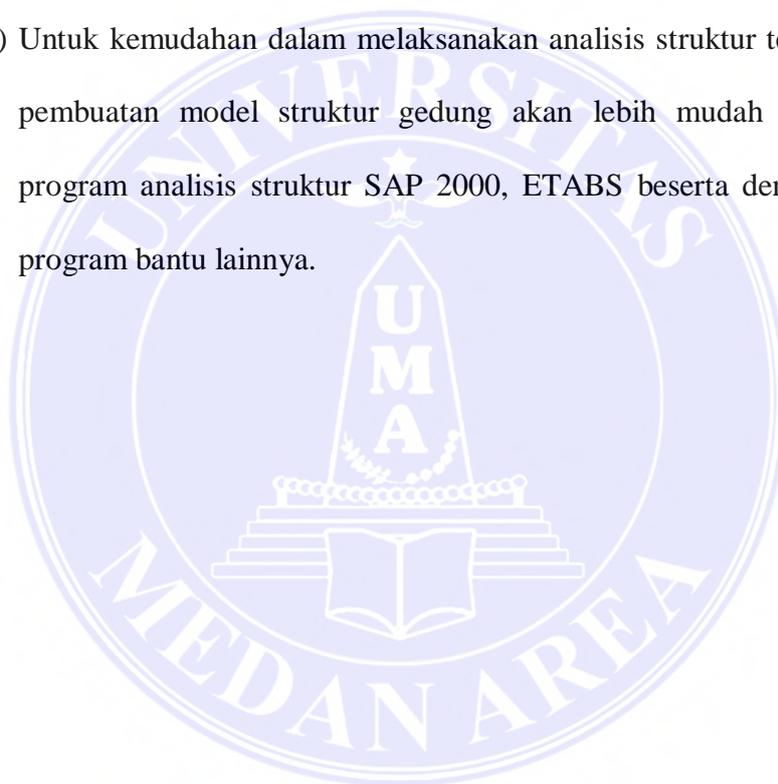
- 1) Kontruksi Gudang Boiler PT. Indofood aman setelah dilakukan pemodelan dengan SAP 2000 Versi 14 dengan hasil Biru dan sebagian kolom berwarna hijau yang menandakan bangunan tersebut aman.
- 2) Pada kolom yang mengalami gaya-gaya dalam paling besar terdapat pada portal F dengan gaya aksial akibat beban terfaktor $N_U = 4389,56$ kg, momen akibat beban terfaktor $M_U = 2416,80$ kg, dan gaya geser akibat beban terfaktor $V_U = 971,374$ kg
- 3) Analisis struktur secara manual pada portal F dengan profil baja WF-300×150×6,5×9 aman memikul beban tekan terfaktor 2,546 ton dan WF-350×175×7×11 aman memikul beban tekan terfaktor sebesar 4,389 ton.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Analisis Kolom Baja Pada Kontruksi Perluasan Gudang Boiler PT. Indofood Medan terdapat beberapa saran sebagai berikut:

- 1) Sebelum perencanaan struktur sebaiknya dilakukan estimasi awal pada ukuran elemen struktur, sehingga tidak terjadi penentuan elemen struktur berulang-ulang.

- 2) Dalam melakukan input data pada program SAP 2000 hendaknya dilakukan dengan teliti sesuai dengan asumsi-asumsi yang telah ditetapkan sebelumnya sehingga dapat dihasilkan analisis struktur yang mendekati keadaan sebenarnya.
- 3) Sebelum melakukan suatu perencanaan dan perancangan struktur alangkah lebih tepat apabila memahami lebih dahulu peraturan yang berlaku khususnya SNI 03-1726-2002.
- 4) Untuk kemudahan dalam melaksanakan analisis struktur terutama dalam pembuatan model struktur gedung akan lebih mudah jika memakai program analisis struktur SAP 2000, ETABS beserta dengan program-program bantu lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

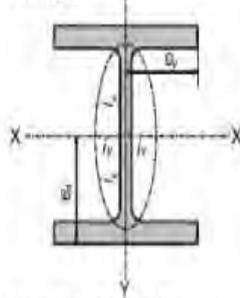
- Badan Standarisasi Nasional, *“Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002”*, Bandung, 2000
- Badan Standarisasi Nasional. (2015). *“Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2015)”*. Jakarta: BSN
- Desain spektral Indonesia diakses 5 februari 2017, http://www.puskim.pu.go.id/Aplikasi/desain_spektra_Indonesia_2011.
- Dewobroto, W., 2015. *“Struktur Baja Perilaku, Analisis & Desain AISC 2010”*. Tangerang: Lumina Press
- Pedoman Bahan Kontruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil (2015). *“spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural”*, petunjuk teknis penggunaan SNI 1729, Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, Jakarta
- Setiawan, A. (2008). *“Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03 1729 2002)”*. Jakarta: Penebit Erlangga
- Theodosius, G., Saleh, M., *“Teori Soal Dan Penyelesaian Kontruksi Baja I Jilid I”*, Delta Teknik Group, Jakarta, 2000
- Trijadir, Muhammad. 2015. *“Perencanaan Ulang Struktur Beton Bertulang Gedung 5 Lantai Menjadi Struktur Rangka Baja Menggunakan SNI 1729:2015”*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik UGM

LAMPIRAN

Wide Flange Shape

Product Specifications

Hot Rolled

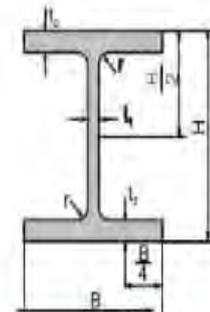


Geometrical moment of inertia $I = Ai^2$

Radius of gyration of area $I = \sqrt{I/A}$

Modulus of section $z = I/e$

(A = sectional area)



