

SKRIPSI

**EVALUASI STRUKTUR RUANG PRODUKSI PENGOLAHAN  
SAWIT DI JORONG AEK NAPAL NAGARI BATAHAN  
KABUPATEN PASAMAN BARAT**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memeperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



**OLEH:**

**BUNGA IKHSAN FAQILA LISYA**

**20180028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI STRUKTUR RUANG PRODUKSI PENGOLAHAN  
SAWIT DI JORONG AEK NAPAL NAGARI BATAHAN  
KABUPATEN PASAMAN BARAT**

Oleh:

**BUNGA IKHSAN FAOILA LISYA**  
NIM. 20180028

**Dosen Pembimbing I**



**Ir. Deddy Kurniawan, S.T., M.T**  
NIDN. 1022018303

**Dosen Pembimbing II**



**Asiya Nurhasanah Habirun, S.ST., M.Eng**  
NIDN. 10.2211.9101


Diketahui Oleh :

**Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat**



**Dr. Eng., Ir. Masril, S.T., M.T**  
NIDN. 1005057407

**Ketua Program Studi  
Teknik Sipil**



**Helga Yermadona, S.Pd., M.T**  
NIDN. 1013098502

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

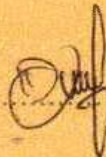
Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 20 Agustus 2024 di Fakultas Teknik UM SUMBAR.

Bukittinggi, 20 Agustus 2024  
Mahasiswa

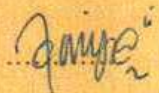
Bunga Ikhsan Faqila Lisya  
20180028

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 20 Agustus 2024:

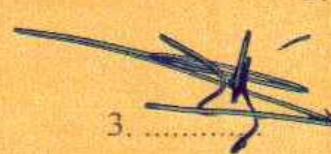
1. Ir.Deddy Kurniawan,S.T.,M.T

1. 

2. Asiya Nurhasanah Habirun,S.ST.,M.Eng

2. 

3. Ir.Zuheldi,S.T.,M.T

3. 

4. Dr. Selpa Dewi,S.T.,M.T

4. 

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd.,M.T  
NIDN. 1013098502

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini

Nama : Bunga Ikhsan Faqila Lisya  
NIM : 20180028  
Tempat dan Tanggal Lahir : Payakumbuh, 29 Oktober 2001  
Judul Skripsi : Evaluasi Struktur Ruang Produksi Pengolahan Sawit Di Jorong Aek Napal Nagari Batahan Kabupaten Pasaman Barat

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di UM Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 20 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,



Bunga Ikhsan Faqila Lisya

## ABSTRAK

Ruang produksi pengolahan sawit bermaterial struktur baja yang terletak di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kabupaten Pasaman Barat, dibangun pada tahun 2022. Ruang produksi berukuran 25 x 30 m dengan tinggi gedung 13,2 m, yang mana ruang produksi digunakan untuk pengolahan sawit. Setelah dievaluasi menggunakan SAP 2000 v.22 dengan properti penampang, properti material dan pembenanan disesuaikan dengan kondisi eksisting gedung, hasil evaluasi tersebut menunjukkan bahwa elemen struktur balok dan kolom telah mengalami tekuk/tegangan berlebih (*overstress*). Rasio kapasitas elemen struktur berada diatas 1,0, yang kemungkinan disebabkan karna ukuran penampang yang kecil untuk menahan keseluruhan beban. Mengenai hal tersebut, dilakukan analisis perilaku struktur secara mendalam menggunakan SAP 2000 v.22, dengan hasil yaitunya direncanakan perkuatan pada komponen struktur yang mengalami perlemahan maupun daktilitas yang rendah agar bangunan tetap dapat digunakan. Rekomendasi yang diberikan setelah dianalisis menggunakan SAP 2000 v.22, dengan cara memberikan pengaku lateral dan ikatan angin. Hasil analisis struktur setelah diberi perkuatan struktur tersebut menunjukkan bahwa perubahan perilaku struktur dari arah X mulanya 76,5 menjadi 79,59. Sementara itu, arah Y awalnya 26,5 menjadi 26,8. Kemudian untuk perubahan rasio kapasitas hampir mencapai lebih kurang 87,8%.

**Kata Kunci** : *Overstress*, SAP 2000, Evaluasi Ruang Produksi



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikannya, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Skripsi ini, yaitu kepada :

1. Bapak **Dr. Eng., Masril, ST. MT** selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB.
2. Bapak **Hariyadi, S.Kom, M.Kom**, selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat.
3. Ibu **Helga Yermadona, S.Pd, MT** selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak **Ir. Deddy Kurniawan, S.T., M.T** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Ibu **Asiya Nurhasanah Habirun, S.ST, M.Eng** selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dengan sangat-sangat sabar dan tulus, memotivasi meyakini penulis bisa melewati fase skripsi ini dengan baik, memberikan masukan dan hal lainnya sangat berarti kepada penulis.
6. **Cinta pertamaku ayahanda Taslim**. Beliau mungkin tidak ayah sempurna di mata orang lain, namun beliau ayah yang paling luar biasa bagi penulis, memberikan semangat, memberikan memotivasi, meyakini bahwa penulis sebagai wanita yang tangguh, dan tiada henti mendoakan hingga penulis dapat menyelesaikan studinya sampai Sarjana Teknik ini.
7. **Pintu surgaku, Ibunda Elimispen., S.H**. Terima kasih sebesar-besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, semangat dan doa yang diberikan selama ini. Terima kasih atas nasihat yang selalu diberikan selama ini, terkadang pikiran kita tidak sejalan, terima kasih atas kesabaran dan kebesaran hati menghadapi penulis yang

besar kepala. Ibu menjadi penguat dan pengingat paling hebat, terima kasih ibu memberikan yang terbaik dalam segala hal mesti penulis telah menikah, rela membiayai pendidikan penulis dengan berbagai hal dilakukan ibu seorang diri dari kecil sampai untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik. Terima kasih sudah menjadi tempatku untuk pulang, bu.

8. **Untuk kakak laki-laki M. Esa., S.T.** terima kasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh pendidikan selama ini, terima kasih atas semangat, doa dan cinta yang selalu diberikan kepada penulis. Teruslah tempat sandaran aku keluh kesah, abangku.
9. **Kepada Suami dan Anak Pertamaku, Muhammad Riski, Muhammad Zayn Alfarizky.** Terima kasih atas dukungan, semangat, serta telah menjadi tempat keluh kesah, selalu ada dalam suka maupun duka selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi rumah yang tidak hanya berupa tanah dan bangunan. Terima kasih atas waktu, doa yang senantiasa dilangitkan dan seluruh hal baik yang diberikan selama ini. Dan untuk cinta pertama kami, penulis selaku bunda Zayn sangat bahagia atas kehadiran Zayn dan menjadi penyemangat penulis untuk mengejar gelar Sarjana Teknik ini.
10. **Teruntuk sahabat-sahabat tercinta Bella Safira, Dea Amelia Putri, Indah Permata Sari, Indriani, Melisha Putri, Yodi Aulia, Yoga Prasetyo.** Terima kasih atas segala motivasi, dukungan, bantuan, waktu dan pengalaman yang dijalani selama ini. Terima kasih selalu menjadi garda terdepan dimasa-masa sulit penulis. Terima kasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis. Ucapan syukur kepada Allah SWT karena telah memberikan sahabat terbaik seperti kalian.
11. **Terakhir, untuk diri sendiri saya sendiri, Bunga Ikhsan Faqila Lisya** atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak pernah menyerah dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini. Terima kasih kepada diri saya yang kuat melewati lika-liku kehidupan sekarang ini. Terima kasih pada hati yang masih tetap tegar dan ikhlas menjalani semuanya. Terima kasih pada raga dan jiwa yang masih tetap kuat dan waras hingga sekarang. Saya bangga pada diri saya sendiri ! kedepannya untuk raga yang

tetap kuat, hati yang selalu tegar, mari bekerja sama untuk lebih berkembang lagi menjadi pribadi yang lebih baik dari hari ke hari.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya mahasiswa teknik sipil.

Bukittinggi, 29 Juli 2024



Penulis



## DAFTAR ISI

Halaman

<b>HALAMAN JUDUL.</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>ix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Sistem Struktur.....	5
2.3 Struktur Baja. ....	6
2.4 Analisis Struktur. ....	7
2.5 Kategori Risiko Dan Faktor Keutamaan. ....	9
2.6 Analisis Batang Tarik Struktur Baja. ....	12
2.7 Analisis Batang Tekan Struktur Baja.....	16
2.8 Sambungan Baja.....	17
2.9 Ikatan Angin ( <i>Bracing</i> ) .....	21
2.10 Kondisi Tumpuan Dan Panjang Efektif Kolom. ....	22
2.11 Elemen Dengan Pengaku Dan Tanpa Pengaku.....	25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>28</b>

3.1 Lokasi Penelitian .....	28
3.2 Data Penelitian. ....	28
3.2.1 Denah Bangunan .....	28
3.2.2 Deksripsi Bangunan .....	29
3.2.3 Pembebanan Struktur .....	30
3.3 Metode Penelitian.....	31
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	31
<b>BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1 Permodelan Struktur. ....	33
4.2 Pembebanan Dan Kombinasi Pembebanan. ....	35
4.3 Perilaku Struktur.....	42
4.4 Analisis Kapasitas Struktur.....	44
4.5 Perencanaan Perkuatan Struktur.....	46
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	54
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kategori Resiko Bangunan Gedung Dan Non Gedung .....	10
Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa .....	12
Tabel 4.1 Konfigurasi Dan Penampang Struktur .....	34
Tabel 4.2 Koefisien Tahanan Eksternal .....	38
Tabel 4.3 Rasio Modal Partisipasi Masa.....	42
Tabel 4.4 Simpangan Lantai .....	44
Tabel 4.5 Hasil Perilaku Struktur Setelah Perkuatan .....	50
Tabel 4.6 Hasil Rasio Kapasitas Struktur Setelah Perkuatan.....	52
Tabel 5.1 Hasil Perilaku Struktur Setelah Perkuatan .....	54
Tabel 5.2 Hasil Rasio Kapasitas Struktur Setelah Perkuatan.....	55



## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Tipe Batang Tarik .....	14
Gambar 2.2 Tipe Batang Tekan .....	16
Gambar 2.3 Baut Segi Enam.....	19
Gambar 2.5 Panjang Efektif Kolom dalam Portal dengan Pengaku .....	23
Gambar 2.6 Kolom Dengan dan Tanpa Goyangan .....	24
Gambar 2.7 Panjang Efektif Kolom.....	25
Gambar 2.8 (a) Elemen Tanpa Pengaku. (b) Elemen Dengan Pengaku .....	26
Gambar 2.8 Tabel Koefisien Tahanan Eksternal .....	12
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian .....	28
Gambar 3.2 denah bangunan.....	28
Gambar 3.1 Gambar Tampak Bangunan .....	29
Gambar 3.2 Hasil Uji SAP.....	29
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian .....	32
Gambar 4.1 Model Struktur Ruang Produksi .....	33
Gambar 4.2 Properti Penampang Elemen Struktur Pada Ruang Produksi.....	33
Gambar 4.3 Skema Distribusi Beban Atap Ke Purlin / Gording .....	32
Gambar 4.4 Input Beban Hidup (LL) Pada Atap .....	37
Gambar 4.5 Input Beban Air Hujan (R) Pada Atap .....	37
Gambar 4.6 Kasus Dasar A.....	38
Gambar 4.7 Kasus Dasar B .....	39
Gambar 4.8 input beban gempa dinamik <i>respon spectrum</i> .....	40
Gambar 4.9 Penentuan simpangan antar lantai .....	43
Gambar 4.10 Deformasi Bangunan Akibat Beban Gempa. ....	44
Gambar 4.11 Rasio Kapasitas Elemen Struktur.....	45
Gambar 4.12 Detail analisis kapasitas penampang elemen struktur .....	45
Gambar 4.13 Detail analisis kapasitas penampang elemen struktur .....	46
Gambar 4.14 Model struktur penambahan ikatan angin dan pengaku lateral.....	47
Gambar 4.15 Input penambahan pengaku lateral pada elemen struktur .....	47
Gambar 4.16 Pengaku Lateral Kolom.....	48

Gambar 4.17 Pengaku Lateral Balok .....	49
Gambar 4.18 Ikatan Angin Pada Dinding .....	49
Gambar 4.19 Simpangan Bangunan Sebelum Perkuatan Struktur.....	50
Gambar 4.20 Simpangan Bangunan Setelah Perkuatan Struktur.....	51
Gambar 4.21 Rasio Kapasitas Struktur Setelah Penambahan Daktilitas .....	52



## DAFTAR NOTASI

$C_s$	=	Koefisien <i>respon seismic</i> .
$W$	=	Berat <i>seismic</i> efektif.
$SDS$	=	Parameter percepatan spectrum respons disain dalam rentang periode pendek.
$T$	=	Parameter percepatan respons spectral desain pada periode sebesar 1,0 detik seperti yang ditentukan dalam 0.
$R$	=	Periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan 0.
$I_e$	=	Faktor keutamaan gempa yang besarnya ditentukan berdasarkan kategori risiko dalam SNI 1726 : 2019.
$C_{vx}$	=	Faktor distribusi vertikal.
$V$	=	Gaya lateral desain total atau geser didasar struktur (kn).
$w_i$	=	Bagian berat seismic efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tinggi $i$ .
$w_x$	=	Bagian berat seismic efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tinggi $x$ .
$h_i$	=	Tinggi dari dasar sampai tingkat $i$ .
$h_x$	=	Tinggi dari dasar sampai tingkat $x$ .
$K$	=	Eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai.
$A_g$	=	Luas penampang bruto.
$F_{cr}$	=	Tegangan kritis penampang.
$F_y$	=	Tegangan leleh material.
$D$	=	Beban mati sendiri struktur
$SDL$	=	Beban mati tambahan pada struktur
$L_r$	=	Beban hidup
$R$	=	Beban hujan
$ED_x$	=	Beban gempa arah $x$ (dipilih beban gempa dinamik)
$ED_y$	=	Beban gempa arah $y$ (dipilih beban gempa dinamik)
$W_x$	=	Beban angin arah $x$
$W_y$	=	Beban angin arah $y$
$\Delta_x$	=	Simpangan antar lantai
$\Delta_a$	=	Simpangan Ijin
$\delta$	=	Defleksi yang terjadi

- I = Faktor keutamaan gempa  
Cd = Faktor pembesaran defleksi



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung memiliki fungsi penting bagi kehidupan manusia terutama dalam melakukan aktivitas sehari – hari. Sebuah gedung dituntut agar dapat digunakan sesuai fungsi dan mampu bertahan sesuai apa yang telah direncanakan. Konstruksi gedung harus mampu menahan beban dan gaya - gaya yang bekerja pada konstruksi tersebut, sehingga bangunan gedung atau struktur gedung aman dalam jangka waktu yang direncanakan. Perlu disadari pula bahwa keadaan atau kondisi lokasi gedung bertingkat mempengaruhi kekuatan gempa yang ditimbulkan dan berakibat pada bangunan gedung itu sendiri.

Penggunaan material baja sebagai bahan konstruksi mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan menggunakan material konstruksi lainnya yaitu baja mempunyai kekuatan yang tinggi, sehingga dapat mengurangi ukuran struktur serta mengurangi berat dari struktur itu sendiri, dan memiliki lewatan yang tinggi, serta keuntungan lainnya seperti kemudahan dalam penyambungan antara elemen yang satu dengan yang lain menggunakan alat sambung las ataupun baut (Misbakhul Fahri, 2022)

Sebuah ruang produksi pengolahan sawit bermaterial struktur baja berlokasi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman barat telah dibangun pada tahun 2022. Ruang produksi pengolahan sawit ini memiliki ukuran seluas 750 m<sup>2</sup> dengan pemilik pabrik CV. Rahmat Bangunan. Namun, setelah dilakukan evaluasi elemen struktur yang diterapkan untuk bangunan tersebut diduga belum memenuhi persyaratan ketahanan struktur. Evaluasi keseluruhan struktur gedung telah dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 ver.22 dengan properti penampang, properti material, dan pembebanan disesuaikan dengan kondisi eksisting gedung. Hasilnya menunjukkan bahwa elemen struktur balok dan kolom telah mengalami tekuk / *overstress*.

Berkaitan dengan hal tersebut diatas, pada penelitian ini perilaku struktur dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan kondisi struktur terkini secara mendalam.



Hasil analisis, kemudian direncanakan perkuatan pada komponen struktur yang mengalami perlemahan maupun daktilitas yang rendah agar bangunan tetap dapat digunakan. Analisis struktur dan simulasi perkuatan struktur dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SAP ver.22. Elemen struktur yang telah diperkuat dituangkan kedalam sebuah gambar kerja sebagai referensi pemilik gedung dalam melakukan pelaksanaan perkuatan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan diatas, dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana kapasitas eksisting bangunan ruang produksi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kec. Ranah Batahan, Kab. Pasaman Barat.?
2. Bagaimana perkuatan yang perlu diterapkan pada struktur bangunan tersebut?

## **1.3 Batasan Masalah**

Agar tidak terjadinya penyimpangan permasalahan pembahasan untuk topik yang telah di ambil, maka penulis memberikan batasan masalah sebagai berikut :

1. Perilaku struktur dan rasio kapasitas struktur dievaluasi menggunakan bantuan perangkat lunak SAP ver.22 berdasarkan properti material, penampang, dan pembebanan pada kondisi eksisting yang mengacu pada standar terkini.
2. Perlemahan struktur yang terjadi dilakukan perencanaan perkuatan struktur pada balok, kolom, dan atap.

## **1.4 Tujuan Dan Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Tujuan Dari Penelitian**

1. Menganalisis perilaku struktur dan rasio kapasitas struktur menggunakan bantuan perangkat lunak SAP ver.22 berdasarkan properti material, penampang, dan pembebanan pada kondisi eksisting yang mengacu pada standar terkini.
2. Merencanakan perkuatan struktur pada perlemahan yang terjadi secara keseluruhan.
3. Memperoleh gambar kerja rencana perkuatan struktur sebagai acuan pemilik gedung dalam melakukan pelaksanaan perkuatan.

#### **1.4.2 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi kepada pemilik gedung terhadap kondisi perilaku struktur dan rasio kapasitas struktur terkini bangunan gedung.
2. Memberikan solusi perkuatan struktur pada perlemahan yang terjadi pada struktur secara keseluruhan.
3. Memberikan ilustrasi penerapan pelaksanaan perkuatan struktur dalam bentuk gambar kerja.

#### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada Evaluasi bangunan ruang produksi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kec. Ranah Batahan, Kab. Pasaman Barat. Penulis membagi penulisan menjadi 5 (lima) bab , dimana dijelaskan secara umum, metode dan prosedur pelaksanaannya dapat diuraikan sebagai berikut :

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bagian ini, akan dibahas mengenai latar belakang, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini mencakup pengambilan teori-teori dan rumus-rumus dari berbagai sumber bacaan, seperti buku, jurnal ilmiah, makalah seminar, serta sumber-sumber internet yang relevan dengan Skripsi ini.

##### **BAB III : METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini, akan dijelaskan langkah-langkah kerja yang akan diimplementasikan dan cara perolehan data yang relevan dengan tujuan penelitian ini.

**BAB IV : ANALISA PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisi hasil dari penelitian akan diuraikan, dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian akan dilakukan untuk memecahkan masalah dan merumuskan kesimpulan.

**BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini akan menyajikan hasil pembahasan dan analisis data yang diperoleh, uraian jawaban rumusan masalah, serta penulis dapat menyimpulkan hasil dengan memberikan saran-saran yang relevan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Kinerja batas layanan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, untuk membatasi terjadinya pelepasan baja dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan nonsruktur dan ketidaknyamanan penghuni (christiawan, triwiyono, dan christady, 2008).

Struktur baja dibagi menjadi tiga bagian yaitunya : (a) struktur rangka (frame struktur ), yang elemennya bias terdiri dari batang tarik, kolom, balok, dan batang yang mengalami gabungan lenturan dan beban aksial ; (b) struktur selaput (shell), yang tegangan aksialnya dominan ; dan (c) struktur gantung (*suspension*), yang system pendukung utamanya mengalami tarikan yang dominan (salmon dkk., 1986)

Evaluasi kinerja dapat memberikan informasi sejauh mana gempa akan mempengaruhi struktur bangunan gedung (pranata, 2006). Hal ini penting untuk evaluasi perilaku *seismic* struktur gedung paska leleh.