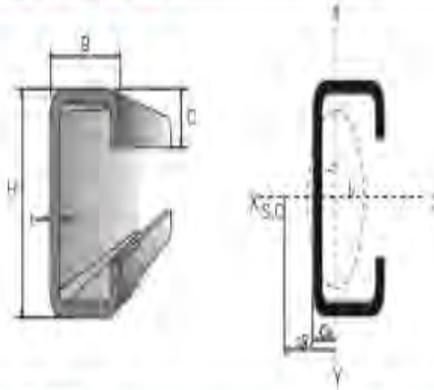
According JIS G 3192

Metric Size

Standard Sectional Dimension					Section Area A cm ²	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
Nominal Dimensional mm	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			Geometrical Moment Of Inertia		Radius Of Gyration Of Area		Modulus Of Section	
							Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	ix cm	iy cm	Zx cm ³	Zy cm ³
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.50	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293	5.29	3.11	136.00	47.00
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.60	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1,640	563	6.39	3.78	219.00	75.10
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2,880	984	7.50	4.36	330.00	112.00
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.26	2.21	160.00	23.00
	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4,720	1,600	8.62	5.02	472.00	160.00
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	26.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.00
300 x 300	300 x 300	10	15	18	119.80	94.00	20,400	6,750	13.10	7.51	1,360.00	450.00
350 x 175	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11,100	792	14.50	3.88	641.00	91.00
	350 x 175	7	11	14	63.14	49.60	13,600	984	14.70	3.95	775.00	112.00
350 x 350	350 x 350	12	19	20	173.9	137.00	40,300	13,600	15.20	8.84	2,300.00	776.00
400 x 200	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20,000	1,450	16.70	4.48	1,010.00	145.00
	400 x 200	8	13	16	84.1	66.00	23,700	1,740	16.80	4.54	1,190.00	174.00
400 x 400	400 x 400	13	21	22	218.7	172.00	66,600	22,400	17.50	10.10	3,330.00	1120.00
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	76.00	33,500	1,870	18.60	4.40	1,490.00	187.00
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.60	47,800	2,140	20.50	4.33	1,910.00	214.00
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106.00	77,600	2,280	24.00	4.12	2,590.00	228.00
600 x 300	588 x 300	12	20	28	192.5	151.00	118,000	9,020	24.80	6.85	4,020.00	601.00
700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.5	185.00	201,000	10,800	29.30	6.78	5,760.00	722.00
800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.4	210.00	292,000	11,700	33.00	6.62	7,280.00	782.00
900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00	411,000	12,600	36.40	6.39	9,140.00	843.00

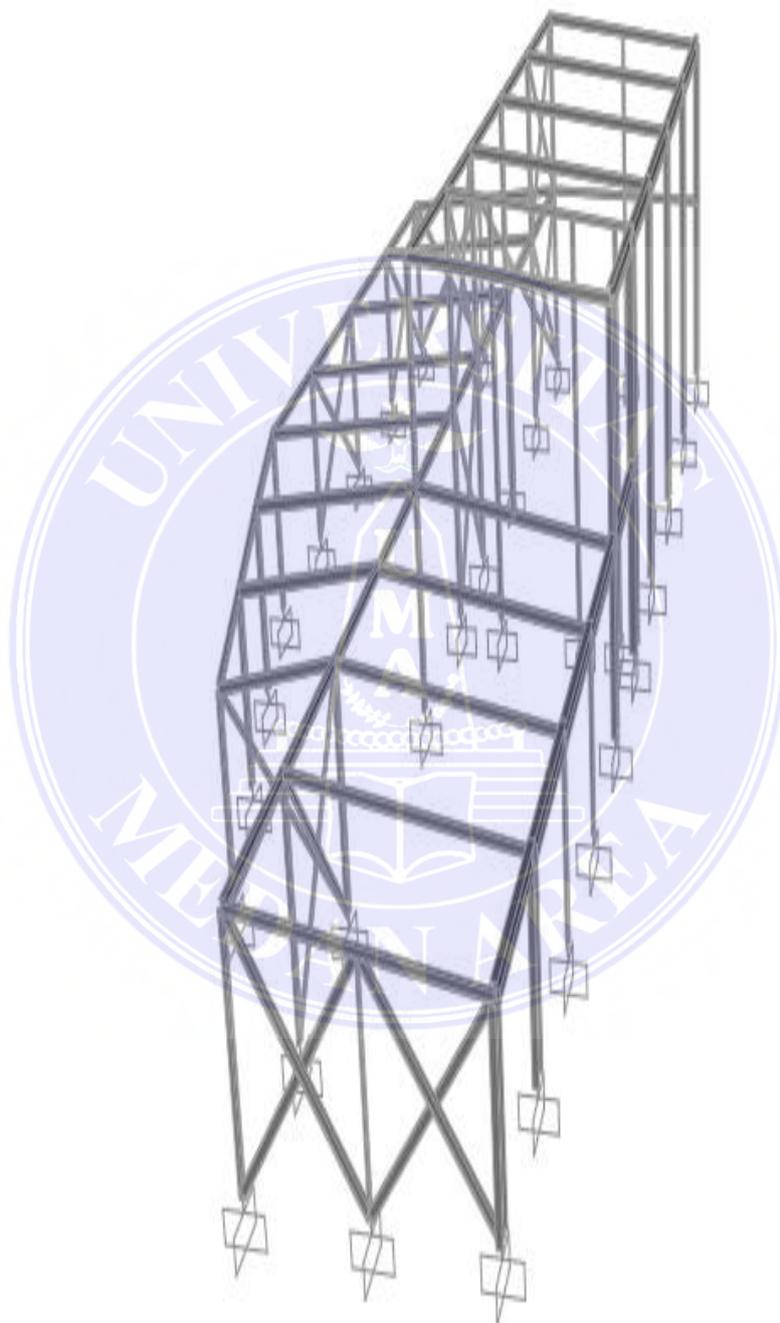
Lipped Channel (Baja Kanal C Ringan)

Product Specifications

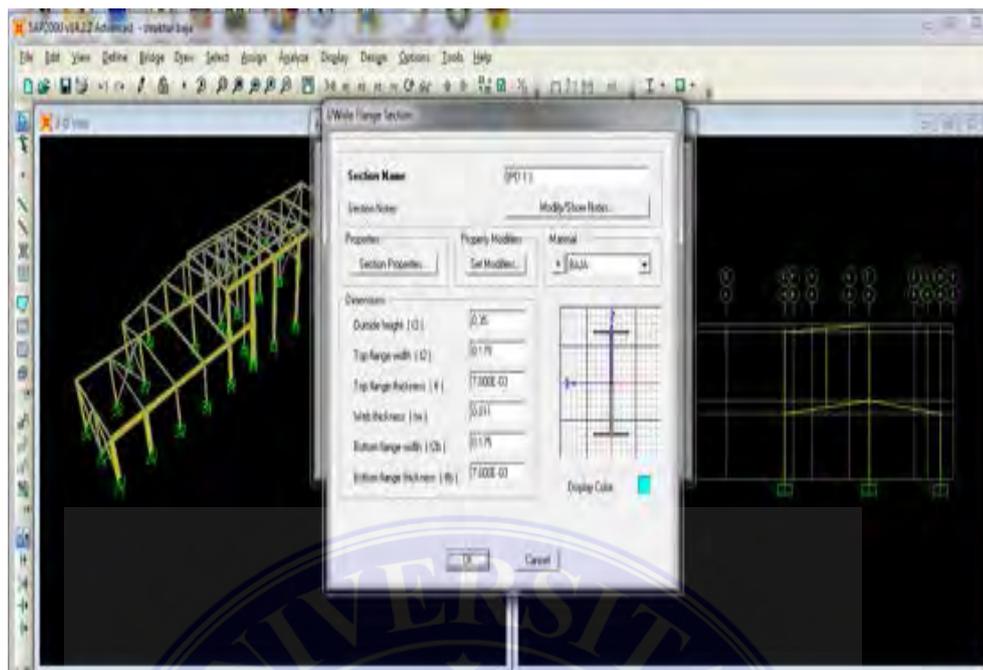


Metric Size

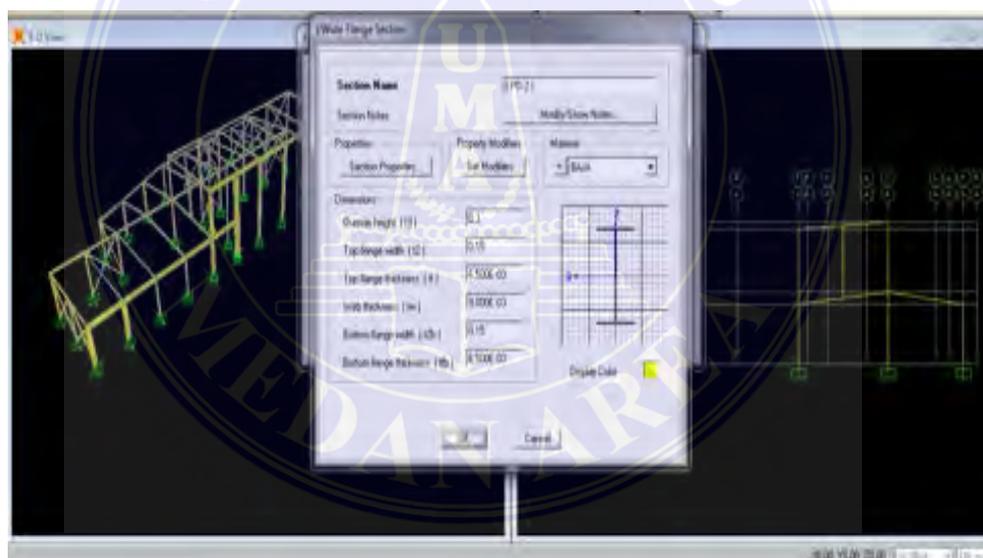
Dimension		Section Area	Unit Weight	Informative Reference									
				Geometrical Moment of Inertia		Modulus of Section		Radius of Gyration		Center of Gravity	Shear Center	Torsion Constant	Warping Constant
H x B x C	t	A	Kg/m	I _x	I _y	Z _x	Z _y	r _x	r _y	C _x	X _c	J	C _w
mm	mm	cm ²		cm ⁴	cm ⁴	cm ³	cm ³	cm	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁶
C 100 x 50 x 20	2	4.54	3.56	71	17	14.3	5.4	3.97	1.93	1.87	4.48	605	444
	2.3	5.17	4.06	81	19	16.1	6	3.95	1.92	1.86	4.46	912	496
	2.5	5.59	4.39	87	20	17.3	6.5	3.94	1.9	1.86	4.45	1164	528
	2.8	6.2	4.87	95	22	19.1	7.1	3.92	1.89	1.86	4.42	1621	574
	3	6.61	5.19	101	23	20.2	7.4	3.91	1.88	1.86	4.41	1982	603
	3.2	7.01	5.5	106	24	21.3	7.8	3.9	1.87	1.86	4.4	2392	630
C 125 x 50 x 20	2	5.04	3.95	120	18	19.3	5.5	4.89	1.91	1.69	4.15	672	675
	2.3	5.75	4.51	136	21	21.8	6.2	4.87	1.89	1.69	4.12	1013	755
	2.5	6.21	4.88	147	22	23.5	6.6	4.86	1.88	1.69	4.11	1295	805
	2.8	6.9	5.42	162	24	25.9	7.2	4.84	1.86	1.69	4.08	1804	877
	3	7.36	5.78	172	25	27.5	7.6	4.83	1.85	1.69	4.07	2207	922
	3.2	7.81	6.13	181	27	29	8	4.82	1.84	1.68	4.05	2665	965
C 150 x 50 x 20	2	5.54	4.35	185	19	24.7	5.6	5.79	1.87	1.55	3.86	738	971
	2.3	6.32	4.96	210	22	28	6.3	5.77	1.86	1.55	3.84	1115	1088
	2.5	6.84	5.37	226	23	30.2	6.8	5.75	1.85	1.55	3.82	1425	1162
	2.8	7.6	5.97	250	26	33.3	7.4	5.73	1.83	1.54	3.8	1987	1267
	3	8.11	6.37	265	27	35.4	7.8	5.72	1.82	1.54	3.78	2432	1334
	3.2	8.61	6.76	280	28	37.4	8.2	5.71	1.81	1.54	3.77	2938	1398
C 150 x 65 x 20	2	6.14	4.82	218	36	29.1	8.3	5.96	2.43	2.12	5.19	818	1784
	2.3	7.01	5.5	248	41	33	9.4	5.94	2.42	2.12	5.16	1236	2006
	2.5	7.59	5.96	267	44	35.6	10	5.93	2.41	2.12	5.15	1581	2148
	2.8	8.44	6.63	295	48	39.4	11	5.91	2.39	2.12	5.13	2207	2352
	3	9.01	7.07	314	51	41.8	11.6	5.9	2.38	2.11	5.11	2702	2482
	3.2	9.67	7.51	332	54	44.2	12.2	5.89	2.37	2.11	5.09	3265	2608
C 200 x 75 x 20	2	7.54	5.92	467	56	46.7	10.6	7.87	2.73	2.2	5.49	1005	4571
	2.3	8.62	6.77	531	64	53.1	12	7.85	2.72	2.2	5.47	1520	5159
	2.5	9.34	7.33	573	68	57.3	12.9	7.84	2.71	2.2	5.45	1948	5537
	2.8	10.4	8.17	636	75	63.6	14.2	7.82	2.69	2.2	5.42	2719	6085
	3	11.11	8.72	676	80	67.6	15	7.8	2.68	2.19	5.41	3332	6437
	3.2	11.81	9.27	716	84	71.6	15.8	7.79	2.67	2.19	5.39	4030	6779



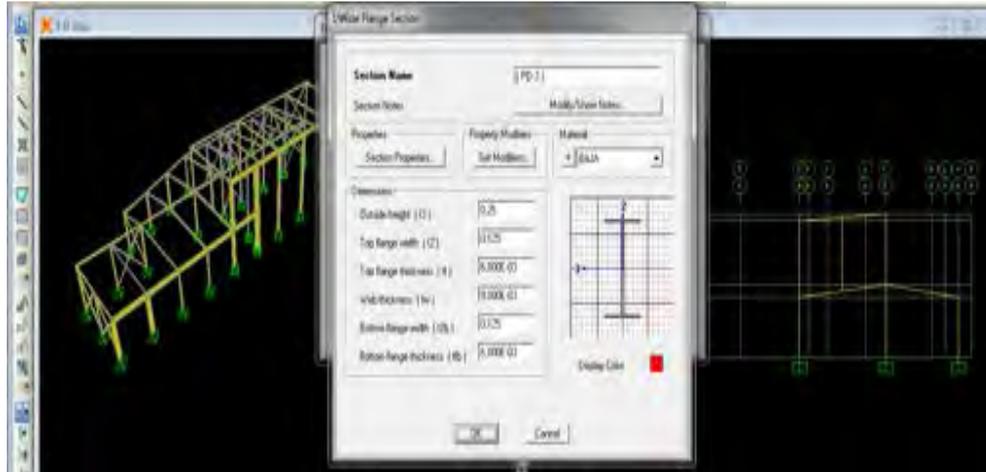
Gambar Pemodelan Skripsi 3D pada SAP 2000 V.14