Beban dinamik merupakan beban yang bekerja pada struktur atau beban dengan variasi perubahan instensitas beban terhadap waktu yang cepat. Dinamik secara sederhana dapat didefenisikan sebagai perubahan waktu. Beban ini bersifat tidak tetap (*unsteady-state*) serta mempunyai arah dan besaran karakteristik yang berubah dengan cepat. Struktur yang mengalami deformasi akibat beban dinamik ini juga akan berubah secara cepat.

#### **2.2 Sistem Struktur**

Sistem struktur adalah suatu kesatuan dari rangkaian atau gabungan beberapa elemen-elemen yang didesain sedemikian rupa agar mampu menahan berat sendiri ataupun beban luar tanpa mengalami perubahan bentuk yang melewati batas persyaratan. Fungsi struktur adalah untuk menopang berat sendiri dan beban luar, dan menyalurkan beban-beban tersebut ke bagian bawah tanah bangunan, tanpa merubah bentuk geometri, kesatuan, daya layan dari struktur

secara signifikan. Sistem struktur dapat dipisahkan kedalam dua mekanisme penyaluran beban, diantaranya adalah pemikul beban vertikal dan pemikul beban horizontal, walaupun dalam praktiknya, kedua sistem struktur ini bekerja sebagai satu kesatuan. Struktur yang didesain harus mampu menahan beban-beban yang bekerja, baik beban vertikal (beban mati dan beban hidup) maupun beban horizontal/lateral (beban gempa dan beban angin) yang direncanakan berdasarkan peraturan pembebanan. (Aprilia,2022)

Struktur bangunan umumnya terdiri dari 2 bagian utama, yaitu struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*sub structure*). Balok, pelat, dan kolom merupakan elemen-elemen struktur yang termasuk ke dalam struktur atas. Elemen struktur bawah pada umumnya adalah sloof dan pondasi.

### 2.3 Struktur Baja

Baja Merupakan Salah Satu Material Yang Sering Digunakan Pada Perencanaan Struktur Bangunan. Baja Mempunyai Kekuatan Yang Tinggi Sehingga Dapat Mengurangi Dimensi Pada Struktur. Baja Juga Mempunyai Sifat Elastis Dan Daktilitas Yang Cukup Tinggi Sehingga Dapat Menerima Tegangan Tarik Yang Cukup Besar.

Struktur baja dapat dibagi menjadi tiga kategori umum (Salmon dan Johnson, 1997) sebagai berikut:

- 1) Struktur rangka (*framed structure*), di mana elemen-elemennya kemungkinan terdiri dari batang-batang tarik, balok, dan batang-batang yang mendapatkan beban lentur kombinasi dan beban aksial
- 2) Struktur tipe cangkang (*shell-type structure*), di mana tegangan aksial lebih dominan
- 3) Struktur tipe suspensi (*suspensiontype structure*), di mana tarikan aksial lebih mendominasi sistem pendukung utamanya.

Pada struktur baja terdapat dua jenis batang yang terjadi akibat pengaruh pembebanan pada struktur, yaitu batang tarik dan batang tekan. Batang tarik pada umumnya berwujud penahan tarik pada kerangka, silangan (*diagonal bracing*) pada berbagai tipe struktur, penumpu langsung pada kabel pada sistem atap

gantung, dan sebagai kabel utama pada jembatan gantung serta penggantung yang mendukung jalan rayanya (Salmon dan Johnson, 1997).

Pada struktur baja terdapat dua macam batang tekan (Oentoeng, 2000) sebagai berikut:

- 1) Batang tekan yang merupakan batang dari suatu rangka batang. Batang ini dibebani gaya tekan aksial searah panjang batangnya. Umumnya dalam suatu rangka batang, batang-batang tepi atas merupakan batang tekan.
- 2) Kolom, yang merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok-balok loteng, rangka atap, lintasan crane dalam bangunan pabrik dan sebagainya yang untuk seterusnya akan melimpahkan semua beban tersebut ke pondasi.

## 2.4 Analisis Struktur

Analisis dinamik merupakan analisis struktur dimana pembagian gaya geser gempa diseluruh tingkat diperoleh dengan memperhitungkan pengaruh dinamis gerakan tanah terhadap struktur. Secara umum analisis struktur terhadap beban dibagi menjadi dua cara, yaitu analisis beban static ekuivalen dan analisis dinamik.

1. Analisis Beban Statik Ekuivalen (Equivalent Static Load Analysis)  
Analisis statik ekuivalen merupakan salah satu cara analisis struktur, dimana pengaruh gempa pada struktur dianggap sebagai beban statik horizontal untuk menirukan pengaruh gempa akibat gerakan tanah. Metode ini digunakan untuk bangunan beraturan dengan ketinggian tidak lebih dari 40 m. Menurut tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung SNI 1726 : 2019, Gaya geser dasar seismic,  $V$ , dalam arah yang ditetapkan dapat ditentukan dengan persamaan (Habirun & Shidiq, 2014) persamaan 1 sampai persamaan 4.

$$V = C_s \cdot W \quad (2.1)$$

$$C_s = SDS ( ) \quad (2.2)$$

$$C_s = SDI ( ) \quad (2.3)$$

$$C_s = 0,044S\alpha D_s I_e \geq 0,01 \quad (2.4)$$

Keterangan:

$CS$  = Koefisien respon seismic, yang dihitung dengan persamaan 1, besarnya tidak perlu melebihi  $C_s$  persamaan 2, dan harus tidak kurang dari  $CS$  persamaan 3.

$W$  = berat seismic efektif

$SDS$  = parameter percepatan spectrum respons desain dalam rentang perioda pendek

$SDI$  = parameter percepatan respons spectral desain pada periode sebesar 1,0 detik seperti yang ditentukan dalam 0

$T$  = periode fundamental struktur (detik) yang ditentukan 0

$R$  = faktor modifikasi respons, sesuai dalam ketentuan SNI 1726 : 2019

$I_e$  = faktor keutamaan gempa yang besarnya ditentukan berdasarkan kategori risiko dalam SNI 1726 : 2019

Kemudian gaya lateral ( $F_x$ ) ( $K_n$ ) yang timbul dari semua tingkat harus ditentukan dengan persamaan 5.

$$Cvx = \frac{W_{xH_x^K}}{\sum_{i=1}^n W_i H_i^K} \quad (2.5)$$

Keterangan:

$Cvx$  = faktor distribusi vertical

$V$  = gaya lateral desain total atau geser didasar struktur (kN)

$w_i$  = bagian berat seismic efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tinggi  $i$

$w_x$  = bagian berat seismic efektif total struktur ( $W$ ) yang ditempatkan atau dikenakan pada tinggi  $x$

$h_i$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $i$

$h_x$  = tinggi dari dasar sampai tingkat  $x$

$K$  = eksponen yang terkait dengan periode struktur dengan nilai

Untuk struktur dengan  $T \leq 0,5$  detik,

$k = 1$  Untuk struktur dengan  $T \geq 2,5$  detik,  $k = 2$

Untuk struktur dengan  $0,5 < T < 2,5$  detik,  $k = 2$  atau ditentukan dengan interpolasi linier antara 1 dan 2.

## 2. Analisis Dinamik (Dynamic Analysis)

Analisis dengan metode dinamik ini digunakan untuk bangunan dengan bentuk struktur tidak beraturan. Analisis dengan metode ini dilakukan untuk evaluasi yang akurat dan mengetahui perilaku struktur akibat pengaruh gempa yang sifatnya berulang. Perhitungan beban gempa dengan metode dinamik ini terdiri dari dua cara, yaitu :

1. Analisa ragam spektrum respons analisa ragam spectrum respons merupakan suatu cara analisa dinamik struktur, yang mana suatu model dari matematik struktur diperlakukan suatu spectrum respons gempa rencana, lalu ditentukan respons struktur terhadap gempa rencana tersebut.
2. Analisa respons riwayat waktu analisa respons riwayat waktu merupakan suatu acuan dalam menganalisa sebuah dinamik struktur, yang mana suatu model matematika dari struktur dikarenakan riwayat waktu dari hasil pencatatan gempa yang terjadi. Karakteristik struktur – struktur bangunan yang perlu di analisis menggunakan metode analisis dinamis, yaitu :
  - a) gedung dengan konfigurasi dengan truktur sangat tidak aman
  - b) dengan keloncatan gedung bidang muka yang besar
  - c) kekakuan gedung tingkat yang tidak merata
  - d) gedung tersebut dengan tinggi lebih dari 40 meter

### 2.5 Kategori Risiko Dan Factor Keutamaan

Menurut SNI 1726 : 2019 untuk berbagai kategori risiko struktur gedung dan non gedung sesuai dengan table 2.1 pengaruh gempa rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu faktor keutamaan  $I_e$  menurut tabel 2.1



Tabel 2. 1 Kategori resiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas pertanian, perkebunan, perternakan, dan perikanan</li> <li>- Fasilitas sementara</li> <li>- Gudang penyimpanan Rumah jaga dan struktur kecil lainnya</li> </ul>	I
<p>Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk kedalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perumahan</li> <li>- Rumah toko dan rumah kantor</li> <li>- Pasar</li> <li>- Gedung perkantoran</li> <li>- Gedung apartemen / rumah susun Pusat perbelanjaan / mall</li> <li>- Bangunan industry</li> <li>- Fasilitas manufaktur - Pabrik</li> </ul>	II
<p>Gedung dan non gedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bioskop</li> <li>- Gedung pertemuan</li> <li>- Stadion</li> <li>- Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas penitipan anak</li> <li>- Penjara</li> <li>- Bangunan untuk orang jompo</li> </ul> <p>Gedung dan non gedung tidak termasuk dalam kategori IV,</p>	III

<p>yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari – hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pusat pembangkit listrik biasa</li> <li>- Fasilitas penanganan air</li> <li>- Fasilitas penanganan limbah</li> </ul>	
<p>- Pusat telekomunikasi Gedung dan non gedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak dimana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang diisyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.</p>	
<p>Gedung dan non gedung yang dikategorikan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan <ul style="list-style-type: none"> <li>– bangunan monumental</li> </ul> </li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah ibadah</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas beda unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans, dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, tsunami, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> </ul>	<p>IV</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energy dan fasilitas public lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin,</li> </ul>	
struktur stasiun listrik, tangki pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran) yang diisyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat Gedung dan non gedung yang dibutuhkan untuk mempertahankan fungsi struktur bangunan lain yang masuk kedalam kategori risiko IV.	

Sumber : SNI 1726 : 2019

Tabel 2.2 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Factor Keutamaan Gempa ,Ie
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,50

Sumber : SNI 1726 : 2019

## 2.6 Analisis Batang Tarik Struktur Baja

Pada struktur baja terdapat dua jenis batang yang terjadi akibat pengaruh pembebanan pada struktur, yaitu batang tarik dan batang tekan. Batang tarik pada umumnya berwujud penahan tarik pada kerangka, silangan (diagonal bracing) pada berbagai tipe struktur, penumpu langsung pada kabel pada sistem atap gantung, dan sebagai kabel utama pada jembatan gantung serta penggantung yang mendukung jalan rayanya (Salmon dan Johnson, 1992).

Rasio kelangsingan dari suatu batang adalah rasio panjang tanpa sokongan terhadap jari-jari girasi terkecil. Peraturan memberikan nilai maksimum rasio kelangsingan baik untuk batang tarik maupun batang tekan. Tujuan dari batasan

ini adalah untuk memastikan bahwa profil mempunyai kekakuan cukup untuk mencegah defleksi lateral atau getaran yang tidak diinginkan. Meskipun batang tarik tidak mengalami tekuk (buckling) pada beban normal, tetapi tegangan bolak-balik dapat terjadi selama transportasi dan pelaksanaan misalnya akibat beban angin atau beban gempa. Peraturan mensyaratkan bahwa rasio kelangsingan harus berada dibawah nilai tertentu dengan demikian kekuatan tekan dapat dijamin oleh batang. SNI 03-1729-02 mensyaratkan dalam Pasal 10.3.3 dan 10.3.4 sebagai berikut:

10.3.3 Komponen struktur tarik tersusun dari dua profil sejenis yang saling membelakangi baik secara kontak langsung ataupun dengan perantara pelat kopel dengan jarak yang memenuhi syarat, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

1) Komponen struktur tarik dengan profil-profil yang terpisah. Profil-profil tersebut harus dihubungkan dengan salah satu cara berikut:

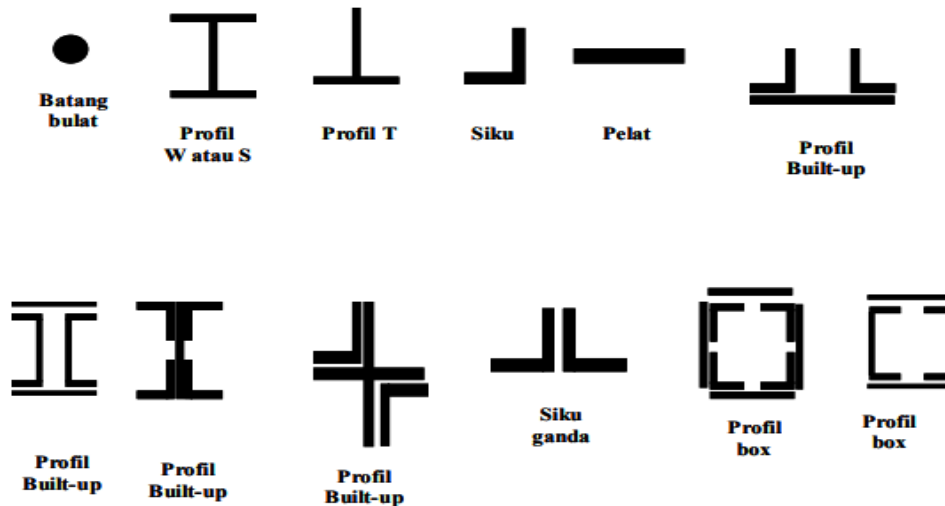
- a) dengan las atau baut pada interval tertentu sehingga kelangsingan untuk setiap elemen tidak melebihi 240.
- b) dengan sistem sambungan yang direncanakan sedemikian sehingga komponen struktur tersebut terbagi atas paling sedikit tiga bentang sama panjang. Sistem sambungan harus direncanakan dengan menganggap bahwa pada sepanjang komponen struktur terdapat gaya lintang sebesar 0,02 atau 2% kali gaya aksial yang bekerja pada komponen struktur tersebut.

2) Komponen struktur tarik dengan profil yang bersinggungan langsung dan saling membelakangi. Profil-profil tersebut harus memenuhi ketentuan yang disyaratkan dalam Butir 10.3.3(1b). 10.3.4 Komponen struktur tarik dengan penghubung

Komponen struktur tarik tersusun dari dua buah profil yang dihubungkan dengan terali atau pelat kopel harus memenuhi:

1) Kelangsingan komponen dengan memperhitungkan jarak antar elemen penghubung, tidak lebih dari 240 untuk komponen struktur utama, dan tidak lebih dari 300 untuk komponen sekunder

- 2) Tebal elemen penghubung tidak kurang dari 0,02 atau 1/50 kali jarak antara garis sambungan pelat penghubung dengan komponen utama
- 3) Panjang pelat kopel tidak kurang dari 2/3 atau 0,67 kali jarak antara garis sambungan pelat kopel dengan komponen utama
- 4) Pelat kopel yang disambung dengan baut harus menggunakan paling sedikit dua buah baut yang diletakkan memanjang searah sumbu komponen struktur tarik.



Gambar 2.1 Tipe Batang Tarik

SNI 03-1729-2002 menyatakan bahwa kekuatan rancangan dari suatu batang tarik,  $\phi_t N_n$  adalah nilai terkecil dari dua persamaan dibawah ini :

1. Untuk kondisi batas kelelahan pada penampang bruto (dimaksudkan untuk mencegah pertambahan panjang batang yang berlebihan)

$$N_n = F_y A_g \quad (\text{SNI Pers. 10.1.1-2a})$$

$$N_u = \phi_t F_y A_g \text{ dengan } \phi_t = 0,90$$

2. Untuk keruntuhan penampang netto pada lubang baut atau rivet.

$$N_n = F_u A_e \quad (\text{SNI Pers. 10.1.1-2b})$$

$$N_u = \phi_t F_u A_e \text{ dengan } \phi_t = 0,75$$

Dalam rumus diatas  $F_u$  adalah tegangan tarik ultimit/putus dan  $A_e$  adalah luas netto efektif yang dianggap menahan gaya tarik pada penampang yang

melalui lubang. Luas penampang netto efektif bisa lebih kecil dari luas penampang netto aktual,  $A_n$ , karena adanya konsentrasi tegangan dan faktor lain yang akan dijelaskan kemudian.

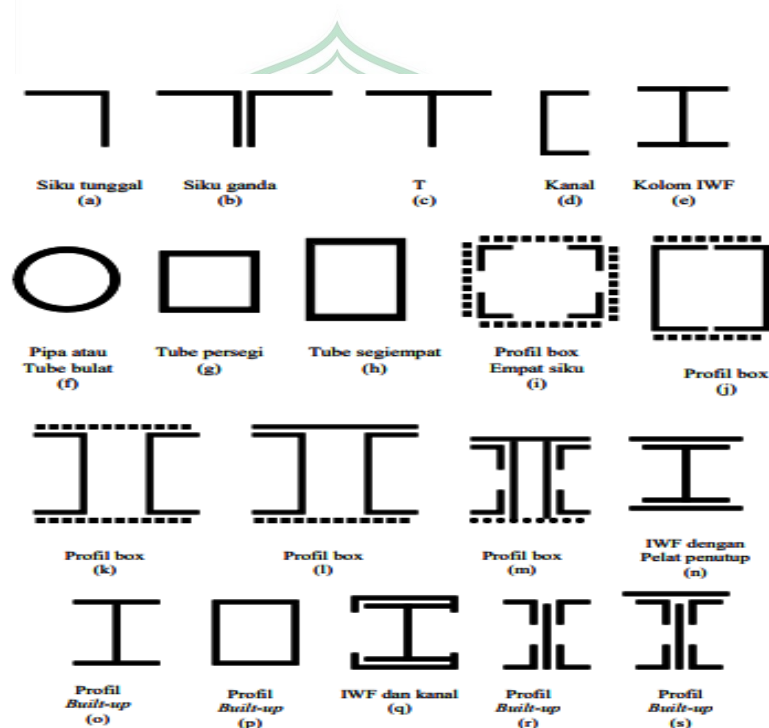
Pemilihan tipe penampang batang yang digunakan lebih banyak dipengaruhi oleh sambungan. Bentuk batang tarik yang paling sederhana adalah batang bulat, tetapi sulit untuk disambungkan dengan struktur lain. Pada masa sekarang, batang bulat ini tidak banyak dipakai kecuali pada sistem pengaku dan rangka atap ringan. (sumargo,2009)

Ukuran batang bulat yang ada mempunyai kekakuan yang sangat kecil sehingga mudah melentur akibat berat sendiri. Kesulitan lain dari penggunaan batang bulat adalah dalam hal fabrikasi yang sesuai dengan ukuran panjang sehingga sulit dalam instalasi. Jika batang bulat digunakan dalam ikatan angin akan lebih baik jika diberikan gaya tarik awal yang akan mengikat struktur lebih kuat sehingga mengurangi goyangan. Untuk memberikan gaya tarik awal, batang bulat dibuat lebih pendek dari yang diperlukan sekitar 1,6 mm untuk setiap 6,0 m panjang batang. Dengan demikian tegangan awal yang dihasilkan sebesar  $\sigma = \epsilon E = [1,6 \times 10^{-6} / (6,0)] (200\,000\,000 \text{ kN/m}^2) = 53333,3 \text{ kN/m}^2$ . Cara lain memberikan tegangan awal adalah dengan melengkapi batang bulat dengan *sleeve nut* atau *turnbucke* seperti dijelaskan dalam Bagian 8 dari AISC-LRFD (sumargo, 2009).