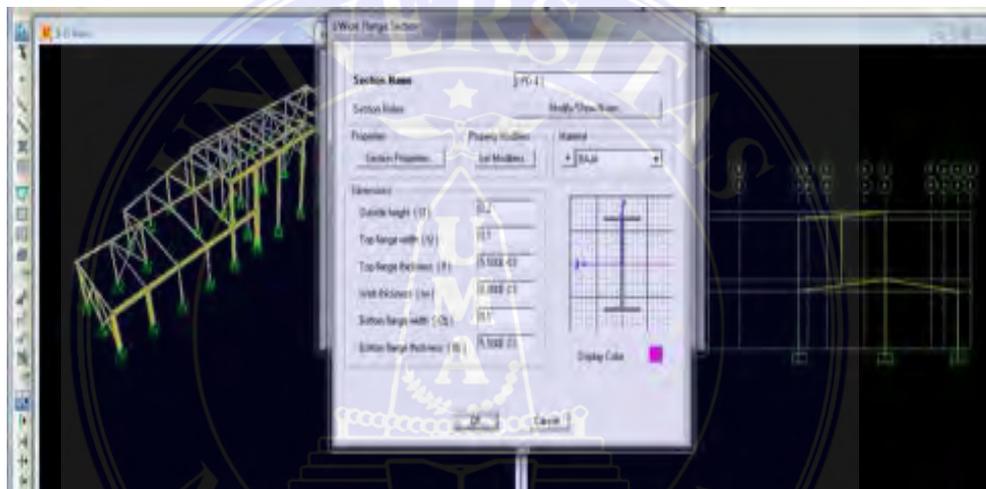
Gambar Profil PD-1



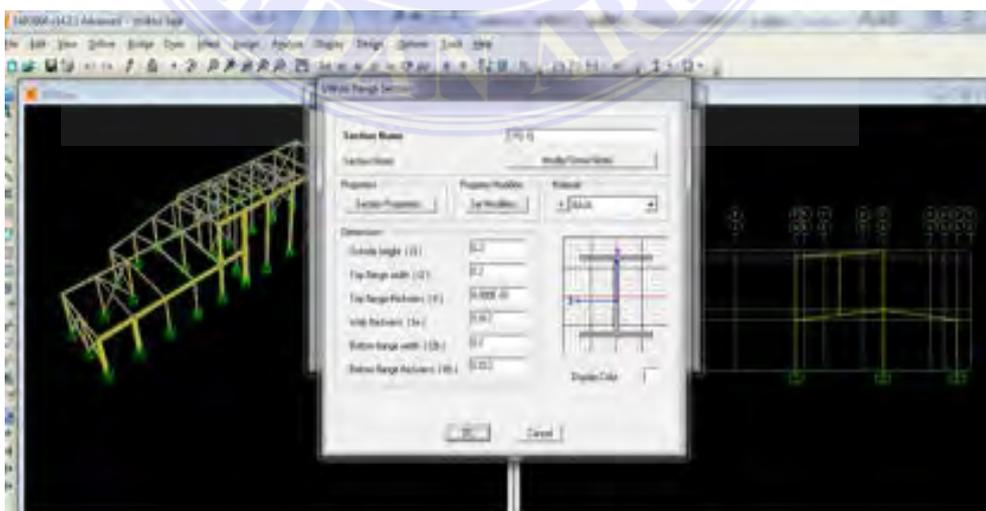
Gambar Profil PD-2



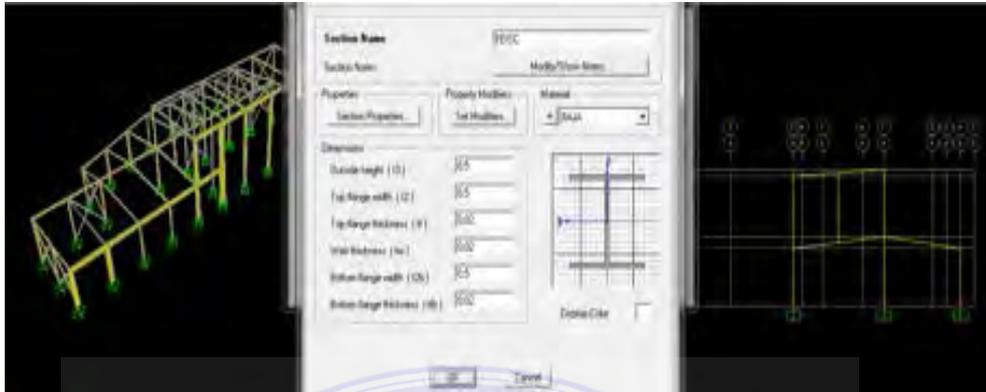
Gambar Profil PD-3



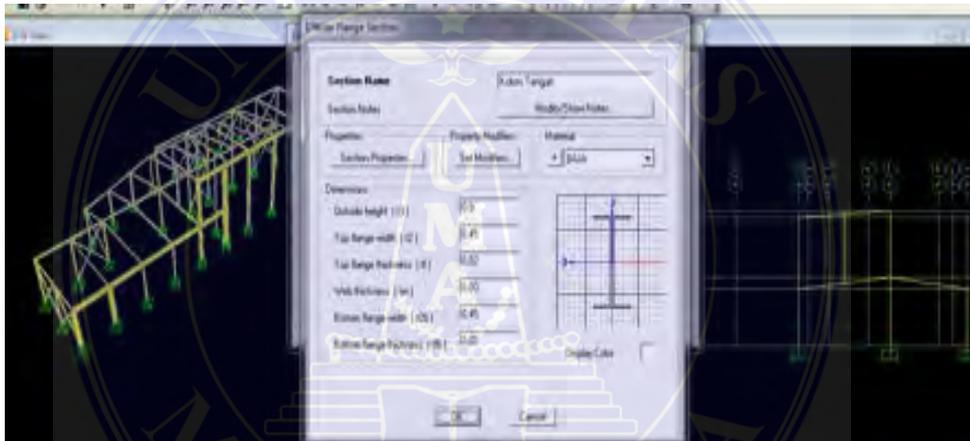
Gambar Profil PD-4



Gambar Profil PD-5



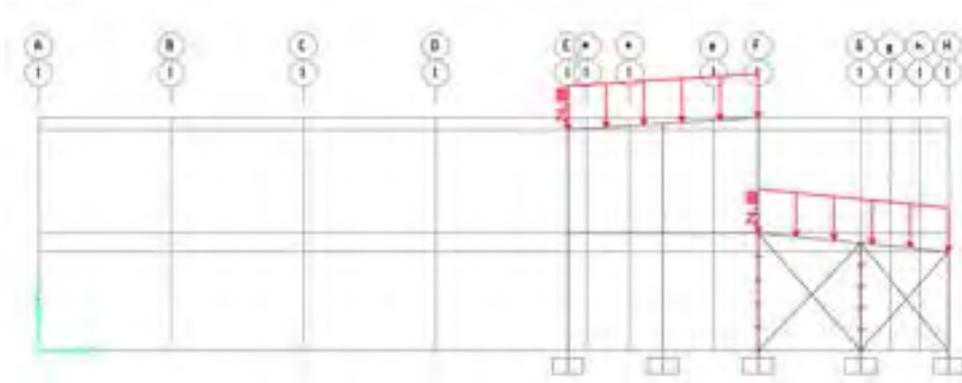