Luas penampang netto atau luas netto menyatakan luas penampang total dikurangi dengan lubang, takikan, dll. Perlu disadari bahwa lubang yang dibuat untuk keperluan rivet atau baut harus 1,0 mm lebih besar dari diameter baut. Sedangkan untuk membuat lubang tersebut dianggap akan merusak lagi 1,0 mm, sehingga luas lubang yang harus dikurang terhadap luas total adalah 2,0 mm lebih besar dari diameter rivet atau baut. Luas lubang yang harus dikurangi berbentuk segiempat dan sama dengan diameter lubang dikalikan dengan tebal pelat baja. Hal ini disampaikan dalam SNI 03- 1729-2002 Pasal 17.3.6: ( Diameter nominal dari suatu lubang yang sudah jadi, harus 2 mm lebih besar dari diameter nominal baut untuk suatu baut yang diameternya tidak lebih 24 mm, dan maksimum 3 mm lebih besar untuk baut dengan diameter lebih besar, kecuali untuk lubang pada pelat landas.)

## 2.7 Analisis Batang Tekan Struktur Baja

Batang tekan merupakan batang yang terkena gaya aksial tekan, seperti kolom (*column*), penyangga (*stanchion*), tiang (*post*), dan penopang (*strut*). Karena kekuatan batang tekan merupakan fungsi dari bentuk penampang lintangnya (radius girasi), pada umumnya luas penampangnya disebarakan sepraktis mungkin. Batang-batang ini jarang hanya memikul gaya aksial tekan saja. Apabila pembebanan disusun sedemikian rupa sehingga perlawanan rotasional ujung dapat diabaikan, dan lentur dianggap dapat diabaikan bila dibandingkan dengan gaya tekan langsungnya, batang tersebut dapat secara aman sebagai kolom yang dibebani secara konsentrik (Salmon dan Johnson, 1992).



Gambar 2.2 Tipe Batang Tekan

Menurut Oentoeng (1992) ada dua macam batang tekan yaitu :

- Batang tekan yang merupakan batang dari suatu rangka batang. Batang ini dibebani gaya tekan aksial searah panjang batangnya. Umumnya dalam suatu rangka batang, batang-batang tepi atas merupakan batang tekan.
- Kolom, yang merupakan batang tekan tegak yang bekerja untuk menahan balok-balok loteng, rangka atap, lintasan crane dalam bangunan pabrik dan

sebagainya yang untuk seterusnya akan melimpahkan semua beban tersebut ke pondasi.

Martinez-Saucedo dan Packer (2006) melakukan penelitian tentang pipa baja dengan sambungan las dengan pelat sambung (*gusset plate*). Pipa baja yang sudah dipasang dengan pelat sambung menggunakan las, kemudian diberi gaya tarik sampai mengalami kerusakan. Kerusakan yang terjadi berupa sobekan pada sambungan profil pipa dengan pelat sambung. Kerusakan ini disebut *shear-lag*. *Shear-lag* dapat diabaikan apabila nilai rasio perbandingan  $L/w > 0,7$ . Secara lebih mudah untuk mendesain suatu join yang akan terkena beban tekan ataupun tarik, untuk amannya panjang las ( $L_w$ ) harus lebih besar sama dengan dari nilai hasil kali diameter pipa dikalikan dengan 1,3 (Wardenier dkk., 2008)

$$N_n = A_g f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} \quad (\text{SNI Pers. 7.6-3})$$

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} \quad (\text{SNI Pers. 7.6-4})$$

$$\text{untuk } \lambda_c \leq 0,25 \quad \text{maka } \omega = 1 \quad (\text{SNI Pers. 7.6-5a})$$

$$\text{untuk } 0,25 < \lambda_c < 1,2 \quad \text{maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \quad (\text{SNI Pers. 7.6-5b})$$

$$\text{untuk } \lambda_c \geq 1,2 \quad \text{maka } \omega = 1,25\lambda_c^2 \quad (\text{SNI Pers. 7.6-5c})$$

Dengan:

$A_g$  = Adalah Luas Penampang Bruto,  $\text{Mm}^2$

$f_{cr}$  = Adalah Tegangan Kritis Penampang, Mpa

$f_y$  = Adalah Tegangan Leleh Material, Mpa

## 2.8 Sambungan Baja

### A. Fungsi / Tujuan Sambungan Baja

Suatu konstruksi bangunan baja adalah tersusun atas batang-batang baja yang digabung membentuk satu kesatuan bentuk konstruksi dengan menggunakan berbagai macam teknik sambungan. Adapun fungsi / tujuan sambungan baja antara lain :

1. Untuk menggabungkan beberapa batang baja membentuk kesatuan konstruksi sesuai kebutuhan.
2. Untuk mendapatkan ukuran baja sesuai kebutuhan (panjang, lebar, tebal, dan sebagainya).



3. Untuk memudahkan dalam penyetelan konstruksi baja di lapangan.
4. Untuk memudahkan penggantian bila suatu bagian / batang konstruksi mengalami rusak.
5. Untuk memberikan kemungkinan adanya bagian / batang konstruksi yang dapat bergerak missal peristiwa muai-susut baja akibat perubahan suhu.

## B. Mengenal Alat Sambung Baja

### 1. Baut

Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut ( umumnya bentuk kepala segi enam ) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar/dilepas kembali. Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga (ulir tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain.

Baut untuk konstruksi baja bangunan dibedakan 2 jenis :

- Baut Hitam Yaitu baut dari baja lunak ( St-34 ) banyak dipakai untuk konstruksi ringan / sedang misalnya bangunan gedung, diameter lubang dan diameter batang baut memiliki kelonggaran 1 mm.
- Baut Pass Yaitu baut dari baja mutu tinggi ( ‡ St-42 ) dipakai untuk konstruksi berat atau beban bertukar seperti jembatan jalan raya, diameter lubang dan diameter batang baut relatif pass yaitu kelonggaran £ 0,1 mm.

Macam-macam ukuran diameter baut untuk konstruksi baja antara lain :

- |                         |                        |
|-------------------------|------------------------|
| ~7/16" ( d = 11,11 mm ) | ~7/8" ( d = 22,22 mm ) |
| ~1/2" ( d = 12,70 mm )  | ~ 1" ( d = 25,40 mm )  |

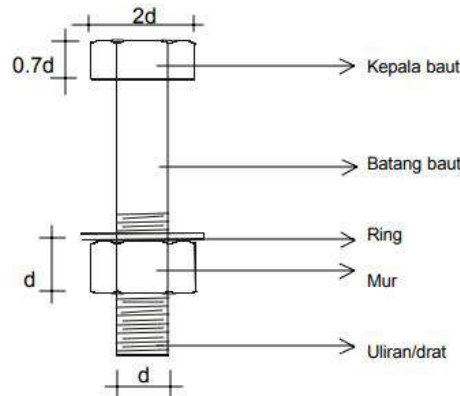
$\sim 5/8''$  (  $d = 15,87$  mm )

$\sim 11/8''$  (  $d = 28,57$  mm )

$\sim 3/4''$  (  $d = 19,05$  mm )

$\sim 11/4''$  (  $d = 31,75$  mm )

Bentuk baut untuk baja bangunan yang umum dipakai adalah dengan bentuk kepala/mur segi enam sebagai berikut :



Keterangan : Ring pada pemasangan baut-mur berfungsi agar bila mur dikencangkan dengan keras tidak mudah dol/londot.

Gambar 2.3 Baut Segi Enam

Keuntungan sambungan menggunakan baut antara lain :

- 1) Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan.
- 2) Konstruksi sambungan dapat dibongkar-pasang.
- 3) Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja  $> 4d$  ( tidak seperti paku keling dibatasi maksimum  $4d$  ).
- 4) Dengan menggunakan jenis Baut Pass maka dapat digunakan untuk konstruksi berat /jembatan.

## 2. Las

Menyambung baja dengan las adalah menyambung dengan cara memanaskan baja hingga mencapai suhu lumer (meleleh) dengan ataupun tanpa bahan pengisi, yang kemudian setelah dingin akan menyatu dengan baik. Untuk menyambung baja bangunan kita mengenal 2 jenis las yaitu :

- 1) Las karbid ( las otogen ) yaitu pengelasan yang menggunakan bahan pembakar dari gas oksigen (zat asam) dan gas acetylene (gas karbid). Dalam konstruksi baja las ini hanya untuk

pekerjaan-pekerjaan ringan atau konstruksi sekunder, seperti ; pagar besi, teralis dan sebagainya.

- 2) Las listrik ( las lumer ) yaitu pengelasan yang menggunakan energi listrik. Untuk pengelasannya diperlukan pesawat las yang dilengkapi dengan dua buah kabel, satu kabel dihubungkan dengan penjepit benda kerja dan satu kabel yang lain dihubungkan dengan tang penjepit batang las / elektrode las. Jika elektrode las tersebut didekatkan pada benda kerja maka terjadi kontak yang menimbulkan panas yang dapat melelehkan baja ,dan elektrode (batang las) tersebut juga ikut melebur ujungnya yang sekaligus menjadi pengisi pada celah sambungan las. Karena elektrode / batang las ikut melebur maka lama-lama habis dan harus diganti dengan elektrode yang lain. Dalam perdagangan elektrode / batang las terdapat berbagai ukuran diameter yaitu 2 1/2 mm, 3 1/4 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, dan 7 mm.

Untuk konstruksi baja yang bersifat struktural (memikul beban konstruksi) maka sambungan las tidak diijinkan menggunakan las Otogen, tetapi harus dikerjakan dengan las listrik dan harus dikerjakan oleh tenaga kerja ahli yang profesional.

Keuntungan Sambungan Las Listrik dibanding dengan Paku keling / Baut :

- 1) Pertemuan baja pada sambungan dapat melumer bersama elektrode las dan menyatu dengan lebih kokoh (lebih sempurna).
- 2) Konstruksi sambungan memiliki bentuk lebih rapi.
- 3) Konstruksi baja dengan sambungan las memiliki berat lebih ringan. Dengan las berat sambungan hanya berkisar 1 – 1,5% dari berat konstruksi, sedang dengan paku keling / baut berkisar 2,5 – 4% dari berat konstruksi.
- 4) Pengerjaan konstruksi relatif lebih cepat (tak perlu membuat lubanglubang pk/baut, tak perlu memasang potongan baja siku / pelat penyambung, dan sebagainya ).

5) Luas penampang batang baja tetap utuh karena tidak dilubangi, sehingga kekuatannya utuh.

Kerugian / kelemahan sambungan las :

- 1) Kekuatan sambungan las sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelasan. Jika pengelasannya baik maka kekuatan sambungan akan baik, tetapi jika pengelasannya jelek/tidak sempurna maka kekuatan konstruksi juga tidak baik bahkan membahayakan dan dapat berakibat fatal. Salah satu sambungan las cacat lambat laun akan merembet rusaknya sambungan yang lain dan akhirnya bangunan dapat runtuh yang menyebabkan kerugian materi yang tidak sedikit bahkan juga korban jiwa. Oleh karena itu untuk konstruksi bangunan berat seperti jembatan jalan raya / kereta api di Indonesia tidak diijinkan menggunakan sambungan las.
- 2) Konstruksi sambungan tak dapat dibongkar-pasang.

## 2.9 Ikatan Angin (*Bracing*)

Bracing pada umumnya digunakan untuk memberikan kekakuan pada bangunan terhadap pengaruh gaya-gaya horisontal seperti angin, gempa dan lain-lain. Karena bentuknya yang saling bersilangan, ikatan angin (*bracing*) biasa disebut pula dengan *diagonal bracing*. Ditinjau dari bentuknya, ikatan angin dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu : *side bracing*, *roofbracing* dan *end bracing*. Analisis ikatan angin menggunakan analisis batang tarik (Sub Bab 2.10).

### 1. *Side bracing*

Merupakan ikatan angin yang terdapat pada dinding bangunan. Diagonal *side bracing* yang menerus adalah lebih baik dari pada sebagian-sebagian saja, karena bangunan akan menjadi lebih kaku. Secara teoritis memang cukup apabila salah satu sisi bangunan di berikan satu diagonal *side bracing*, namun dipandang dari sudut lamanya gedung tersebut dapat dipakai, maka diagonal *side bracing* dapat dipakai pada interval-interval tertentu atau minimal terdapat dua buah pada setiap sisi.

### 2. *Roofbracing*

Merupakan ikatan angin yang terdapat pada kuda-kuda atap (pada bidang tepi atas dan bawah). Fungsinya juga sebagai pengaku dan terutama diperlukan sekali pada saat pemasangan (erection) kuda-kuda, disamping itu juga menahan puntir yang disebabkan oleh angin.

### 3. *End bracing*

Merupakan ikatan angin yang terletak pada kedua ujung dari suatu bangunan. Ikatan angin ini dipakai karena biasanya pada ujung bangunan terdapat pintu-pintu yang besar, sedangkan struktur pada ujung bangunan harus sekuat mungkin, sehingga perlu dicermati dalam memberikan penyelesaian untuk memberikan kekakuan. Setidak-tidaknya dapat diusahakan penciptaan diagonal *end bracing*

## 2.10 Kondisi Tumpuan Dan Panjang Efektif Kolom

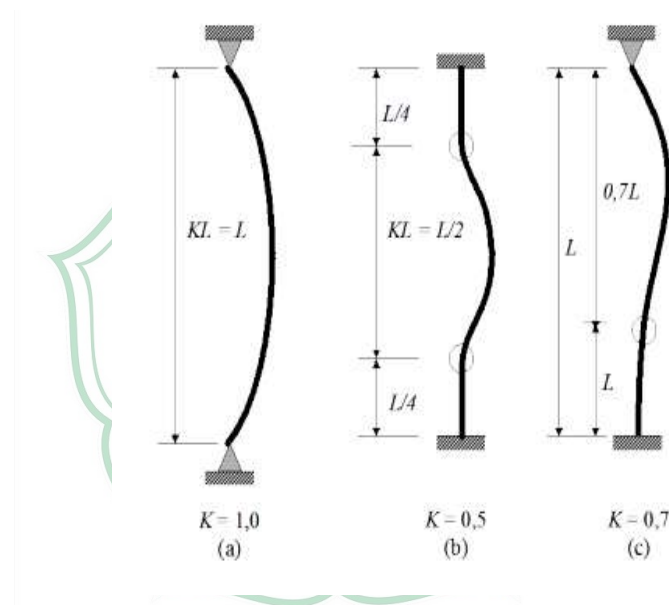
Kondisi tumpuan dan pengaruhnya pada kapasitas daya dukung kolom merupakan topik yang sangat penting. Kolom dengan kekangan yang cukup akan dapat memikul beban yang lebih besar dibandingkan dengan tumpuan dengan kekangan kecil seperti sendi.

Panjang efektif kolom didefinisikan sebagai jarak antara dua titik dengan momen nol atau jarak antara titik belok. Dalam peraturan baja, panjang efektif kolom dinyatakan sebagai  $KL$  dengan  $K$  adalah faktor panjang efektif. Nilai  $K$  harus dikalikan dengan panjang aktual kolom untuk mendapatkan panjang efektifnya. Besar  $K$  tergantung pada kekangan rotasional yang diberikan oleh tumpuan dan juga kekangan translasinya.

Konsep panjang efektif berawal dari model matematika dengan mengambil suatu kolom dengan kondisi tumpuan sembarang, kemudian menggantikannya dengan kolom tumpuan sendi ekuivalen. Analisa tekuk yang lebih rumit dijumpai dalam suatu rangkaian portal dimana kita harus menentukan tegangan kritis dari suatu kolom. Faktor  $K$  ditentukan dengan menemukan kolom tumpuan sendi dengan panjang ekuivalen dengan tegangan kritis yang sama. Penentuan faktor  $K$  adalah metoda penyederhanaan untuk menyelesaikan masalah tekuk pada portal. Kolom dengan kondisi perletakan yang berbeda mempunyai panjang efektif yang berbeda pula. Untuk pembahasan awal ini

diasumsikan tidak ada goyangan atau translasi titik. Goyangan atau translasi titik artinya satu atau kedua ujung kolom dapat bergerak lateral. Jika kolom dihubungkan dengan sendi tanpa gesekan.

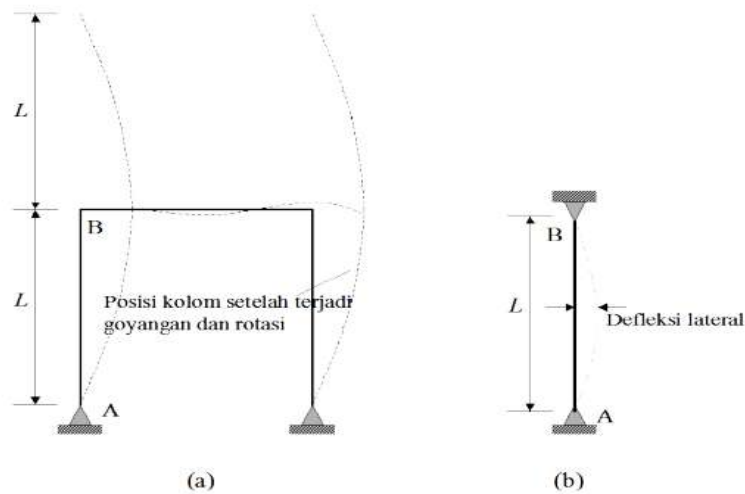
Panjang efektifnya sama dengan panjang aktual kolom dan  $K$  sama dengan 1,0. Jika kondisi jepit sempurna dapat diberikan pada kedua ujung kolom maka titik belok (titik dengan momen nol) akan terjadi pada  $\frac{1}{4}$  tinggi kolom dan panjang efektifnya sama dengan  $L/2$ . Artinya nilai  $K$  sama dengan 0,5. Jelaslah bahwa semakin kecil panjang efektif suatu kolom, akan semakin kecil pula bahaya tekuk lateral dan semakin besar kapasitas daya dukungnya. Kolom dengan tumpuan sendi-jepit. Nilai teoritis  $K$  dari kolom ini sama dengan 0,70.



Gambar 2.5 Panjang Efektif Kolom dalam Portal dengan Pengaku (Goyangan Dikekang)

Kenyataan tidak ada tumpuan sendi atau jepit sempurna dan biasanya kolom berada diantara dua kondisi ideal tersebut. Artinya panjang efektif kolom akan berada diantara  $L/2$  dan  $L$ , tetapi ada pengecualian dari hal tersebut seperti diperlihatkan dalam Gambar 2.6(a). Dasar kolom adalah sendi dan ujung lain bebas berrotasi dan bertranslasi. Dapat dilihat bahwa panjang efektif akan lebih besar dari panjang kolom aktual karena garis elastis akan membentuk kurva dengan panjang dua kali tinggi kolom sehingga  $K$  sama dengan 2,0. Gambar 2.6(b) kedua ujung kolom disendi sehingga tidak terjadi goyangan sehingga defleksi lateral kolom AB akan lebih kecil.. Kolom baja merupakan komponen

dari portal yang dapat dilengkapi dengan pengikat (*braced*) ataupun tidak (*unbraced*). Portal dengan pengikat akan mendapat kekangan terhadap goyangan atau translasi titik, kekangan tersebut dapat melalui batang pengikat, dinding geser, atau sokongan lateral dari struktur lain yang bergabung pada portal tersebut. Portal tanpa pengikat tidak mempunyai pengekang lateral sehingga untuk mencegah tekuk lateral hanya mengandalkan pada kekakuan batang penyusunnya. Untuk portal dengan pengikat, nilai  $K$  tidak lebih besar dari 1,0, tetapi untuk portal dengan pengikat, nilai  $K$  akan selalu lebih besar dari 1,0 karena adanya goyangan.



Gambar 2.6 Kolom Dengan dan Tanpa Goyangan

SNI 03-1729-02 memberikan faktor panjang efektif jika kondisi ideal dapat dipenuhi. Gambar tersebut diberikan kembali dalam Gambar 2.7 memberikan dua nilai  $K$  yaitu nilai teoritis dan nilai yang direkomendasikan dalam perancangan. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa kondisi ideal sendi dan jepit tidak ada dalam kenyataan. Jika kedua ujung dari kolom dalam Gambar 2.5(b) tidak jepit penuh, kolom akan mempunyai sedikit kebebasan untuk melentur secara lateral sehingga titik beloknya akan semakin jauh. Nilai  $K$  yang direkomendasikan dalam perancangan adalah 0,65, sedangkan secara teoritis adalah 0,5. Karena pada kenyataannya tidak ada kolom dengan sendi dan jepit sempurna, maka perancang teknik dapat melakukan interpolasi dari nilai yang diberikan dalam tabel. Interpolasi ini semata-mata didasarkan pada pertimbangan perancang teknik atas kondisi kekangan aktual.