Gambar Baja Penyanggah



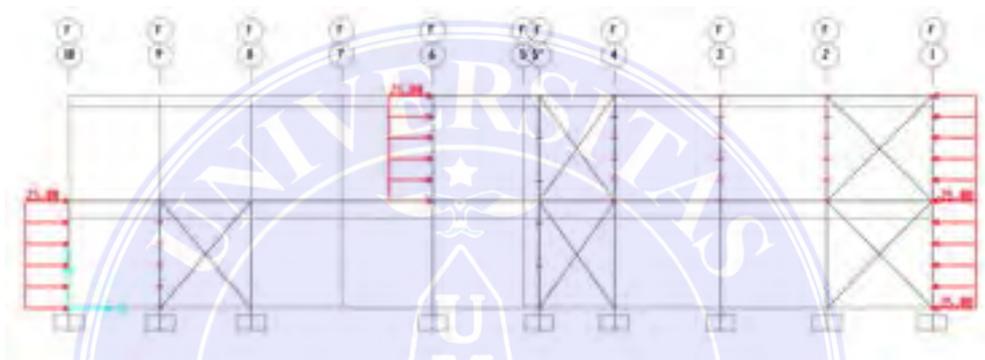
Gambar Kolom Tengah



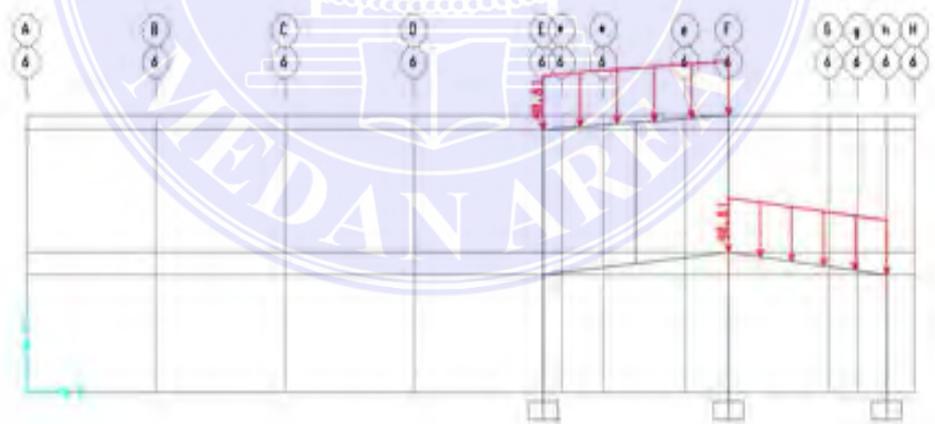
Gambar Beban hidup



Gambar Beban Air hujan



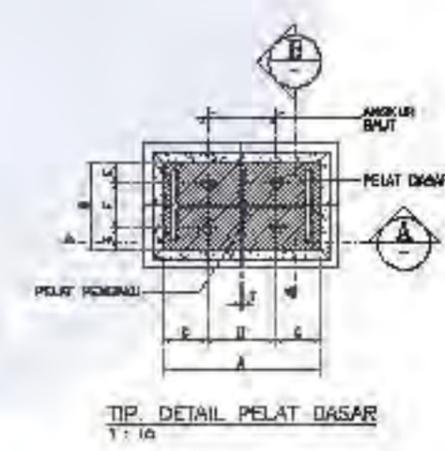
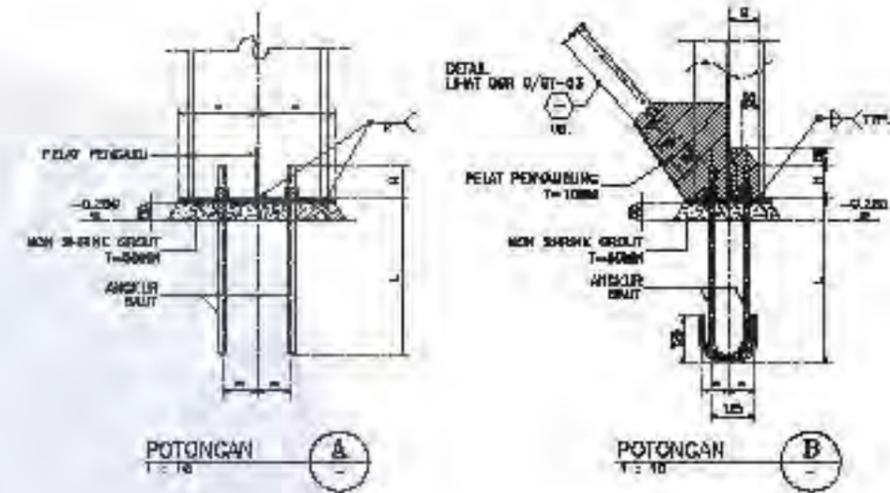
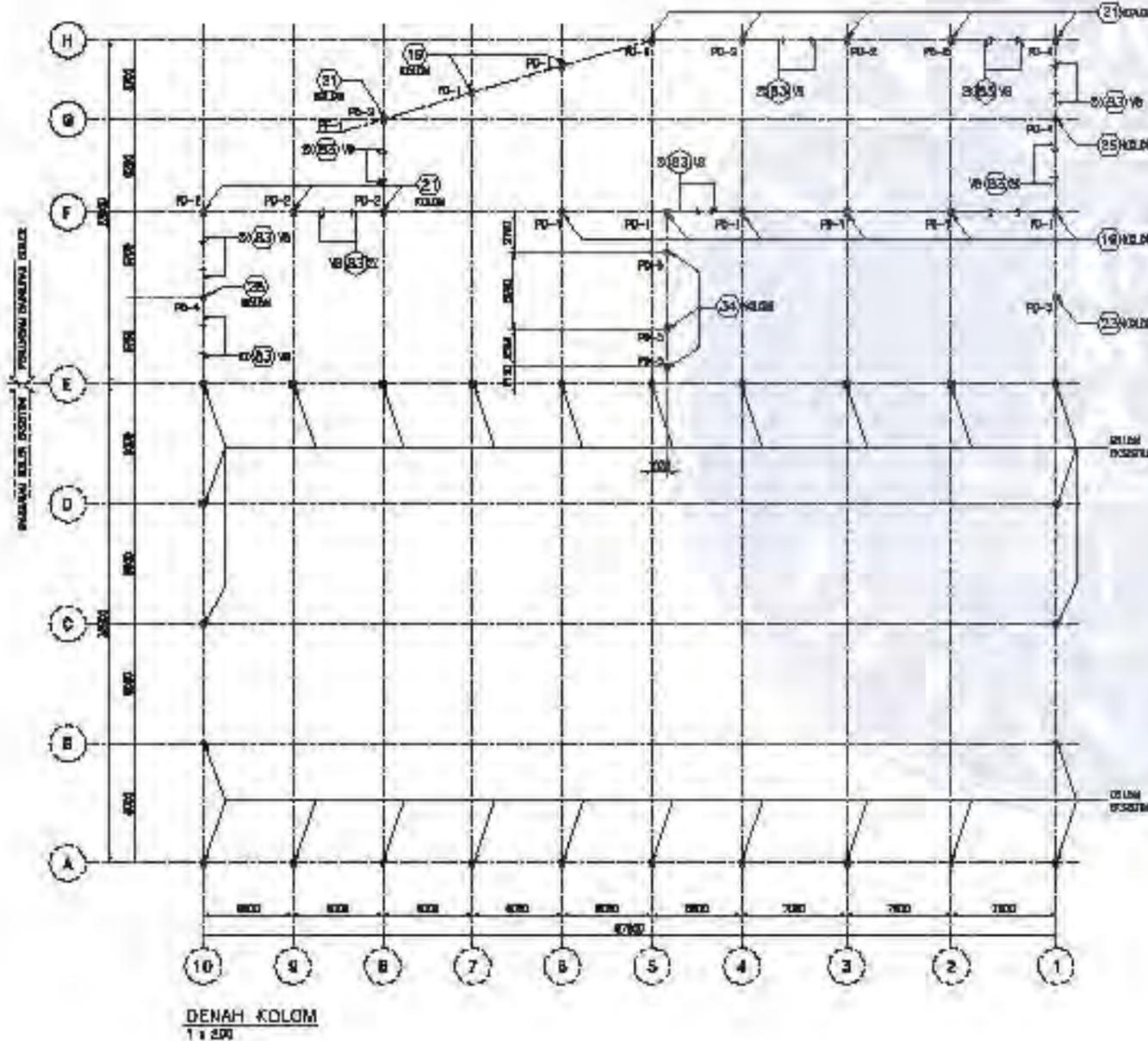
Gambar Beban Angin



Gambar Beban Mati

TABEL PELAT DASAR

NO.	PROFIL	SYMBOL	PELAT DASAR	A	B	C	D	E	F	G	H	T	L	ANGKUR BALUT
18	WF-300x175x7x11	PD-1	400 x 255 x 18	400	255	100	300	90	100	87,0	90	12	800	6-418
21	WF-300x100x4,5x8	PD-2	350 x 200 x 18	350	200	80	170	50	100	75	75	12	600	6-418
23	WF-300x125x6x8	PD-3	300 x 175 x 12	300	175	70	150	40	90	62,5	85	10	600	6-418
24	WF-300x100x5,5x8	PD-4	250 x 150 x 12	250	150	70	110	40	70	60	80	10	400	6-418
25	H-200x200x12	PD-5	250 x 250 x 18	250	250	75	100	75	100	75	100	12	600	6-418



REVISI

- CORONA LEMAH & DIFER PROFIL BEMER
UNIT BARBAR NO. 1016.1/0/02-01

NO.	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI	REVISI
1	REVISI				
2	REVISI				
3	REVISI				
4	REVISI				
5	REVISI				
6	REVISI				
7	REVISI				
8	REVISI				
9	REVISI				
10	REVISI				

KOLAK

Indofood

PT. INDOFOOD CIP SUREN MANDIRI TEL

PROJEK

**PERLUASAN
LINE PRODUKSI HC
MEDIAN**

REVISI KELOMPOK

PT ENDO SWISSATAMA

Berkas: Engineering/Projeck
 Order :
 Alamat: 22125 - Medan
 Nomor: 22125 21 22125 22 22125 23 22125 24 22125 25
 Fax :
 Email :
 Web :
 No. Telp :
 No. Faks :