Gambar 2.7 sangat bermanfaat untuk prarancangan. Perlu dicatat bahwa untuk kasus (a), (b), (c), dan (e) rancangan desain lebih besar dari pada nilai teoritis, tetapi tidak untuk kasus (d) dan (f) dimana kedua nilai tersebut sama besar. Alasannya, jika dalam kasus (d) dan (f) tidak terjadi sendi tanpa gesekan maka nilai K akan menjadi kecil, bukan membesar. Jadi dengan mengambil nilai teoritis untuk rancangan akan aman.

Nilai K dalam Gambar 2.7 hanya baik untuk mendesain kolom saja dan bukan bagian dari suatu portal. Untuk kolom yang merupakan bagian dari portal nilai K ini hanya baik untuk perancangan awal (preliminary design) dan pendekatan saja. Kedua ujung dari kolom dalam suatu portal dihubungkan dengan balok dan kolom, sehingga kolom tersebut juga mengalami kekangan. Sambungan kolom dan balok ini berpengaruh pada nilai K. Jadi nilai yang diberikan dalam Tabel 5.1 tidak cukup akurat untuk digunakan dalam perancangan akhir.

Tekuk kolom dinyatakan dengan garis putus	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Nilai $K$ teoritis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
Nilai yang disarankan jika tidak mendekati kondisi ideal	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Kode ujung kolom dan tumpuan						

Gambar 2.7 Panjang Efektif Kolom

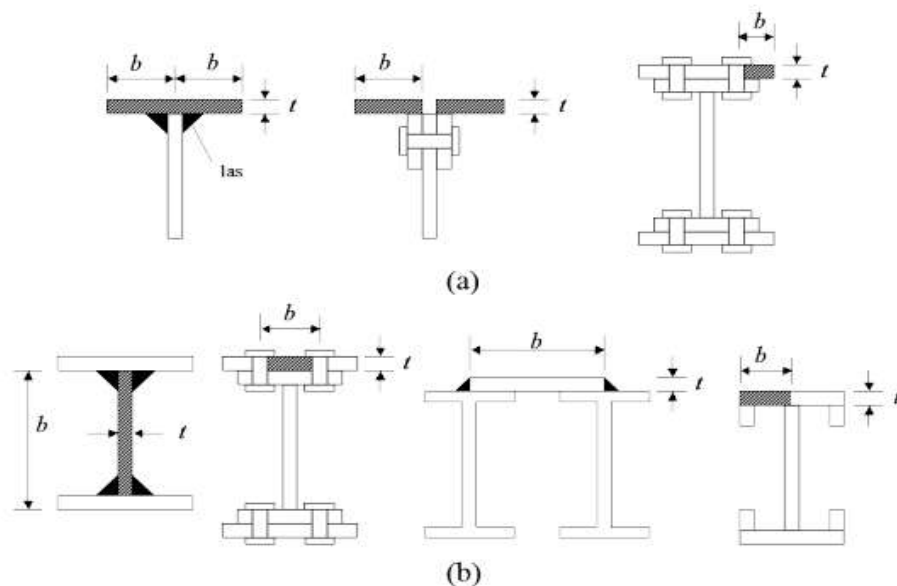
### 2.11 Elemen Dengan Pengaku Dan Tanpa Pengaku

Stabilitas elemen secara keseluruhan, pada suatu keadaan memungkinkan untuk terjadi tekuk setempat (tekuk lokal) dari flens atau web dan kolom atau balok yang tertekan sebelum kekuatan tekuk elemen tercapai. Suatu pelat tipis yang memikul beban tekan akan mengalami tekuk terhadap sumbu lemah karena momen inersia terhadap sumbu tersebut kecil.



SNI 03-1729-02 Pasal 7.5.2(b) dan AISC LRFD Section B5 memberikan batas nilai rasio tebal terhadap lebar dari setiap bagian elemen tertekan dan juga bagian balok pada bagian tekan. Suatu pelat datar akan mempunyai kekakuan kecil, tetapi jika pelat ini dilipat maka kekakuan dalam arah tegak lurus akan meningkat. Untuk alasan tersebut AISC LRFD mengelompokkan elemen menjadi elemen dengan dan tanpa pengaku (stiffened dan unstiffened element).

Elemen tanpa pengaku adalah bagian elemen bebas sejajar dengan arah gaya tekan, sedangkan elemen dengan pengaku adalah elemen yang kedua ujungnya ditumpu dalam arah gaya tekan. Kedua tipe elemen ini diperlihatkan dalam Gambar 2.4 Lebar,  $b$ , dan tebal,  $t$ , untuk masing-masing kasus diberikan dalam gambar tersebut. Elemen akan menekuk dalam kondisi tegangan yang berlainan tergantung pada rasio lebar-tebal ( $b/t$ ) elemen tertekan dan juga tergantung apakah elemen tersebut dengan atau tanpa pengaku. Jika perbandingan tersebut melampaui nilai tertentu, maka tekuk lokal akan terjadi sebelum tegangan leleh tercapai. Untuk menentukan batas rasio  $b/t$  untuk elemen tekan, LRFD membagi batang tekan ini dalam tiga yaitu: penampang kompak, tidak kompak, dan elemen tekan langsing. Ketiga kelompok ini dijelaskan dalam paragraf berikut.



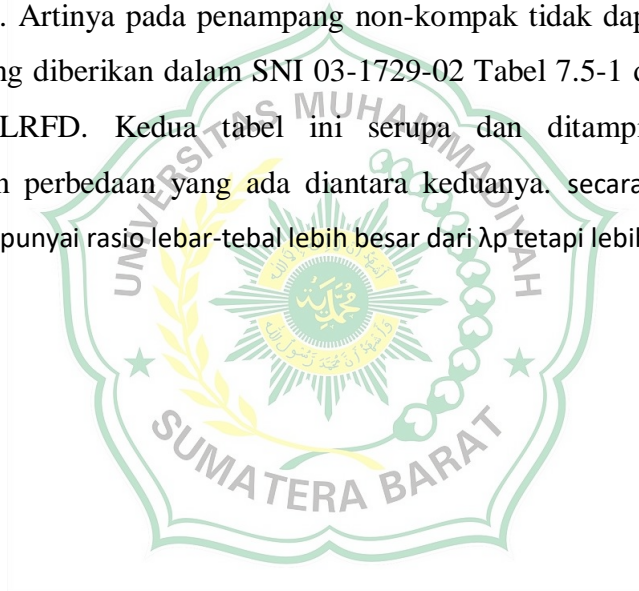
Gambar 2.8 (a) Elemen Tanpa Pengaku. (b) Elemen Dengan Pengaku

- **Penampang Kompak**

Penampang kompak adalah penampang yang mampu mengembangkan distribusi tegangan plastis secara penuh sebelum terjadi tekuk. Yang dimaksud dengan plastis adalah tegangan yang terjadi seluruhnya sebesar tegangan leleh dan di luar lingkup pembahasan buku ini. Supaya batang tekan dapat dikelompokkan sebagai kompak maka flens harus tersambung secara menerus pada salah satu atau kedua webnya dan rasio lebar-tebal dari elemen tekan tidak boleh lebih besar dari nilai rasio batas  $\lambda_p$ .

- **Penampang Non-Kompak**

Penampang non-kompak adalah penampang yang dapat mencapai tegangan leleh pada sebagian penampangannya tetapi tidak pada semua elemen tekannya sebelum terjadi tekuk. Artinya pada penampang non-kompak tidak dapat terjadi distribusi tegangan yang diberikan dalam SNI 03-1729-02 Tabel 7.5-1 dan Tabel B5.1 Part 6 Manual LRFD. Kedua tabel ini serupa dan ditampilkan disini untuk menunjukkan perbedaan yang ada diantara keduanya, secara penuh. Penampang kompak mempunyai rasio lebar-tebal lebih besar dari  $\lambda_p$  tetapi lebih kecil dari  $\lambda_r$ .



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yang dilakukan oleh penulis berada di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman Barat. Pemilik pabrik pengolahan sawit ini yaitunya CV. Rahmat Bangunan.



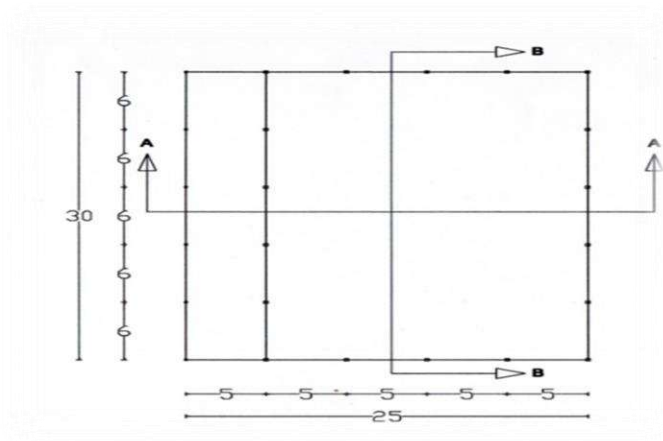
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian  
Sumber : *Google Maps (2024)*

#### 3.2 Data Penelitian

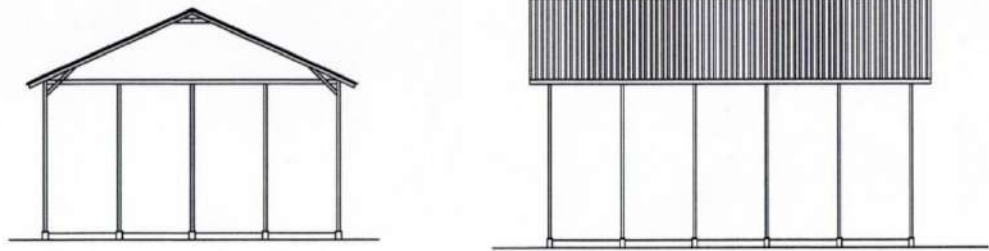
Data yang akan digunakan pada bangunan ini antara lain sebagai berikut :

##### 3.2.1 Denah Bangunan

Pada bangunan ruang produksi ini memiliki denah sebagai berikut :



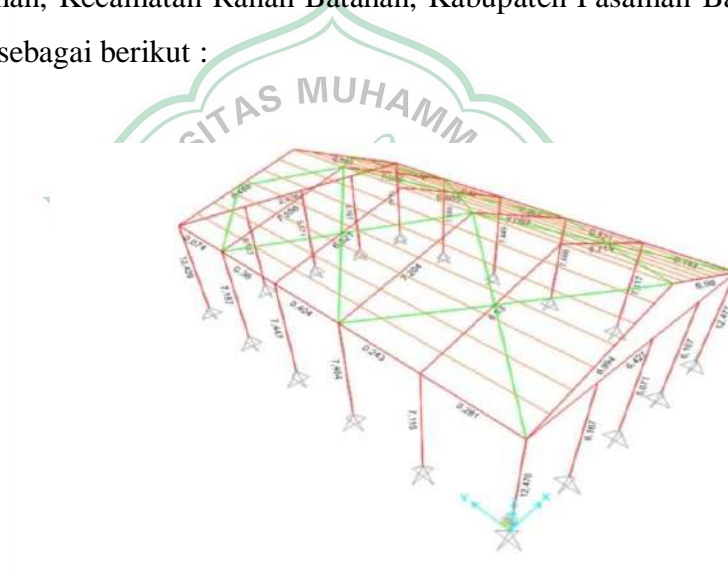
Gambar 3.2 Denah Bangunan



Gambar 3.3 Gambar tampak bangunan

### 3.2.2 Deskripsi Bangunan

Bangunan ruang produksi yang di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman Barat memiliki data sebagai berikut :



Gambar 3.4 Hasil Uji SAP Ver.22.

- |                    |   |                                      |
|--------------------|---|--------------------------------------|
| 1. Luas Bangunan   | : | 750 m <sup>2</sup>                   |
| 2. Tinggi Bangunan | : | 13,2 m                               |
| 3. Tinggi Kolom    | : | 9 m                                  |
| 4. Tinggi Atap     | : | 4,2 m                                |
| 5. System Struktur | : | SRPM                                 |
| 6. Elemen Kolom    | : | IWF 250.125.6.9<br>IWF 200.100.5,5.8 |
| 7. Rafter          | : | IWF 200.100.5,5.8                    |

8. Regel	:	IWF 200.100.5,5.8
9. Gording	:	CNP 125.50.50.2,3
10. Ikatan Angin	:	Ø12 mm
11. Penutup Atap	:	Spandek 0,35
12. Jumlah Lantai	:	1 Lantai
13. Fungsi Bangunan	:	Ruang Produksi
14. Material Struktur	:	Baja

Material baja tulangan sebagai berikut :

1. Baja struktural

Tegangan Leleh (Fy)	:	245 Mpa
Tegangan Putus (Fu)	:	400 Mpa
Modulus Elastisitas	:	200000 Mpa
Berat Jenis Baja	:	7850 Kg/m <sup>3</sup>

2. Baja Tulangan

Tegangan Leleh	:	390 Mpa
Tegangan Putus (Fu)	:	560 Mpa
Modulus Elastisitas	:	200000 Mpa
Berat Jenis Baja	:	7850 kg/m <sup>3</sup>

**3.2.3 Pembebanan Struktur**

Pembebanan struktur yang diperhitungkan terdiri dari berat sendiri(DL), beban mati *superimposed* (SDL), beban hidup (LL), beban air hujan (R), beban angin (WL), beban kombinasi dan beban gempa (E). Beban struktur mengacu pada SNI 1727-2020 *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan* . Sedangkan beban gempa mengacu pada SNI 1726-2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*.

### 3.3 Metode Penelitian

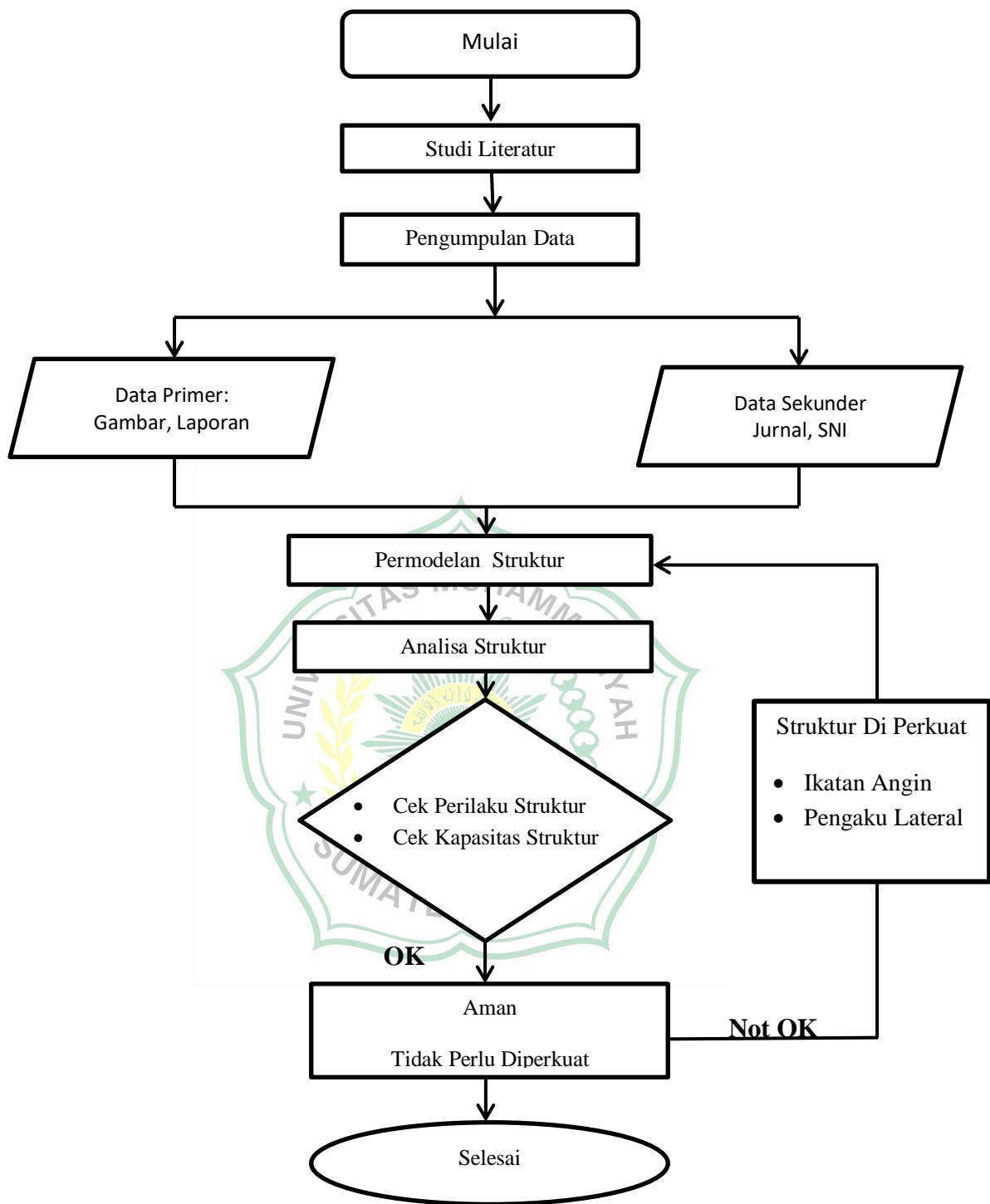
Metode yang digunakan dalam penelitian bangunan ruang produksi ini menggunakan metode kualitatif, dengan mendapatkan data yang diperoleh, kemudian langkah – langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Melakukan permodelan struktur di perangkat lunak SAP ver.22. yang mana yang di tampilkan terdapat penampang bangunan, material yang digunakan, dan hasil model 3D.
2. Melakukan penginputan data pembebanan dan kombinasi.
3. Melakukan cek pemeriksaan jumlah ragam
4. Melakukan cek pemeriksaan simpangan bangunan
5. Melakukan cek rasio kapasitas struktur.
6. Melakukakan perencanaan penguatan struktur.

### 3.4 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian ruang produksi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman barat



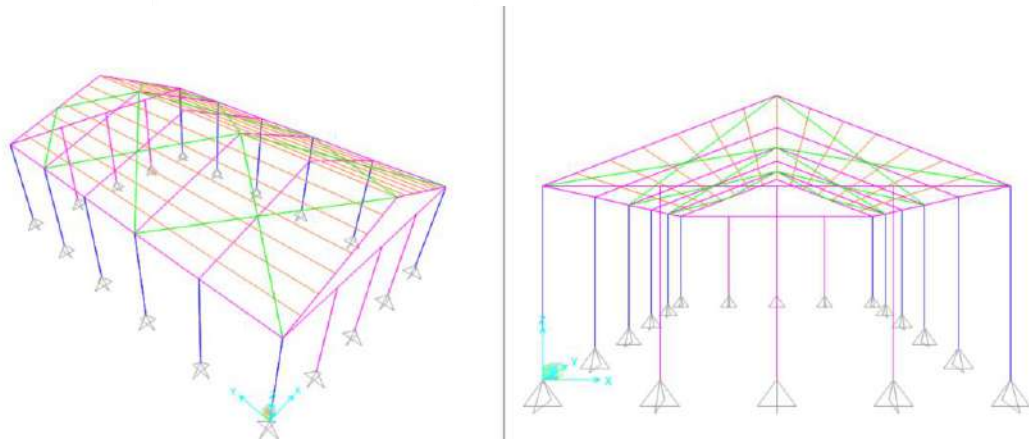


Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

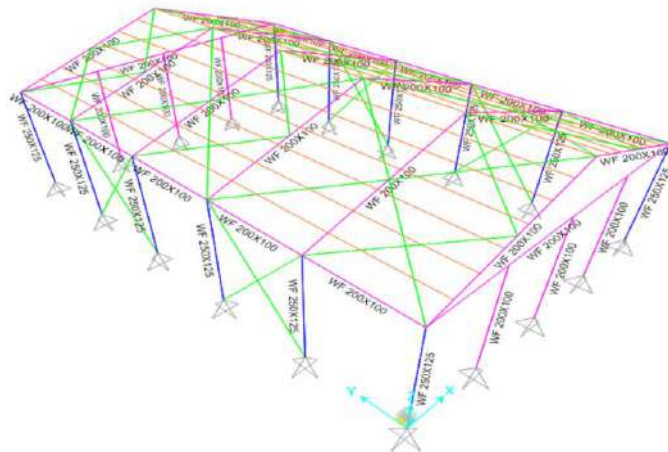
## BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Permodelan Struktur

Pekerjaan pembangunan Ruang Produksi berlokasi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman Barat – Sumatera Barat. Bangunan Ruang Produksi dimodelkan sebagai struktur 3 dimensi dengan elemen struktur dimodelkan dan disimulasikan menggunakan material struktur baja. Geometri model struktur terdapat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2. Sedangkan konfigurasi elemen struktur baa yang digunakan terdapat pada tabel 4.1.