NOVA BANGUNAN

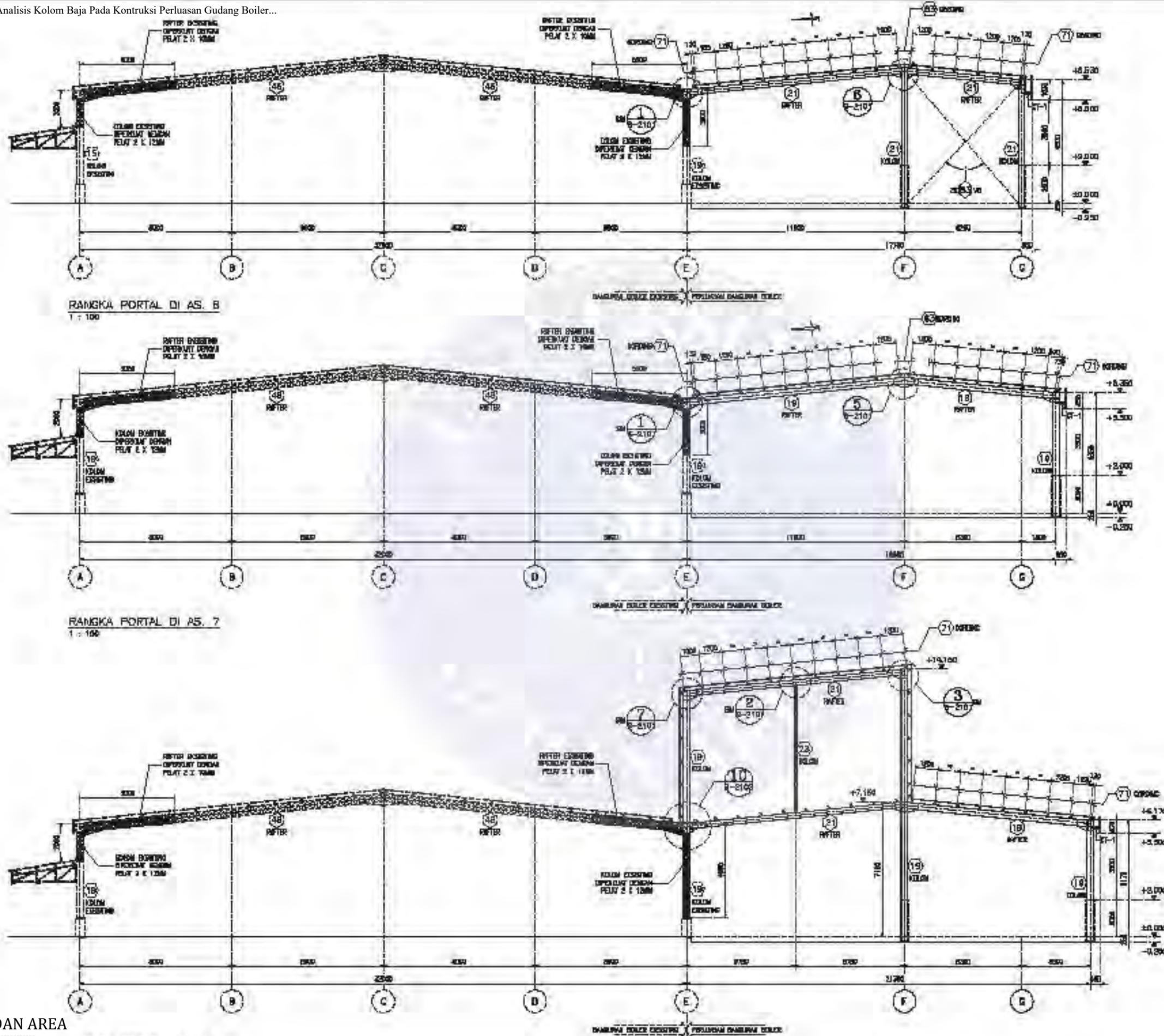
**PERLUASAN BANGUNAN
BOILER**

**DENAH KOLOM &
TIP. DETAIL PELAT DASAR**

DIBAHAS	DISUSUN	DITANDA
DITOLAK	DIBAHAS	DITANDA

10/2022

LEVEL ACUAN (L.L.) 10,000 = PERMUKAAN LANTAI BANGUNAN KESEKUTUAN



RANGKA PORTAL DI AS. B
1 : 100

RANGKA PORTAL DI AS. 7
1 : 100

RANGKA PORTAL DI AS. 6
1 : 100

REVISI

NO	REVISI	ALASAN	DIKORREKSI
1			
2			
3			

REVISI

KOLIK

Indofood

PT. INDOFOOD CIP. SURABAYA

PROJEK

PERLUASAN LINE PRODUKSI HC MEDAN

REVISI KELOMPOK

PT. INDO SWISSATAMA

Revisi: 1. 22/08/2015 - 2. 22/08/2015 - 3. 22/08/2015 - 4. 22/08/2015

REVISI

REVISI

PERLUASAN BANGUNAN BOILER

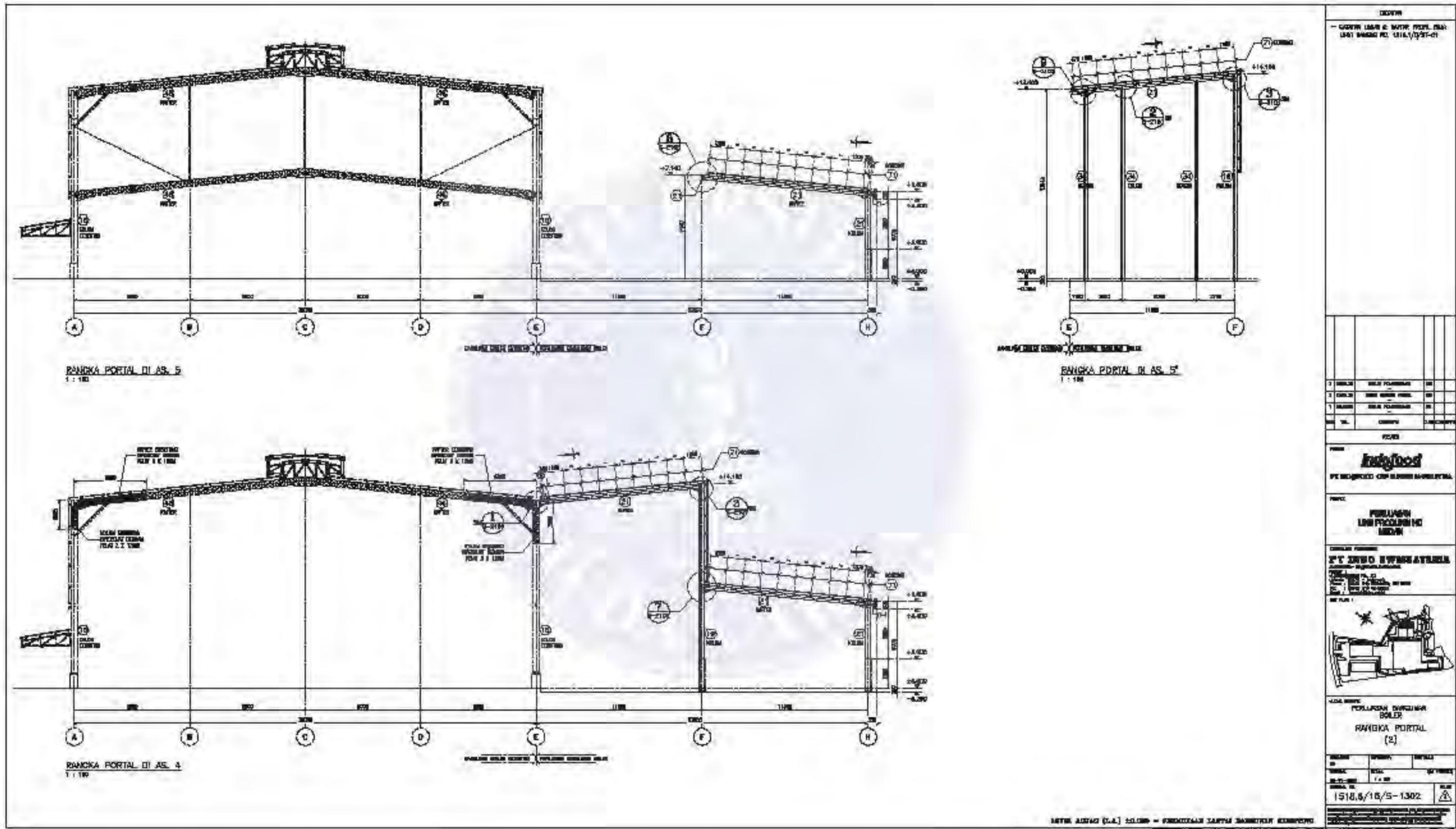
RANGKA PORTAL (3)

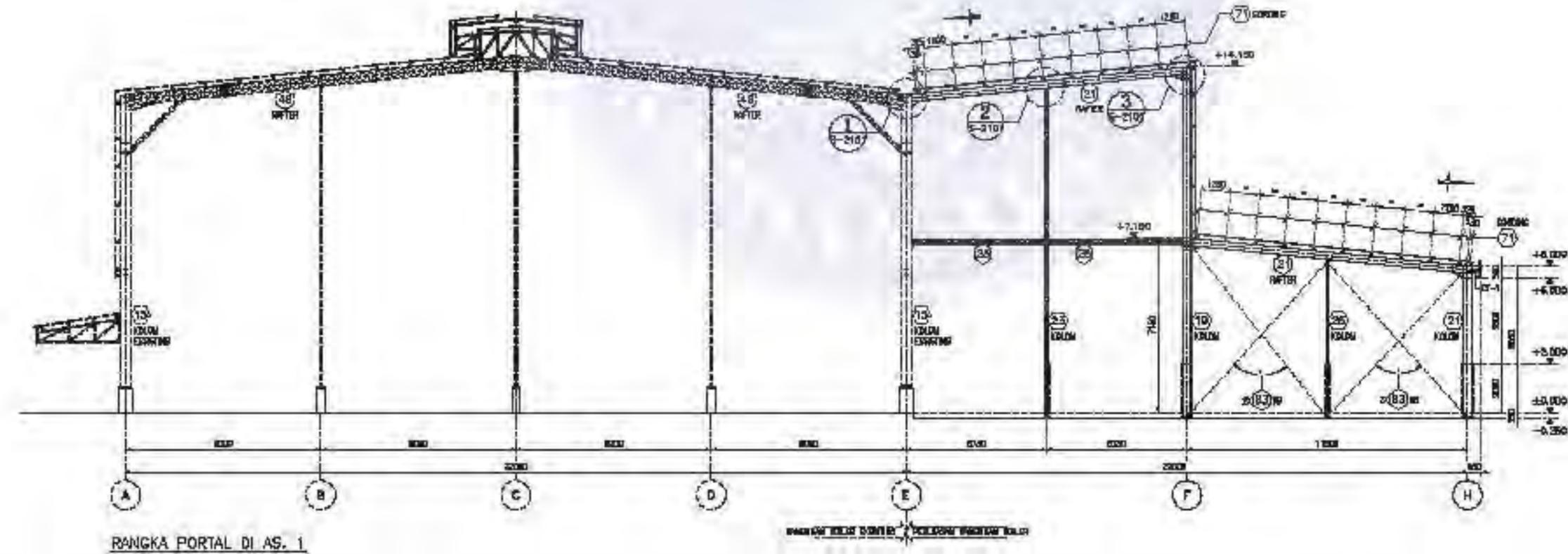
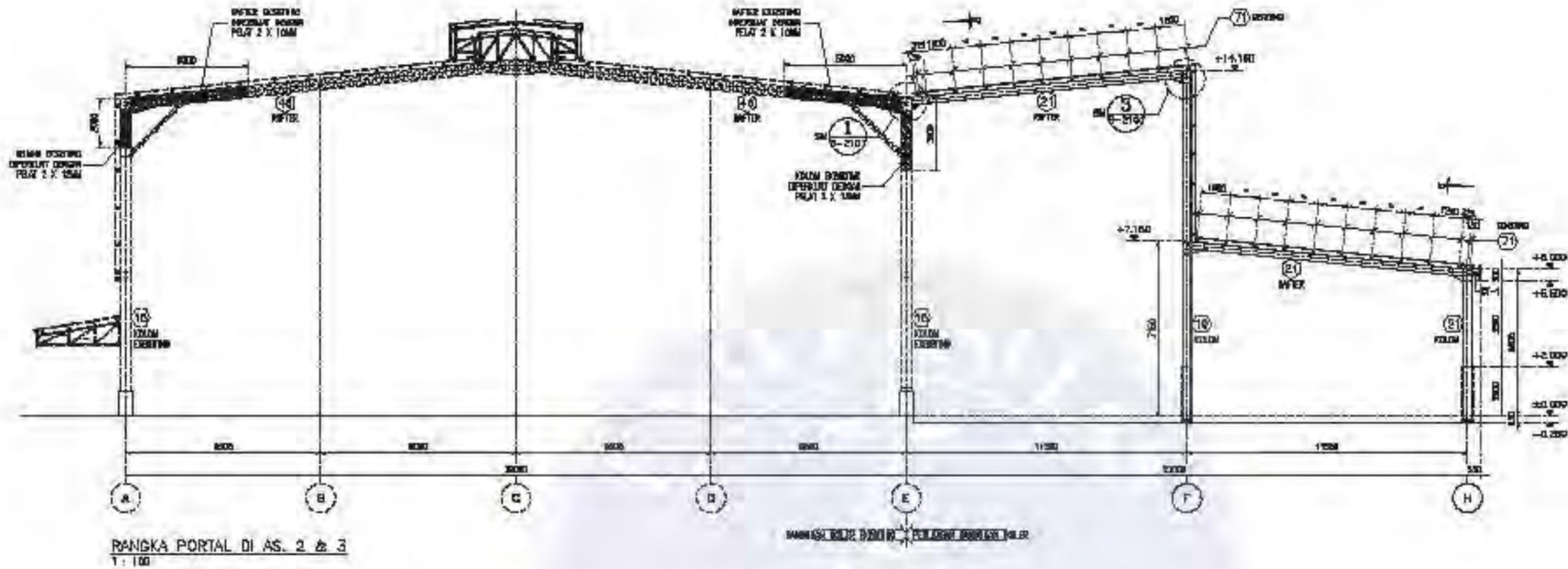
NO	REVISI	ALASAN	DIKORREKSI
1			
2			
3			

REVISI

15/08/2015/15/08/2015

LEVEK. ALIHAN (L.A.) 10.000 = PERMULIAAN LANTAS BANGUNAN KESEKUTUAN





REVISI

NO. URAIAN

3	REVISI	UTAS PERUBAHAN	DI	
2	REVISI	REVISI RANGKA PORTAL	DI	
1	REVISI	UTAS PERUBAHAN	DI	

REVISI

KOLAK

Indofood

PT. INDOFOOD CIP SUPERMARTER Tbk.

PROJEK

PERLUASAN LINE PRODUKSI HC MEDIAN

BANGUNAN KELOMPOK

PT. INDO SWISSATAMA

Perencanaan Struktur

Alamat: Jl. Raya No. 22
 Medan, Sumatera Utara
 Telp: (061) 411 1111
 Fax: (061) 411 1112
 Email: info@indofood.com

SKEMA

REVISI

PERLUASAN BANGUNAN BOILER

RANGKA PORTAL (1)

REVISI	NO.	URAIAN
	01	UTAS PERUBAHAN
	02	UTAS PERUBAHAN

1 : 100

15/06/2015/15/170/22

LEVEL ACUAN (L.A.) 10,000 = PERMUKAAN LANTAI BANGUNAN KELOMPOK