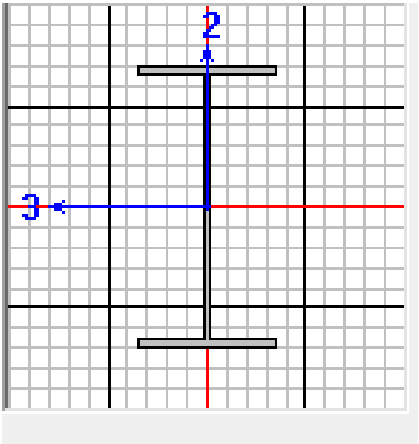
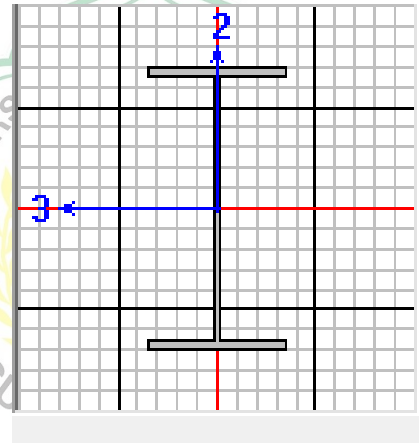
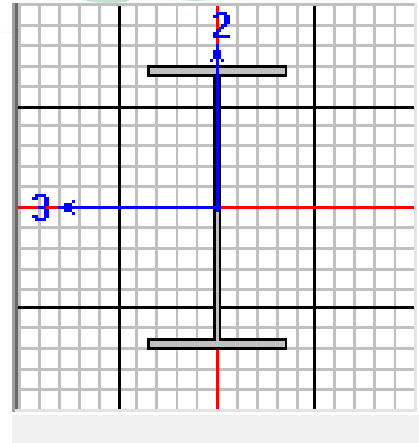
Gambar 4.1 Model Struktur Ruang Produksi  
Sumber : SAP ver.22.

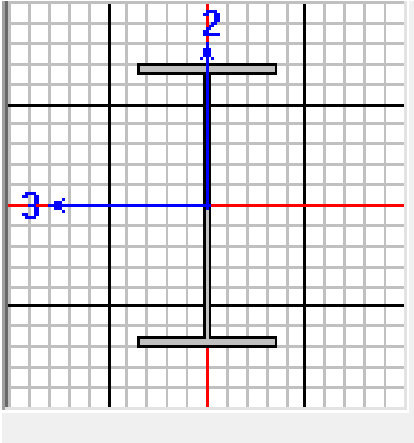
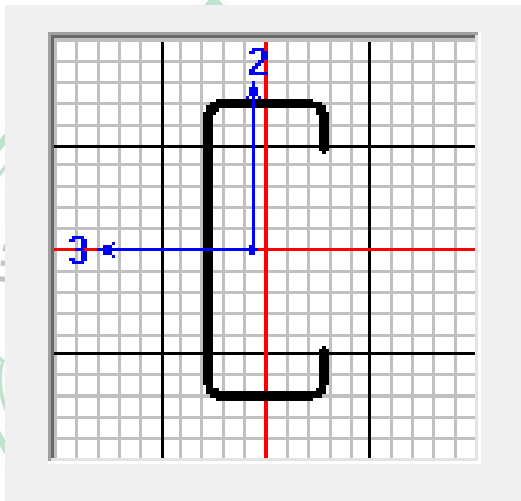
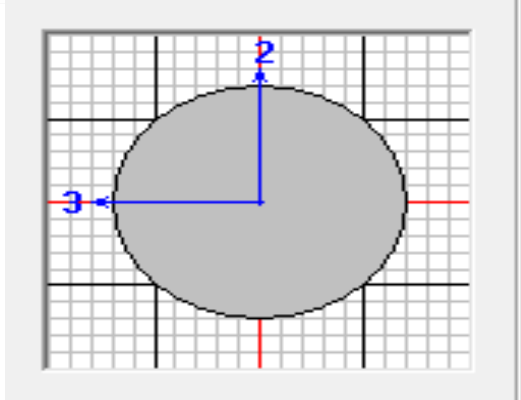


Gambar 4.2 Properti Penampang Elemen Struktur Pada Model Ruang Produksi  
Sumber : SAP ver.22.



Tabel 4.1 Konfigurasi Dan Penampang Struktur

No	Elemen	Gambar	Notasi
1.	Kolom 1		<p>IWF 250.125.6.9</p>
2.	Kolom 2		<p>IWF 200.100.5,5.8</p>
3.	Rafter		<p>IWF 200.100.5,5.8</p>

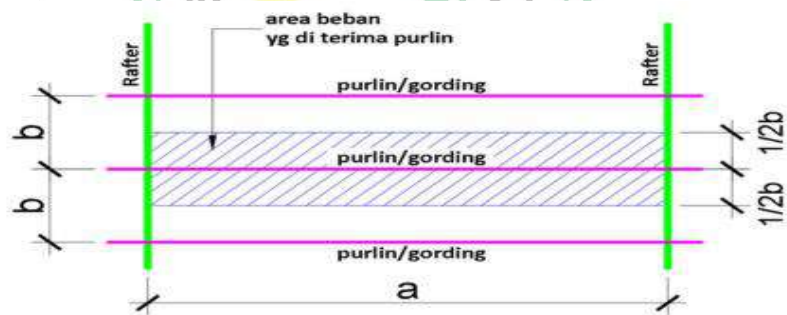
No	Elemen	Gambar	Notasi
4.	Regel		IWF 200.100.5,5.8
5.	Gording		CNP 125.50.20.2,3
6.	Ikatan Angin		Ø12 mm

## 4.2 Pembebanan Dan Kombinasi Pembebanan

Pembebanan struktur yang diperhitungkan terdiri dari berat sendiri(DL), beban mati *superimposed* (SDL), beban hidup (LL), beban air hujan (R), beban angin (WL), beban kombinasi dan beban gempa (E). Beban struktur mengacu pada SNI 1727-2020 *Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan* . Sedangkan beban gempa mengacu pada SNI 1726-2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*.

### 4.2.1 Beban Mati Dan Beban Mati Tambahan

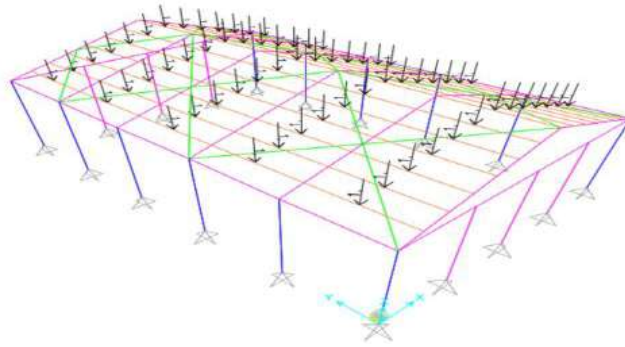
Beban mati/*Dead Load* (DL) yang dimaksud adalah berat dari struktur bangunan dalam hal ini berat struktur baja keseluruhan. Berat ini dihitung secara langsung pada program SAP2000 ver.22. Sedangkan beban mati tambahan/*Superimposed Dead Load* (SDL) merupakan beban mati elemen tambahan non struktural meliputi penutup atap, ME (*Mechanical Electrical*), dinding, keramik, dll. Beban SDL yang dihitung yaitu beban penutup atap Spandek 0,35 sebesar 0,04 kN/m<sup>2</sup> kemudian dikonversikan ke area beban yang akan didistribusikan ke purlin sebesar 0,060 kN/m. Input beban SDL pada program terdapat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.3 Skema Distribusi Beban Atap Ke Purlin / Gording

### 4.2.2 Beban Hidup LL

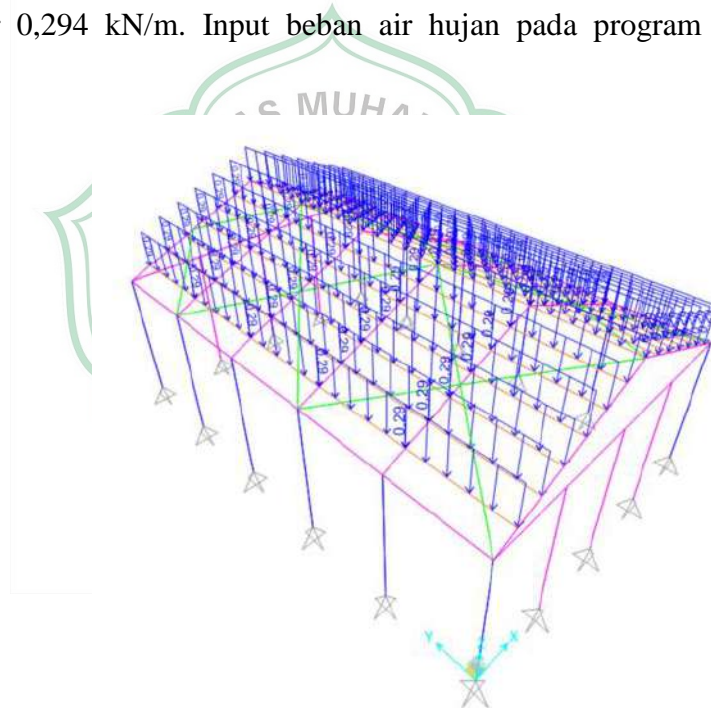
Beban hidup/*Live Load* (LL) yang dimaksud adalah beban hidup pekerja yang membebani atap bangunan sebesar 100 kg. Beban ini disimulasikan sebagai beban terpusat di atas gording yang bertumpu diantara gelagar Rafter. Input beban LL pada program terdapat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.4 Input Beban Hidup (LL) Pada Atap

#### 4.2.3 Beban Air Hujan (R)

Beban Air Hujan /Rain Load (R) sebesar 0,195 kN/m<sup>2</sup> disimulasikan membebani atap yang didistribusikan ke purlin sebagai beban merata (Gambar 2.5) sebesar 0,294 kN/m. Input beban air hujan pada program terdapat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Input Beban Air Hujan (R) Pada Atap

#### 4.2.4 Beban Angin (WL)

Menurut SNI 1727:2020, persyaratan umum penggunaan untuk menentukan parameter dasar dalam penentuan beban angin pada Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU) dan Komponen dan Klading (K&K). Parameter-parameter dasar tersebut antara lain sebagai berikut:

- Kecepatan angin dasar,  $V = 80,82$  mph

- Faktor arah angin,  $K_d = 0,85$
- Kategori Eksposur = B
- Faktor topografi,  $K_{zt} = 1,0$
- Faktor pengaruh hembusan angin =  $0,85$

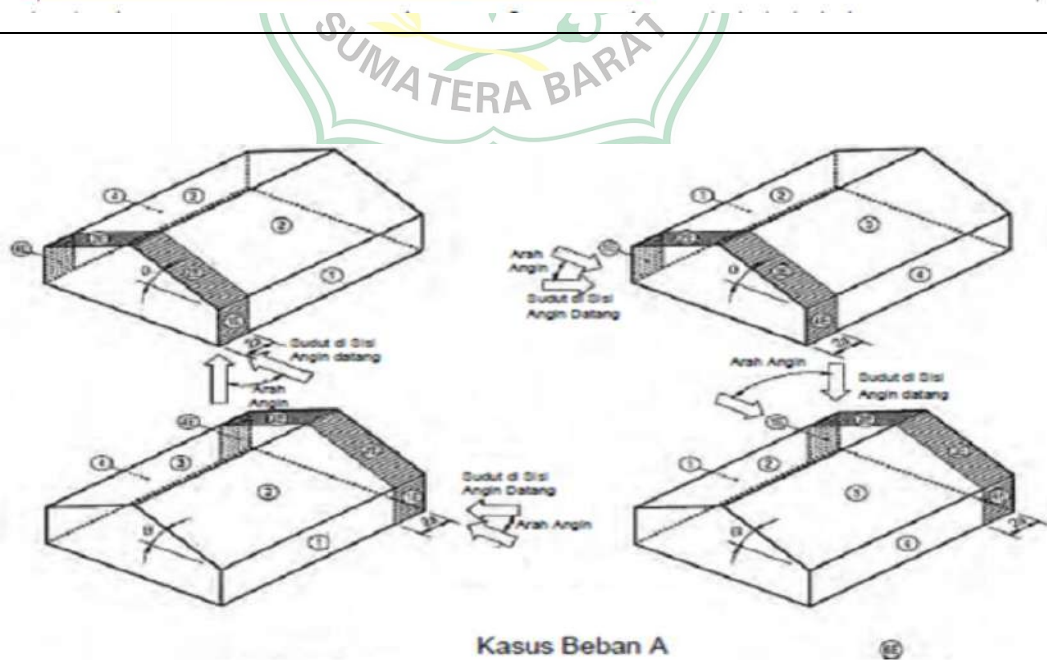
Beban angin pada struktur dikategorikan terhadap 2 (dua) kasus beban dasar. Diagram kasus beban dasar A dan B berturut-turut terdapat pada Gambar 2.6 dan 2.7. Koefisien tekanan eksternal berdasarkan kasus beban tersebut terdapat pada tabel 4.2.

Table 4.2 Koefisien Tahanan Eksternal.

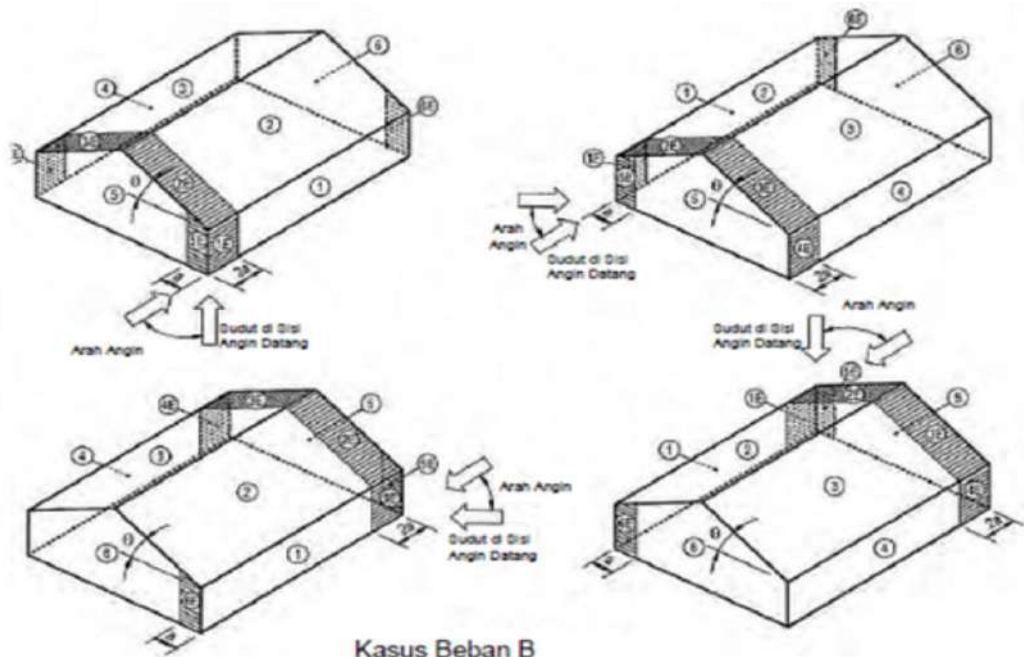
KASUS BEBAN A								
Sudut atap $\theta$ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung							
	1	2	3	4	1E	2E	3E	4E
0-5	0,40	-0,69	-0,37	-0,29	0,61	-1,07	-0,53	-0,43
20	0,53	-0,69	-0,48	-0,43	0,80	-1,07	-0,69	-0,64
30-45	0,56	0,21	-0,43	-0,37	0,69	0,27	-0,53	-0,48
90	0,56	0,56	-0,37	-0,37	0,69	0,69	-0,48	-0,48

KASUS BEBAN B												
Sudut Atap $\theta$ (derajat)	Permukaan Bangunan Gedung											
	1	2	3	4	5	6	1E	2E	3E	4E	5E	6E
0-90	-0,45	-0,69	-0,37	-0,45	0,40	-0,29	-0,48	-1,07	-0,53	-0,48	0,61	-0,43



Gambar 4.6 Kasus Dasar A



Gambar 4.7 Kasus Dasar B

#### 4.2.5 Beban Gempa

Beban gempa gedung disesuaikan dengan lokasi gempa Pasaman Barat. Beban gempa ditentukan berdasarkan peta gempa pada website [rsa.ciptakarya.pu.go.id](http://rsa.ciptakarya.pu.go.id). Perhitungan gempa menggunakan simulasi gempa dinamik respon spektrum. Adapun input data gempa pada SAP2000 ver.22 terdapat pada Gambar 4.8 berikut:

**Function Name** RS PASBAR **Function Damping Ratio** 0,05

**Parameters**

- Ss, S1 and PGA from USGS - by Lat/Long
- Ss, S1 and PGA from USGS - by Zip Code
- Ss, S1 and PGA User Specified

Site Latitude (degrees) ?  
 Site Longitude (degrees) ?  
 Site Zip Code (5-Digits) ?

0.2 Sec Spectral Accel, Ss 0,786  
 1 Sec Spectral Accel, S1 0,3632  
 Peak Ground Accel., PGA 20,

Site Class D  
 Site Coefficient, Fa 1,1856  
 Site Coefficient, Fv 1,6736  
 Site Coefficient, Fpga 1,

Calculated Values for Response Spectrum Curve  
 SDS = Fa \* Ss 0,9319  
 SD1 = Fv \* S1 0,6079

**Define Function**

Period	Acceleration
0,	20,
0,0435	13,644
0,087	7,2879
0,1305	0,9319
0,6523	0,9319
0,8	0,7598
1	0,6079
1,2	0,5065
1,4	0,4342

**Function Graph**

Display Graph 0,0,0

OK Cancel

Gambar 4.8 input beban gempa dinamik respon spectrum pada SAP 2000 ver.22

#### 4.2.6 Kombinasi Pembebanan

Beban yang diinputkan kemudian dikombinasikan kedalam 7 (tujuh) grup kombinasi pembebanan pada SAP2000 ver.14 sebagai berikut:

##### Grup Kombinasi 1

$$\text{Komb. 1} = 1.4 D + 1.4 \text{SDL}$$

##### Grup Kombinasi 2

$$\text{Komb. 2} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 \text{Lr}$$

$$\text{Komb. 3} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 \text{R}$$

##### Grup Kombinasi 3

$$\text{Komb. 4} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{Lr}$$

$$\text{Komb. 5} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{R}$$

$$\text{Komb. 6} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{Lr} + 0.5 \text{Wx}$$

$$\text{Komb. 7} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{Lr} + 0.5 \text{Wy}$$

$$\text{Komb. 8} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{R} + 0.5 \text{Wx}$$

$$\text{Komb. 9} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 1.6 \text{R} + 0.5 \text{Wy}$$

##### Grup Kombinasi 4

$$\text{Komb. 10} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 \text{Lr} + 1 \text{Wx}$$

$$\text{Komb. 11} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 \text{Lr} + 1 \text{Wy}$$

$$\text{Komb. 12} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 R + 1W_x$$

$$\text{Komb. 13} = 1.2 D + 1.2 \text{SDL} + 0.5 R + 1W_y$$

#### Grup Kombinasi 5

$$\text{Komb. 14} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} + 1 \text{ED}_x + 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 15} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} + 1 \text{ED}_x - 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 16} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} - 1 \text{ED}_x + 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 17} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} - 1 \text{ED}_x - 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 18} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} + 1 \text{Ed}_y + 1 \text{ED}_x$$

$$\text{Komb. 19} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} + 1 \text{ED}_y - 0.3 \text{Ed}_x$$

$$\text{Komb. 20} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} - 1 \text{ED}_y + 0.3 \text{Ed}_x$$

$$\text{Komb. 21} = 1.37 D + 1.37 \text{SDL} - 1 \text{ED}_y - 0.3 \text{Ed}_x$$

#### Grup Kombinasi 6

$$\text{Komb. 22} = 0.9 D + 0.9 \text{SDL} + 1 W_x$$

$$\text{Komb. 23} = 0.9 D + 0.9 \text{SDL} + 1 W_y$$

$$\text{Komb. 24} = 0.9 D + 0.9 \text{SDL} + 0.75 W_x + 0.75 W_y$$

#### Grup Kombinasi 7

$$\text{Komb. 25} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} + 1 \text{ED}_x + 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 26} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} + 1 \text{ED}_x - 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 27} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} - 1 \text{ED}_x + 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 28} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} - 1 \text{ED}_x - 0.3 \text{Ed}_y$$

$$\text{Komb. 29} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} + 1 \text{ED}_y + 0.3 \text{Ed}_x$$

$$\text{Komb. 30} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} + 1 \text{ED}_y - 0.3 \text{Ed}_x$$

$$\text{Komb. 31} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} - 1 \text{ED}_y + 0.3 \text{Ed}_x$$

$$\text{Komb. 32} = 0.73 D + 0.73 \text{SDL} - 1 \text{ED}_y - 0.3 \text{Ed}_x$$

#### ***Keterangan:***

D = Beban Mati Sendiri Struktur

SDL = Beban Mati Tambahan Pada Struktur

Lr = Beban Hidup

R = Beban Hujan

ED<sub>x</sub> = Beban Gempa Arah x (dipilih beban gempa dinamik)

ED<sub>y</sub> = Beban Gempa Arah y (dipilih beban gempa dinamik)



$W_x$  = Beban Angin Arah x

$W_y$  = Beban Angin Arah y

### 4.3 Perilaku Struktur

#### 4.3.1 Pemeriksaan Jumlah Ragam

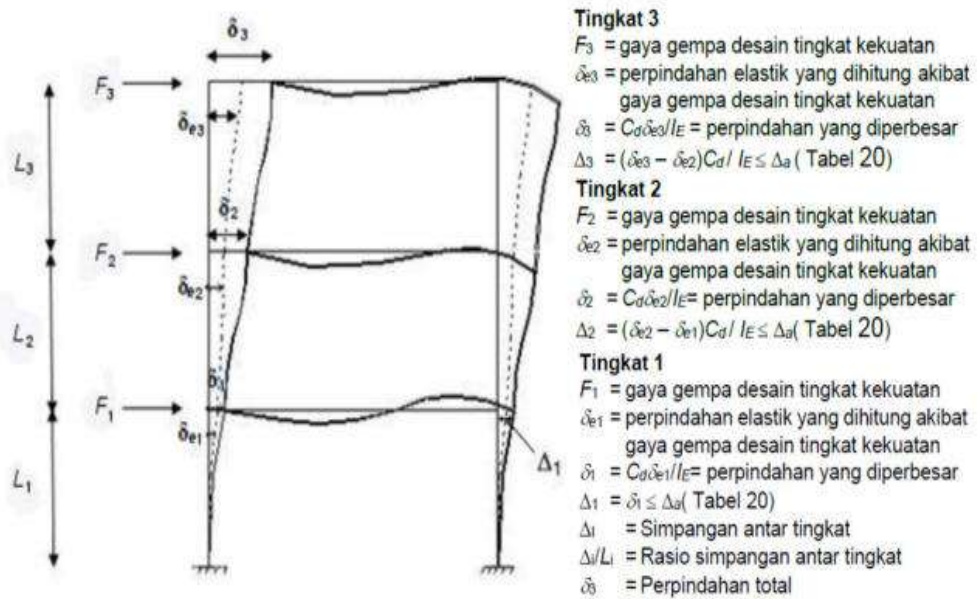
Pada SNI 1726:2019 Pasal 7.9.1.1 disebutkan bahwa analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing-masing arah horizontal orthogonal dari respons yang ditinjau oleh model. Berdasarkan output analisis (Tabel 4.3), jumlah partisipasi massa pada 12 mode arah-x dan arah-y sebesar 99% dan 100%. Telah memenuhi syarat diatas 90% atau 0,9.

Tabel 4.3 Rasio Modal Partisipasi Masa

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless
MODAL	Mode	1	84,393199	2,359E-18	1	2,301E-13	2,359E-18	1
MODAL	Mode	2	3,472843	5,734E-20	8,294E-16	5,193E-10	2,416E-18	1
MODAL	Mode	3	3,237937	4,603E-17	3,603E-07	4,524E-12	4,845E-17	1
MODAL	Mode	4	2,599274	3,042E-05	1,085E-14	3,588E-13	3,042E-05	1
MODAL	Mode	5	2,067767	0,9926	3,357E-18	1,266E-15	0,99263	1
MODAL	Mode	6	0,874403	1,974E-09	0	2,065E-16	0,99263	1
MODAL	Mode	7	0,868371	3,026E-08	1,567E-16	7,309E-13	0,99263	1
MODAL	Mode	8	0,41191	4,365E-19	8,482E-19	2,581E-07	0,99263	1
MODAL	Mode	9	0,411238	2,766E-15	7,611E-11	3,96E-10	0,99263	1
MODAL	Mode	10	0,271703	2,961E-10	1,514E-10	0,2262	0,99263	1
MODAL	Mode	11	0,268308	2,51E-09	4,445E-08	0,00111	0,99263	1
MODAL	Mode	12	0,266434	1,208E-08	1,006E-11	1,365E-05	0,99263	1

#### 4.4.2 Pemeriksaan Simpangan Bangunan

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.8.6, penentuan simpangan antar lantai desain harus dihitung sebagai perbedaan defleksi pada pusat massa di tingkat teratas dan terbawah yang ditinjau seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Penentuan simpangan antar lantai (sumber: Gambar 10 SNI 1726:2019)

Simpangan antar lantai tingkat desain tidak boleh melebihi  $\Delta_a / \rho$  untuk semua tingkat. Maka simpangan antar lantai ditentukan oleh persamaan berikut:

$$\Delta_x = \frac{\delta \times C_d}{I} < \Delta_a$$

$$\Delta_a = \frac{0,025 h_x}{\rho}$$

Keterangan:

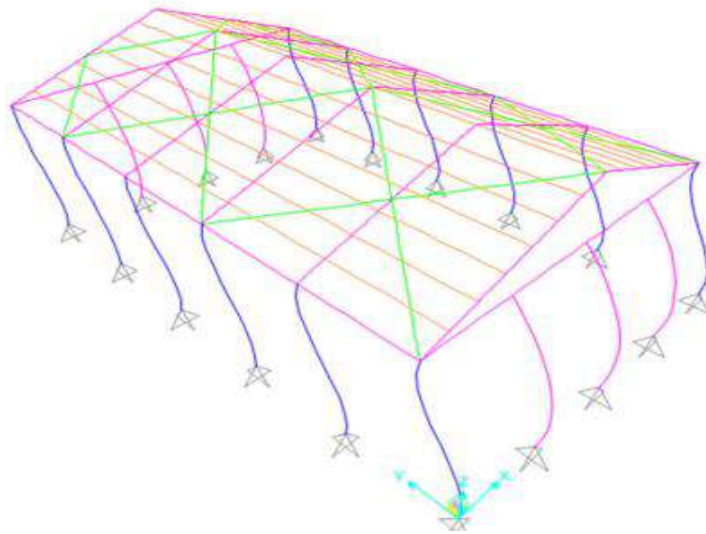
$\Delta_x$  = Simpangan antar lantai

$\Delta_a$  = Simpangan Ijin

$\delta$  = Defleksi yang terjadi

$I$  = Faktor keutamaan gempa

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi



Gambar 4.10 Deformasi Bangunan Akibat Beban Gempa.

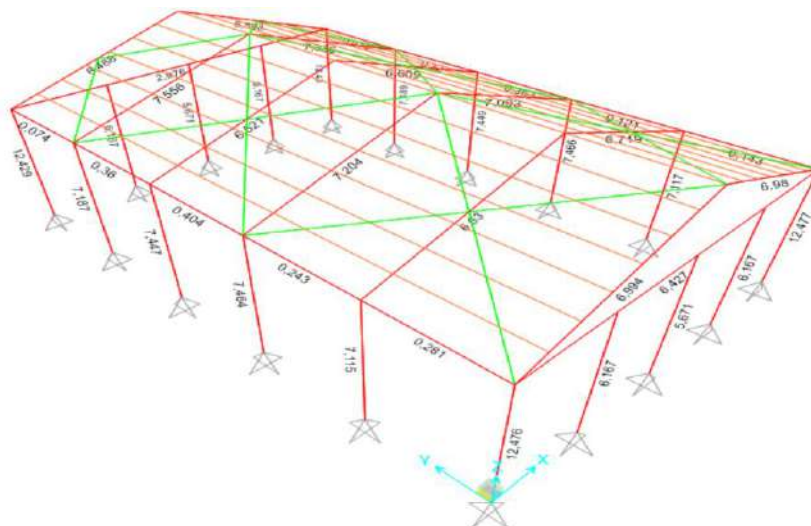
Pada gambar diatas menunjukkan ilustrasi simpangan yang terjadi akibat beban gempa. Hasil perhitungan simpangan antar lantai arah sumbu-x dan sumbu-y terdapat pada Tabel 4.4 berikut ini. Simpangan pada arah-x tidak memenuhi persyaratan dimana nilai  $\Delta$  lebih besar dari  $\Delta_a$ . Hal ini disebabkan karena bangunan memiliki tingkat kekakuan yang rendah.

Tabel 4.4 Simpangan Lantai

Arah Simpangan	Hs	$\delta$	$\Delta$	$\Delta_a$	keterangan
x	9000	76,49534	420,7243	225	Tidak Aman
y	9000	26,73676	147,0522	225	Aman

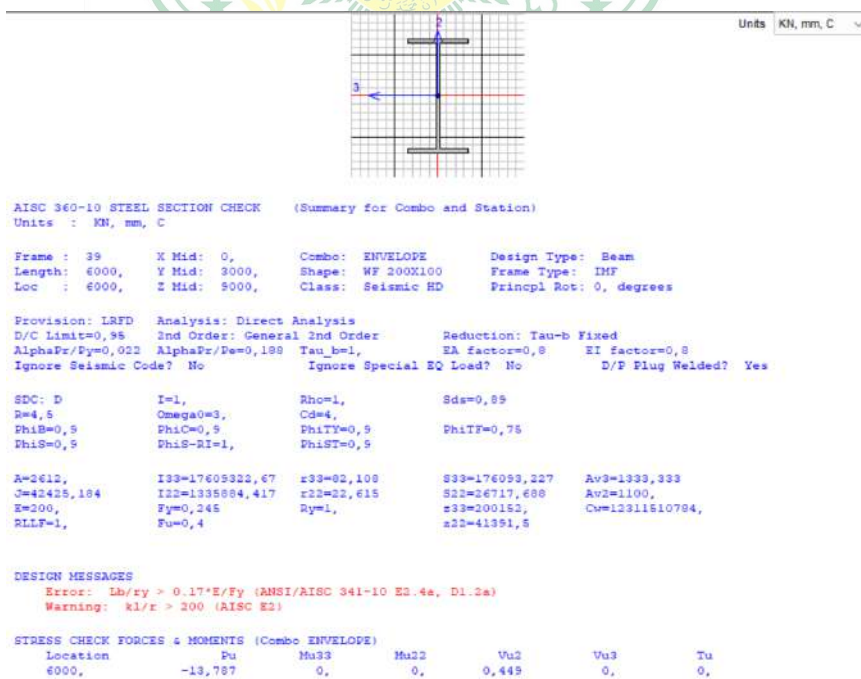
#### 4.4 Analisis Kapasitas Struktur

Rasio kapasitas struktur merupakan perbandingan antara kapasitas ultimate dengan kapasitas nominal terkoreksi. *Range* kapasitas struktur berkisar antara 0,1 hingga 1,0. Semakin rendah rasio kapasitas struktur pada elemen struktur baja menandakan bahwa elemen tersebut sangat kuat untuk menahan beban. Jika rasio kapasitas melebihi 1,0, penampang elemen struktur dinyatakan *overstress*.

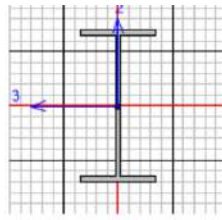


Gambar 4.11 Rasio Kapasitas Elemen Struktur.

Gambar diatas menunjukkan hasil rasio kapasitas struktur. Mayoritas elemen struktur utama mengalami kelebihan kapasitas / overstress dimana rasionya lebih dari 1,00. Maksudnya adalah elemen struktur tidak mampu menahan beban yang bekerja. Disamping itu, penampang tidak memenuhi persyaratan kekakuan. Detail informasi diberikan oleh program terdapat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.12 Detail analisis kapasitas penampang elemen struktur WF 200x100



Units: kN, mm, C

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, mm, C

Frame : 1      X Mid: 0,      Combo: ENVELOPE      Design Type: Column  
Length: 9000,      Y Mid: 0,      Shape: WF 250X125      Frame Type: IMF  
Loc : 9000,      Z Mid: 4500,      Class: Seismic HD      Princpl Rot: 0, degrees

Provision: LRFD      Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=0,95      2nd Order: General 2nd Order      Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0,015      AlphaPr/Pe=0,191      Tau\_b=1,      EA factor=0,8      EI factor=0,8  
Ignore Seismic Code? No      Ignore Special EQ Load? No      D/P Plug Welded? Yes

SDC: D	I=1,	Rho=1,	Sds=0,89
R=4,5	Omega0=3,	Cd=4,	
PhiB=0,9	PhiC=0,9	PhiTY=0,9	PhiTF=0,75
PhiS=0,9	PhiS-RI=1,	PhiST=0,9	
A=3642,	I33=38529334,	r33=103,388	S33=311434,672
J=74426,22	I22=2933863,5	r22=28,382	S22=46941,816
E=200,	Fy=0,245	Ry=1,	r33=351861,
RLLF=1,	Fu=0,4		r22=72400,5
			Av3=1875,
			Av2=1500,
			Cw=42600431486,

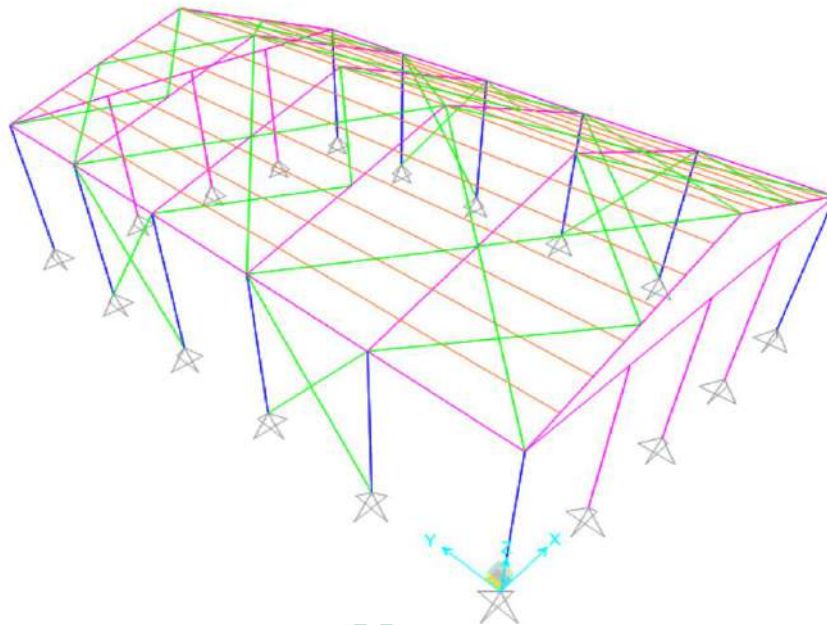
DESIGN MESSAGES

Error: Section overstressed  
Warning:  $kl/r > 200$  (AISC E2)  
Warning:  $l/r > 300$  (AISC D1)

Gambar 4.13 Detail analisis kapasitas penampang elemen struktur WF 250x125

## 4.5 Perencanaan Perkuatan Struktur

Berdasarkan hasil analisis, struktur dikategorikan memiliki tingkat daktilitas yang rendah. Dimana simpangan bangunannya tidak memenuhi persyaratan dan elemen struktur mengalami *overstress*. Elemen struktur harus diganti dengan kapasitas yang lebih besar dari gaya dalam yang diperlukan. Namun jika hal ini tidak memungkinkan untuk dilakukan, direkomendasikan untuk menambah tingkat daktilitas dengan menambahkan beberapa ikatan angin dan pengaku lateral pada seluruh elemen struktur



Gambar 4.14 Model struktur dengan penambahan ikatan angin dan pengaku lateral

Item	Value	
1	Current DesignSection	Program Determined
2	Framing Type	Program Determined
3	Omega0	Program Determined
4	Consider Deflection?	No
5	Deflection Check Type	Program Determined
6	DL Limit, L /	Program Determined
7	Super DL+LL Limit, L /	Program Determined
8	Live Load Limit, L /	Program Determined
9	Total Limit, L /	Program Determined
10	Total-Camber Limit, L /	Program Determined
11	DL Limit, abs	Program Determined
12	Super DL+LL Limit, abs	Program Determined
13	Live Load Limit, abs	Program Determined
14	Total Limit, abs	Program Determined
15	Total-Camber Limit, abs	Program Determined
16	Specified Camber	Program Determined
17	Net Area to Total Area Ratio	Program Determined
18	Live Load Reduction Factor	Program Determined
19	Unbraced Length Ratio (Major)	Program Determined
20	Unbraced Length Ratio (Minor)	0,25
21	Unbraced Length Ratio (LTB)	0,25
22	Effective Length Factor (K1 Major)	Program Determined
23	Effective Length Factor (K1 Minor)	Program Determined

Explanation of Color Coding for Values

- Blue:** All selected items are program determined
- Black:** Some selected items are user defined
- Red:** Value that has changed during the current session

Set To Prog Determined (Default) Values      Reset To Previous Values

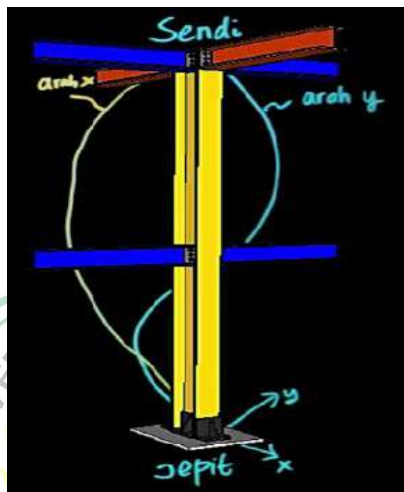
All Items      Selected Items      All Items      Selected Items

Gambar 4.15 Input penambahan pengaku lateral pada elemen struktur

### 1. Kolom

Pada gambar 4.14 kolom tetap ada, tidak mungkin diganti sebab ruang produksi pengolahan sawit sudah jadi. Namun penulis memberikan alternatif

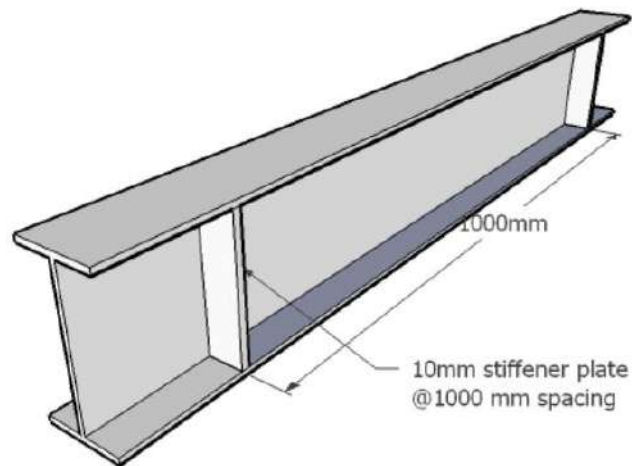
yaitunya, memberikan pengaku lateral terhadap kolom yang *overstress* tersebut . Setelah diberikan pengaku lateral dan di inputkan ke software, hasil menunjukkan kapasitas penampang yang telah ditambahkan tingkat daktilitasnya setiap 1 meter bentangan. Hasilnya menunjukkan beberapa elemen struktur telah memberikan nilai kapasitas dibawah 1,0. Meskipun tidak dapat membuat keseluruhan elemen struktur memenuhi kapasitas, akan tetapi nilai kapasitas struktur yang berlebih sudah berkurang. Adapun contoh pemasangan pengaku lateral terdapat pada gambar 4.16.



Gambar 4.16 Pengaku Lateral Kolom  
Sumber : Google 2024

## 2. Balok

Pada gambar 4.14 balok juga tetap ada, yang mana tidak mungkin diganti sebab ruang produksi pengolahan sawit sudah jadi dan sudah beroperasi mengolah sawit. Namun penulis memberikan alternatif yaitunya, memberikan pengaku lateral terhadap balok yang *overstress*.



Gambar 4.17 Pengaku Lateral Balok

Sumber : *Google 2024*

Hasilnya menunjukkan beberapa elemen struktur telah memberikan nilai kapasitas dibawah 1,0. Meskipun tidak dapat membuat keseluruhan elemen struktur memenuhi kapasitas, akan tetapi nilai kapasitas struktur yang berlebih sudah berkurang.

### 3. Ikatan Angin Pada Dinding Dan Atap



Gambar 4.18 Ikatan Angin Pada Dinding

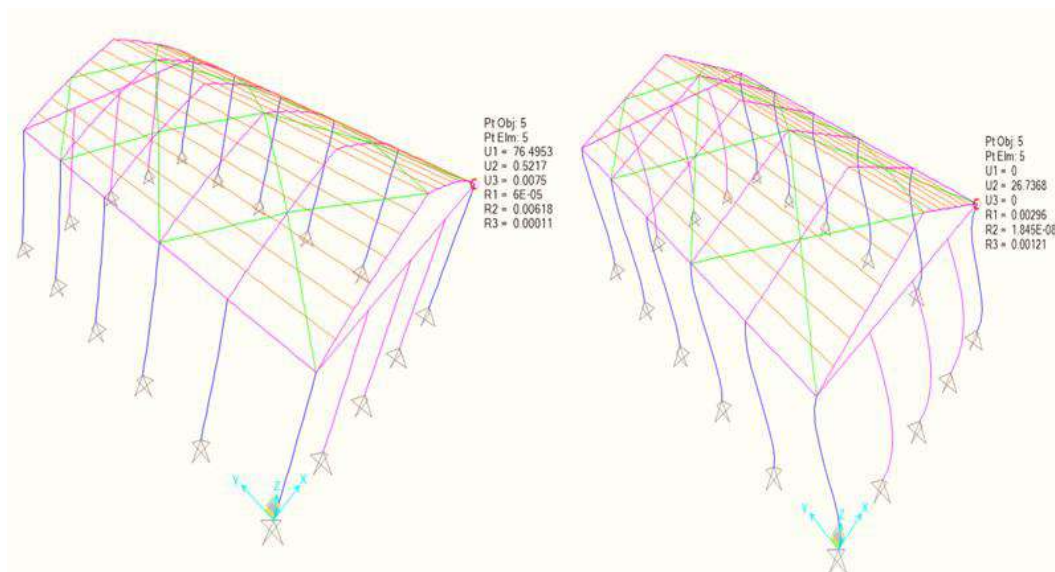
Sumber : *Google 2024*



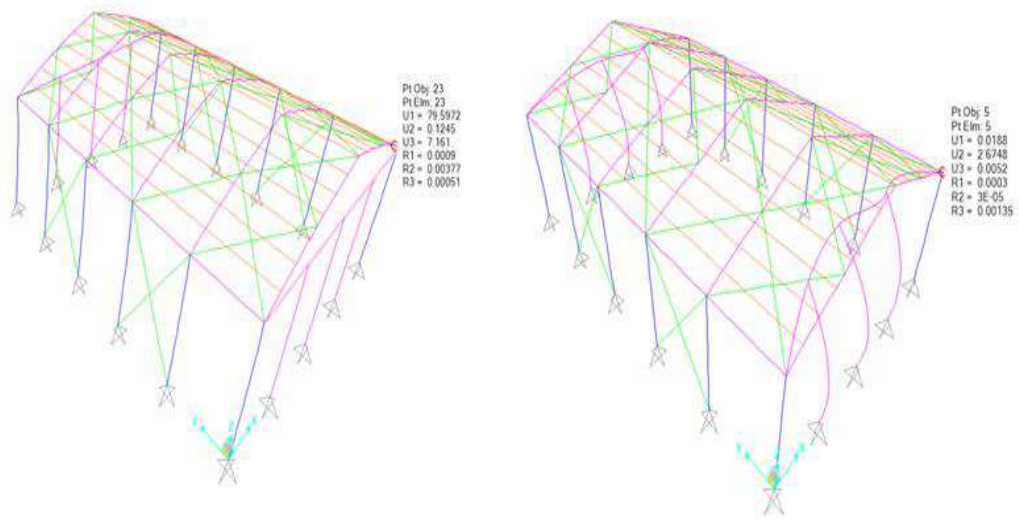
Pada gambar 4.14 menunjukkan daktilitas pada ruang produksi sawit telah bertambah walau tidak semuanya, namun telah memberikan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah pemberian ikatan angin.

#### 4.5.1 Analisis Perilaku Hasil Perkuatan Struktur

Setelah melakukan perkuatan struktur, simpangan bangunan telah memenuhi persyaratan. Berdasarkan tabel 4.5 , dapat dilihat penurunan persentase overstress dari elemen struktur.



Gambar 4.19 Simpangan Bangunan Sebelum Perkuatan Struktur



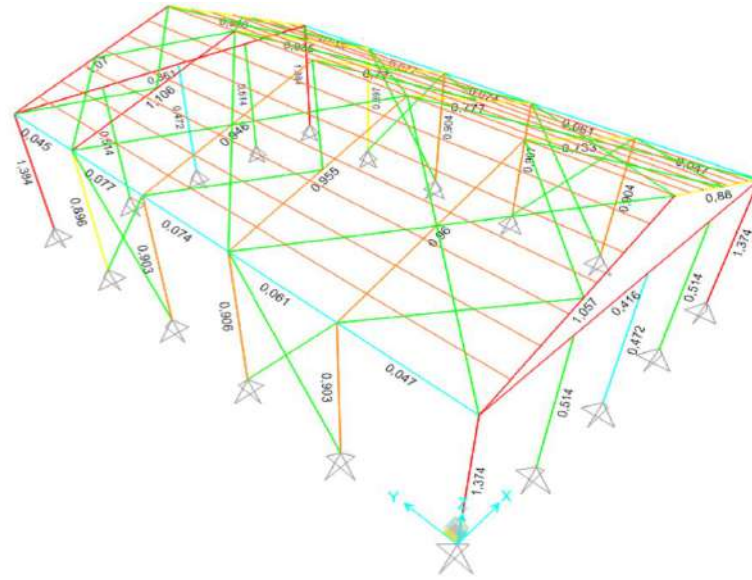
Gambar 4.20 Simpangan Bangunan Setelah Perkuatan Struktur

Tabel 4.5 Hasil Perilaku Struktur Setelah Perkuatan

Arah Simpangan	Sebelum	Sesudah	Persentase
X	76,5	79,59	3,882 %
Y	26,5	26,8	1,119 %

Berdasarkan tabel diatas jelas perbedaan antara sebelum dan sesudah simpangan bangunan, walau hanya kecil tapi telah memberikan kenaikan kekakuan pada elemen struktur ruang produksi pengolahan sawit.

#### 4.5.2 Analisis Kapasitas Struktur Hasil Perkuatan Struktur



Gambar 4.21 Rasio Kapasitas Struktur Setelah Dilakukan Penambahan Daktilitas

Pada gambar diatas menunjukkan kapasitas struktur setelah mengalami perkuatan elemen struktur. Dimana beberapa elemen struktur rasio kapasitasnya telah turun, yang mana awalnya lebih dari 1,00. Pada tabel 4.6 menunjukkan perbedaan antara sebelum dan sesudah perkuatan struktur.

Tabel 4.6 Hasil Rasio Kapasitas Struktur Setelah Perkuatan

Nama Penampang	Sebelum	Sesudah	Persentase
Kolom IWF 250.125.6.9	7,464	0,906	87,861 %
Kolom IWF 250.125.6.9	12,476	1,374	88,986 %
Kolom IWF 250.125.6.9	7,187	0,896	87,533 %
Rafter IWF 200.100.5,5.8	6,98	0,86	87,679 %
Gording CNP 125.50.20.2,3	6,63	0,86	87,028 %

Berdasarkan tabel 4.6 diatas dijelaskan bahwa setelah diberikan ikatan angin dan ikatan pengaku, elemen struktur elemen struktur telah memberikan nilai kapasitas dibawah 1,0. Meskipun tidak dapat membuat keseluruhan elemen struktur memenuhi kapasitas, akan tetapi nilai kapasitas struktur yang berlebih sudah berkurang.



## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

1. Ruang Produksi di Jorong Aek Napal, Nagari Batahan, Kecamatan Ranah Batahan, Kabupaten Pasaman Barat, berdasarkan hasil analisis struktur menunjukkan bahwa simpangan bangunan arah-x tidak memenuhi persyaratan. Rasio kapasitas elemen struktur berada diatas 1,0. Mayoritas mengalami *overstress* untuk menahan beban keseluruhan. Rekomendasi perkuatan yang disarankan yaitunya menambahkan pengaku lateral dan ikatan angin dikarenakan untuk mengganti penampang tidak memungkinkan lagi karena gedung sudah beroperasi.
2. Setelah dilakukan analisis menggunakan *software* SAP 2000 penambahan pengaku lateral dan ikatan angin dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 5.1 Hasil Perilaku Struktur Setelah Perkuatan

Arah Simpangan	Sebelum	Sesudah	Persentase
X	76,5	79,59	3,882 %
Y	26,5	26,8	1,119 %

Berdasarkan tabel 5.1 dijelaskan bahwa Perubahan perilaku struktur setelah perkuatan dilakukan terhadap X yaitunya sebesar 3,882 % dan arazh Y sebesar 1,119 % .

Tabel 5.2 Hasil Rasio Kapasitas Struktur Setelah Perkuatan

Nama Penampang	Sebelum	Sesudah	Persentase
Kolom IWF 250.125.6.9	7,464	0,906	87,861 %
Kolom IWF 250.125.6.9	12,476	1,374	88,986 %
Kolom IWF 250.125.6.9	7,187	0,896	87,533 %
Rafter IWF 200.100.5,5.8	6,98	0,86	87,679 %
Gording CNP 125.50.20.2,3	6,63	0,86	87,028 %

Dari tabel diatas , dapat dilihat perubahan rasio kapasitas struktur setelah dilakukan perkuatan hampir mencapai 100%, walaupun tidak mencapai 100 % tetapi telah memberikan nilai rasio kapsitas yang berlebihan berkurang.

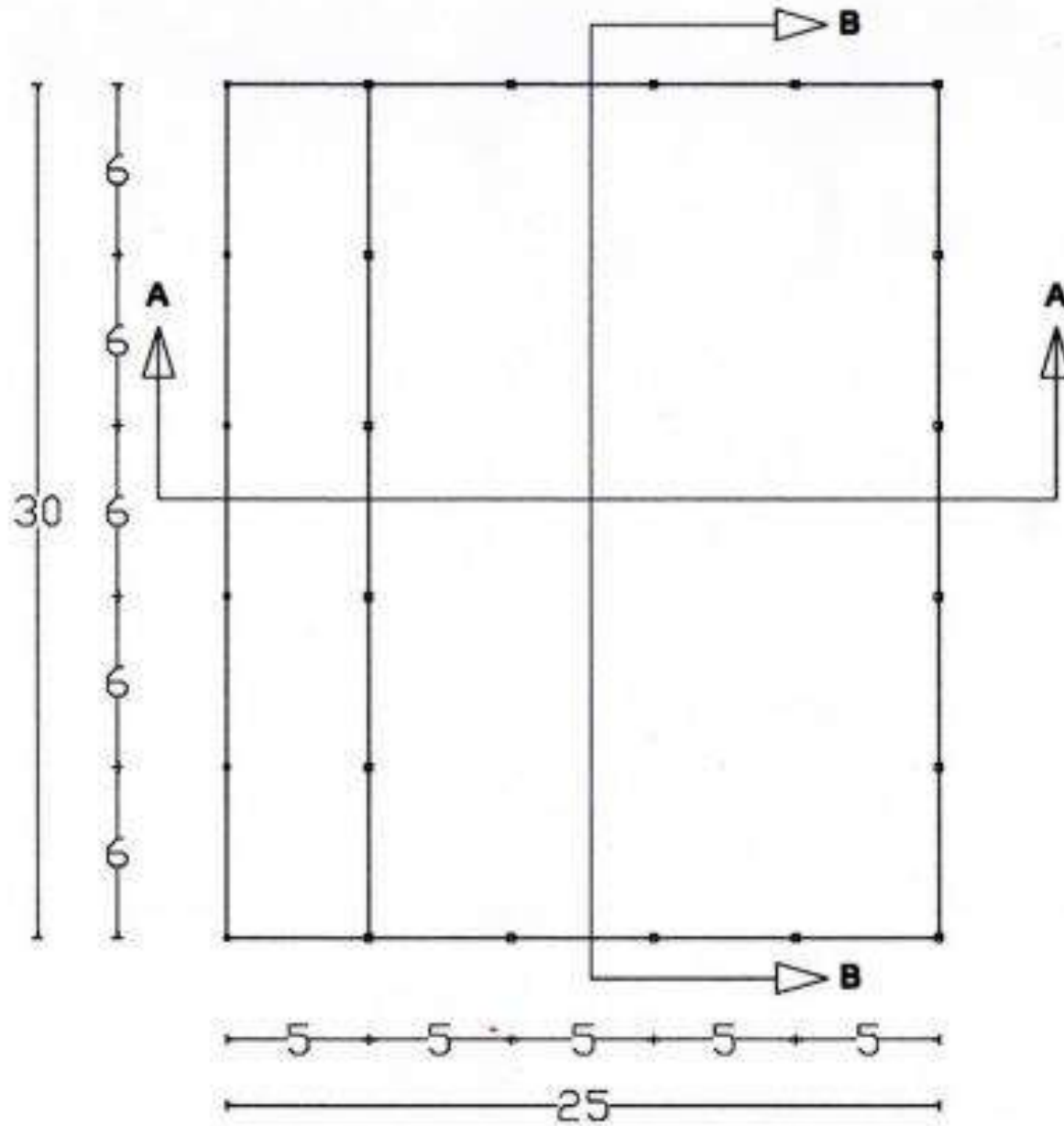
## 5.2 Saran

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis hanya mengevaluasi ruang produksi pengolahan sawit dengan menggunakan *software* SAP 2000. Namun hasil yang diperoleh belum sepenuhnya memastikan apakah metode ini dapat digunakan sepenuhnya, oleh karena itu penulis menyarankan beberapa hal yang dapat digunakan untuk memperbaiki dan pengembangan studi selanjutnya, yaitu :

1. Menghitung penampang yang perlu digunakan jika owner ingin memperkuat struktur bangunan.
2. Menghitung perkuatan joint / sambungan baja pada struktur bangunan.

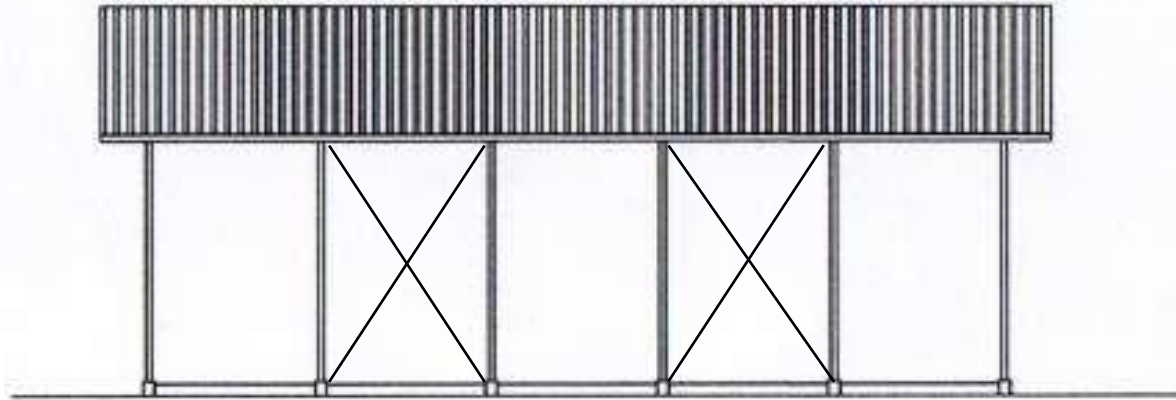
## DAFTAR PUSTAKA

- Arissaputra, Sofian, F. E. (2023). EFEKTIVITAS PERKUATAN STRUKTUR AULA DENGAN METODE EVALUASI STRUKTUR. *ASTRAtech*, 14(2).
- Batara, I. (2021). *Contoh Desain Struktur Bangunan dengan SAP2000*.
- BSN. (2015). *Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*.
- Fahri, Misbakhul. Yudhi Arnandha , Dwi Sat Agus Yuwana, T. M. W. (2022). EVALUASI STRUKTUR RANGKA BAJA PADA GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS TIDAR BERDASARKAN SNI-1729-2015. *Bangun Rekaprima*, 08(2), 29–39.
- Fahri, M. (2022). *EVALUASI STRUKTUR RANGKA BAJA PADA GEDUNG PARKIR UNIVERSITAS TIDAR BERDASARKAN SNI-1729-2015*.
- Nella, C., Muttaqin, A., & Mochammad, H. (2019). Analisis Kegagalan Struktur Ruang Aula Gedung Serbaguna Kabupaten Pidie Jaya. *Journal of The Civil Engineering Student*, 1(3), 64–70.
- Pratama, A. (2023). *EVALUASI STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS HUKUM UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT*.
- Prihandoyo, R. (2021). *Evaluasi Pengaruh Dilatasi pada Gedung Baja Empat Lantai terhadap Beban Gempa menggunakan Metode Statik Pushover*.
- Sahlan. (2015). *KEGAGALAN PATAH MATERIAL PADA KONSTRUKSI BAJA*. 7(2), 118–121.
- Tampubolon P, S. (2021). *Buku Materi Pembelajaran Struktur Baja-I*.
- WIJAYA, A. L. (2022). *EVALUASI KELAYAKAN BANGUNAN PABRIK DENGAN STRUKTUR BAJA TERHADAP GETARAN MESIN*.

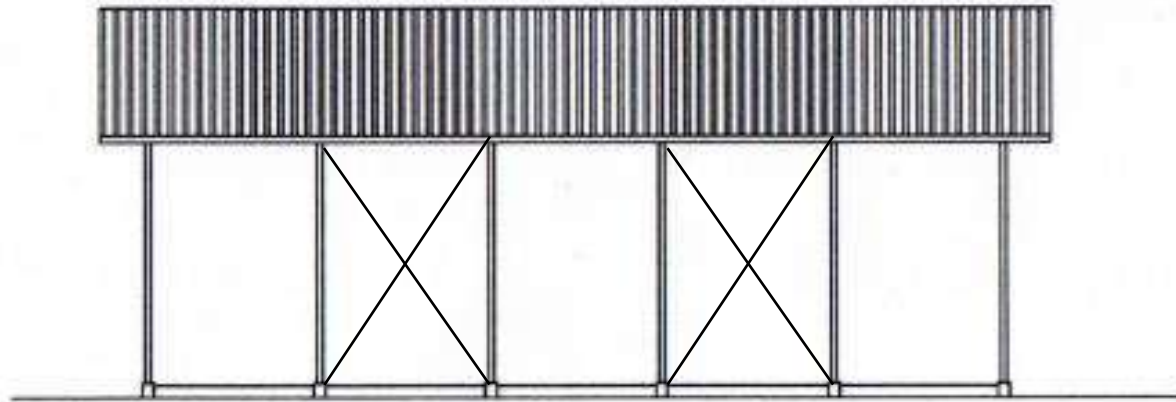


**DENAH RUANGAN**  
**1:300**

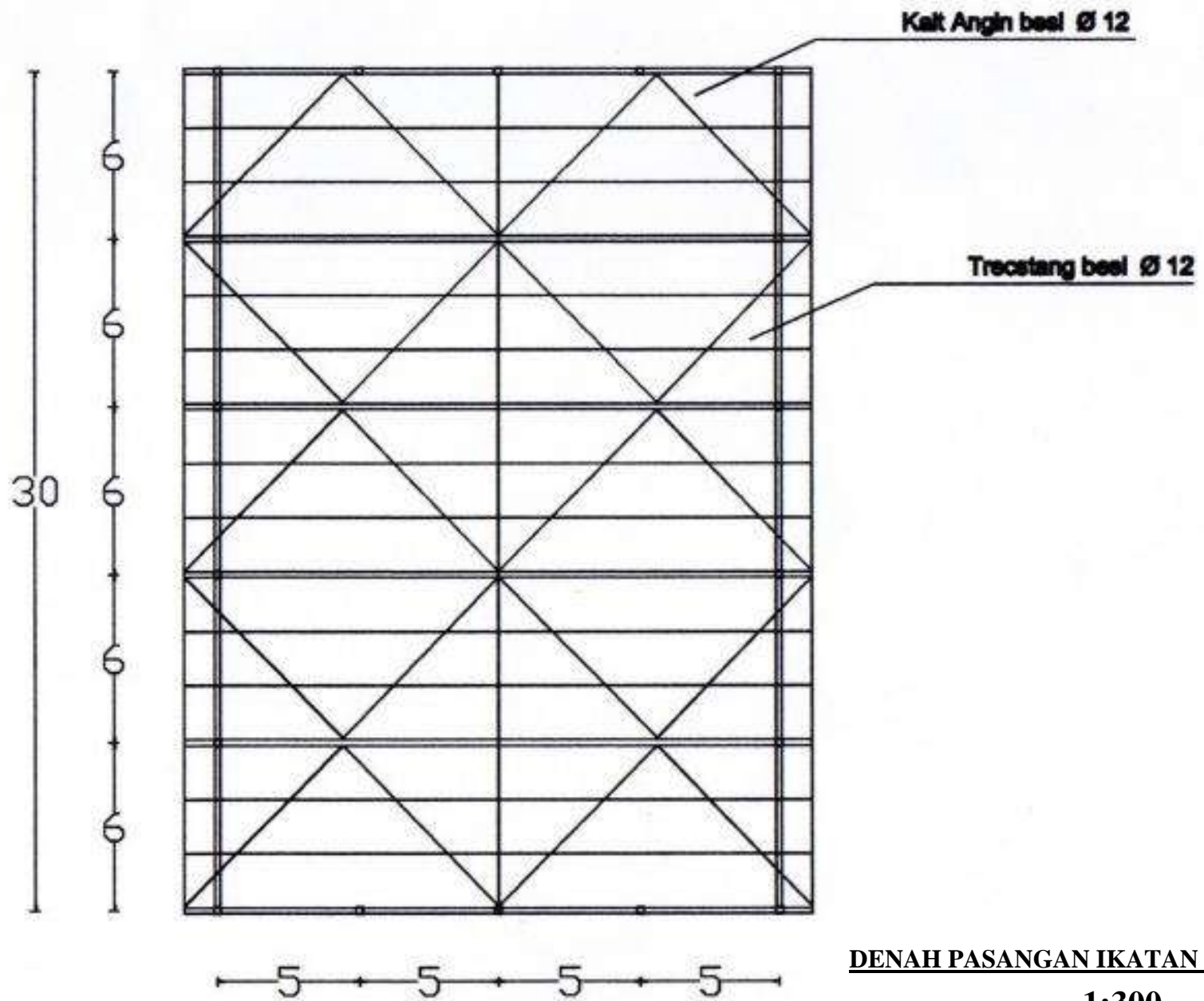




**TAMPAK SAMPING KIRI**  
**1:300**

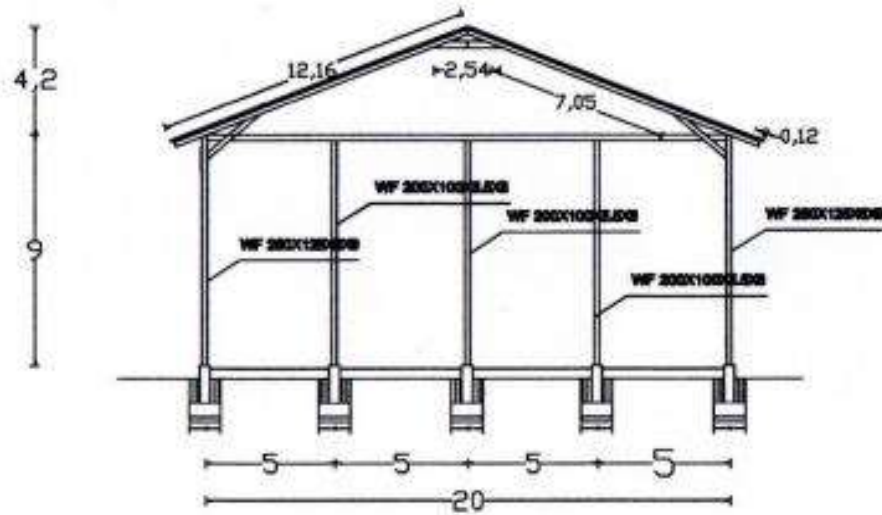


**TAMPAK SAMPING KANAN**  
**1:300**

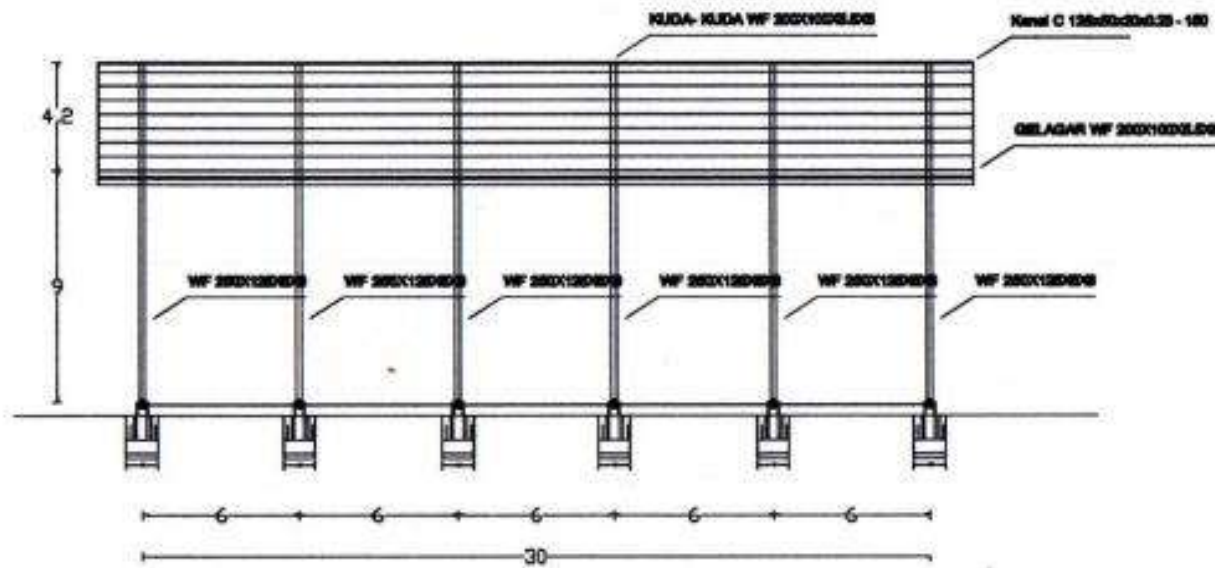


DENAH PASANGAN IKATAN ANGIN ATAP

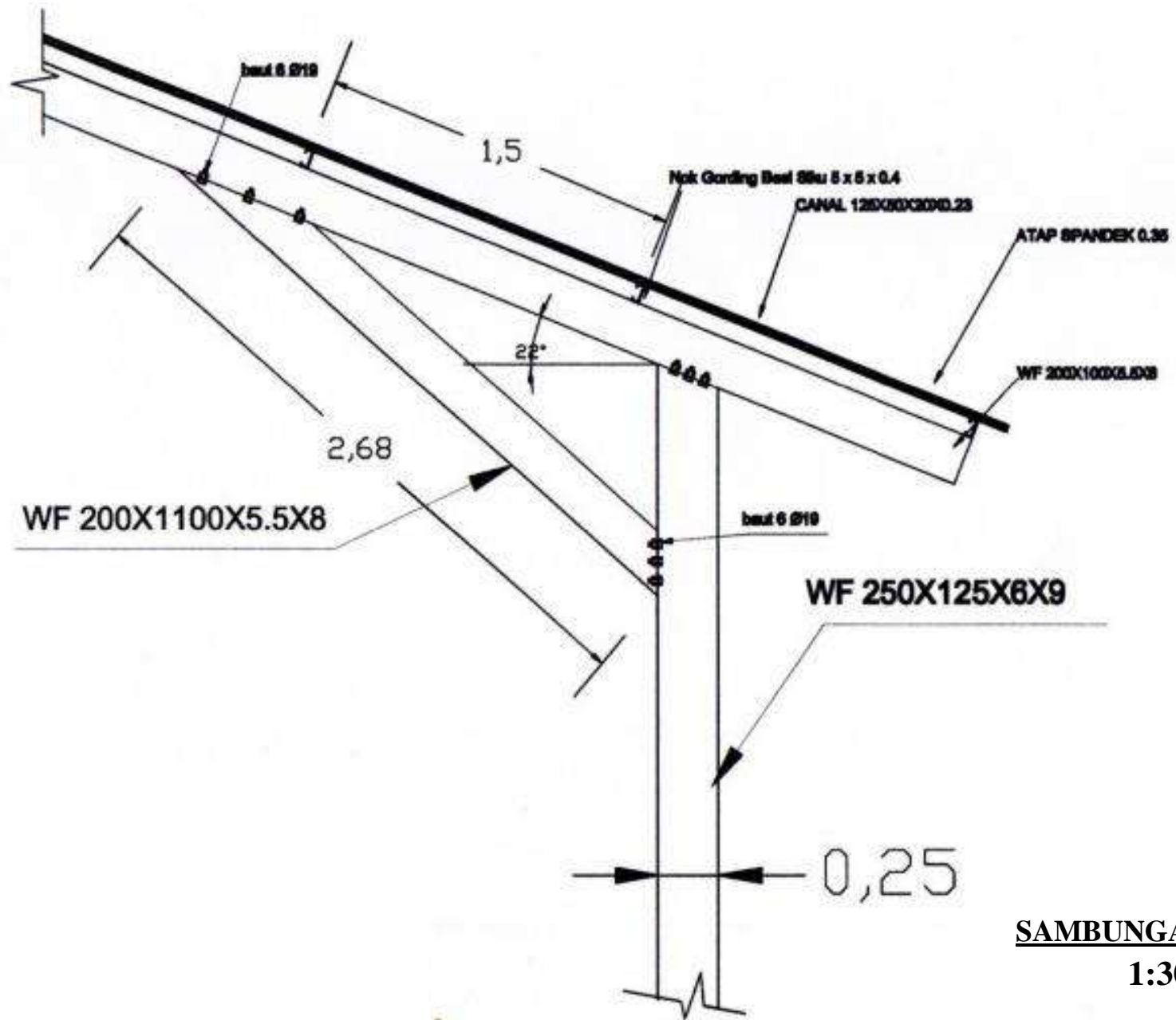
1:300



**POTONGAN A-A**  
**1:300**



**POTONGAN B-B**  
**1:300**

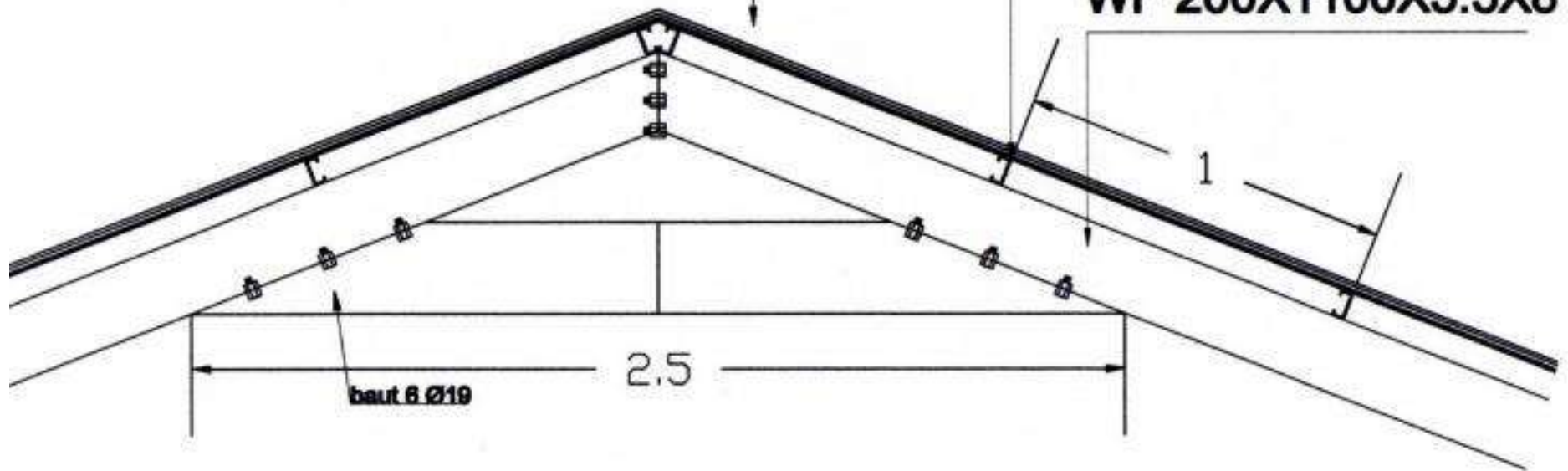


**SAMBUNGAN SUDUT**  
**1:300**

**ATAP SPANDEK 0.35**

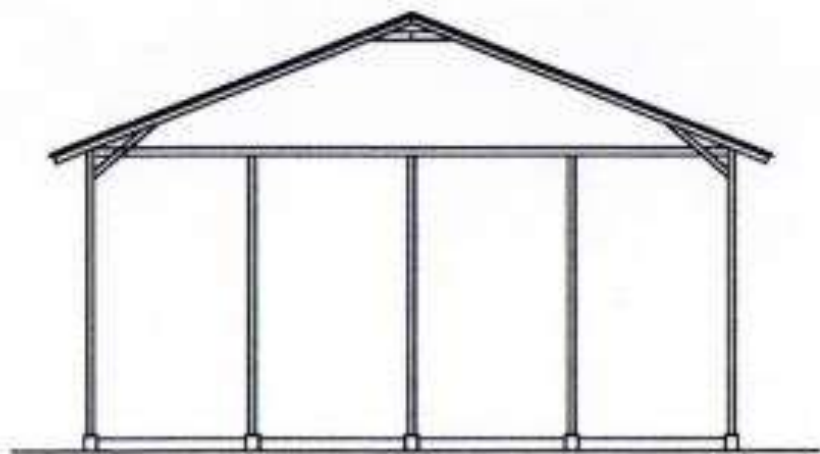
**CANAL 125X50X20X2.3**

**WF 200X1100X5.5X8**



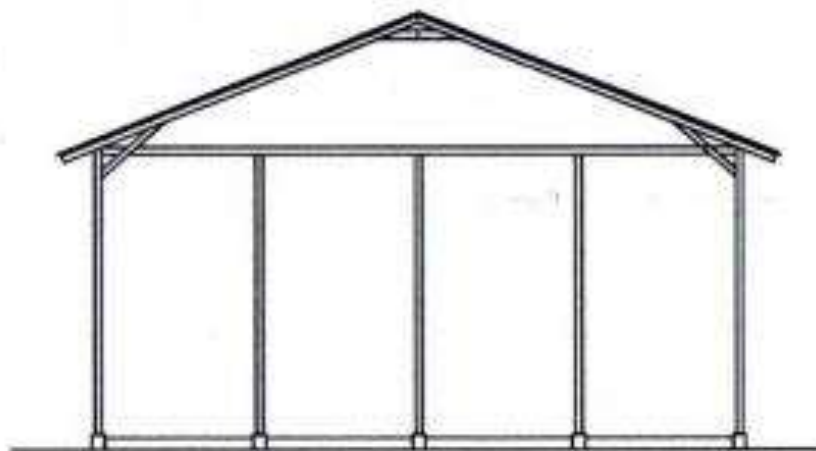
**SAMBUNGAN ATAS**

**1:300**



**TAMPAK DEPAN**

**1:300**



**TAMPAK BELAKANG**

**1:300**



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi. (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.unsmb.ac.id](http://www.ft.unsmb.ac.id) Email: [fakultasteknik@unsmb.ac.id](mailto:fakultasteknik@unsmb.ac.id)

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Bunga Ikhlan Fadila Lisyia
NIM	:	20180028
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	Deddy Kurniawan, ST. MT
Pembimbing II	:	Asyia Nurhafidah Habiruh, S.ST., M.Eng
Judul	:	Evaluasi STRUKTUR Ruang Produksi di Jorong Aek Napat, Nagari Batahan, Pasaman Barat.

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	09/01-2024	- Perbaiki yang terkorupsi - Lanjutkan		
2.	22/04-24	- Perbaiki bab 2 - Perbaiki bab 3.		
3.		- Bab 1 ok.		
4.	22/01-24.	lanjutan.		
5.		Acc sempro. 22/01-2024.		
6.				
7.	25/04-24	- Bab 1 ok. - Bab 2 Perbaiki sedikit		
8.		- Bab 3 — " —		
9.		Acc sempro 25/04/24		
10.				

Catatan :

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik.....,

NIDN.....



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Air Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.umhsb.ac.id](http://www.umhsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umhsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umhsb.ac.id)

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	BUNGA IKHSAN FAQUILA LISYA
NIM	:	20180028
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	DEDDY KURNIAWAN, S.T., M.T
Pembimbing II	:	ASIYA NURHASANAH HABIKUN, S.ST., M.Eng
Judul	:	EVALUASI STRUKTUR RUANG PRODUKSI PENGOLAHAN SAWIT DI JORONG AEK NAPAL, Nagari BATAHAN, PASAMAN BARAT.

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	02/07/24	- Perbaiki SAP - lanjutkan laporan		<i>Asiya</i>
2.	28/06-24	- lanjutkan	<i>DD</i>	
3.	03/07/2024	- Perbaiki BAB 4 - lanjutkan BAB 5		<i>Asiya</i>
4.	1/07/2024	- perbaiki tabel		
5.		- lengkapi sesuai format	<i>DD</i>	
6.		- lampiran dilengkapi		
7.	5/07-2024	- Acc sama hari	<i>DD</i>	
8.	5/07-24	• Perbaiki Bagan Alir. • Perbaiki bab kesalahan		
9.		• cek plagiat		
10.		• ACC SEMINAR HASIL I.		<i>Asiya</i>

- Catatan:
- Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
  - Dapat diperbanyak bila diperlukan

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik.....,

.....

NIDN. ....





**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2024

Nama : **Bunga Ikhsan Faqila Lisya**  
NIM : 20180028  
Judul Skripsi : Evaluasi Struktur Ruang Produksi Pengolahan Sawit di Jorong Aek  
Napal Nagari Batahan Kabupaten Pasaman Barat

Catatan Perbaikan :  
.....  
- perbaikan kerangka  
- lengkapi lapiran  
- Detail sambungan balok ada  
.....  
Acc  
15/07/2024  
.....  
.....

Ketua Penguji,


**Ir. Deddy Kurniawan, S.T., M.T.**  
NIDN. 1022018303



**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2024

Nama : **Bunga Ikhsan Faqila Lisya**  
NIM : 20180028  
Judul Skripsi : Evaluasi Struktur Ruang Produksi Pengolahan Sawit di Jorong Aek  
Napal Nagari Batahan Kabupaten Pasaman Barat

Catatan Perbaikan :  
ACC Kompro  
  
15/08/24.

Sekretaris/Penguji,



**Asiya Nurhasanah Habirun, S.ST., M.Eng.**  
NIDN. 1022119101

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2024

Nama : **Bunga Ikhsan Faqila Lisya**  
NIM : 20180028  
Judul Skripsi : **Evaluasi Struktur Ruang Produksi Pengolahan Sawit di Jorong Aek  
Napal Nagari Batahan Kabupaten Pasaman Barat**

Catatan Perbaikan :  
1. kumpang, sy penerisa esai ada.  
2. penerli' klong pale, kay sa? aban  
catak sat gila

*Keruy Bayra*  
*19/8/24*

Penguji,



**Zuheldi, S.T., M.T.**  
NIDN. 1025047001



**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2024

Nama : **Bunga Ikhsan Faqila Lisya**  
NIM : 20180028  
Judul Skripsi : **Evaluasi Struktur Ruang Produksi Pengolahan Sawit di Jorong Aek  
Napal Nagari Batahan Kabupaten Pasaman Barat**

Catatan Perbaikan :  
- Kesimpulan A sama diperbaiki lagi.  
- Batasan diperbaiki lagi.  
- Abstrak diperbaiki lagi.  
- Perbaiki lagi D. pustaka.  
- D. Isi di buat nomor.

Selpa Dewi  
ACC 15-08-2024

Penguji,

**Selpa Dewi, S.T., M.T.**  
NIDN. 1011097602