

Analisis Perbandingan Metode Konvensional Dengan Metode Bangunan Pra Rekayasa Pada Proyek Pembangunan Pabrik Pelet Kayu

Wisnu Maulana, S.T ^{a,1,*} Prof. Dr. Ir. Fitri Yuli Zulkifli, ST., MSc., IPU ^{b,2}, Seto Wahyudi, Ph.D. ^{b,3}

^aWisnu Maulana, Jl. Neva No. 22, Tangerang 15334

¹executive.wisnu@gmail.com

^{*}Wisnu Maulana

ABSTRACT

Infrastruktur merupakan salah satu aspek penting sebagai penunjang pembangunan untuk meningkatkan pendapatan perkapita masyarakat. Salah satu bentuk pembangunan yang dapat meningkatkan hal tersebut adalah Pabrik. Pembangunan pabrik harus dilakukan dengan efektif dan efisien agar menghasilkan bangunan infra dengan kualitas yang baik dengan biaya yang efisien. Perbandingan metode bangunan konvensional dan bangunan pra rekayasa pada pembangunan Pabrik *Wood Pellet Mill* sebagai tahap perencanaan untuk mencapai hasil yang efektif dan efisien. Metode berfokus pada struktur atas bangunan, analisis kolom dan rangka atap. Tujuannya adalah untuk menentukan metode yang paling sesuai berdasarkan faktor-faktor seperti kekuatan struktural, waktu fabrikasi dan pemasangan, serta pertimbangan anggaran. Dapat disimpulkan metode yang mampu menjawab solusi untuk pengurangan biaya adalah metode bangunan pra rekayasa dengan hasil mampu mereduksi penggunaan baja sebesar 31%, sedangkan metode konvensional mampu mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan.

ABSTRACT

Infrastructure is one of the important aspects to support development to increase people's per capita income. One form of development that can improve is Factory. Factory construction must be done effectively and efficiently in order to produce infra buildings with good quality at an efficient cost. Comparison of conventional and pre-engineered building methods in the construction of a Wood Pellet Mill Factory as a planning stage to achieve effective and efficient results. The method focuses on the upper structure of the building, the analysis of columns and the roof truss. The goal is to determine the most suitable method based on factors such as structural strength, fabrication and installation time, and budget considerations. It can be concluded that the method that is able to answer the solution for cost reduction is the pre-engineered building method with the result of being able to reduce the use of steel by 31%, while conventional methods are able to shorten time of implementation work.



KATA KUNCI

Infrastruktur pabrik_1
Metode konvensional_2
Metode pra rekayasa_3
Bangunan baja_4
Efektif dan efisien_5

KEYWORDS

Factory infrastructure_1
Conventional methods_2
Pre-engineered methods_3
Steel buildings_4
Effective and efficient_5



This is an open-access article under the CC-BY-SA license

1. Pendahuluan

Infrastruktur merupakan salah satu aspek penting dalam dunia konstruksi untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Infrastruktur itu sendiri terdapat banyak jenisnya, salah satu contohnya adalah infrastruktur bangunan pabrik sebagai salah satu pendukung pertumbuhan ekonomi Indonesia. Laju infrastruktur sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia yang dapat mempengaruhi kenaikan pendapatan per kapita suatu masyarakat di daerah setempat. Pembangunan infrastruktur dengan material baja adalah salah satu alternatif yang dapat digunakan agar pembangunan lebih efektif dan efisien.

PT Zekon Indonesia merupakan salah satu perusahaan *Engineering, Procurement, dan Construction (EPC)* mendapatkan *award* untuk melakukan “Pembangunan Pabrik Kayu Pelet (*Wood Pellet Mill Plant*) Paser, Kalimantan Timur [1]. Pembangunan pabrik ini menggunakan struktur baja, dimana kelebihan dari struktur baja itu sendiri dapat menghemat tenaga kerja dan waktu pekerjaan.

Selain kelebihan tersebut, struktur baja juga menyimpan kekurangan yaitu biaya yang relatif mahal. Proyek ini dikerjakan dalam waktu tujuh bulan untuk fase desain dan lima bulan untuk fase konstruksi, dengan jadwal pelaksanaan pekerjaan yang cukup singkat dan biaya yang terbatas tersebut Penulis memiliki ide untuk melakukan analisis perbandingan metode konvensional dan metode bangunan pra rekayasa guna mendapatkan hasil yang efektif dan efisien dalam pembangunan pabrik kayu pelet.

Pemilihan metode ini ditentukan berdasarkan kekuatan struktur terhadap beban – beban yang bekerja pada elemen struktur yang direncanakan baik dari metode konvensional maupun metode bangunan pra rekayasa, efektifitas dari segi waktu fabrikasi dan pemasangan hingga anggaran biaya yang akan dikeluarkan untuk menyelesaikan proyek.

2. Bahan dan Metode

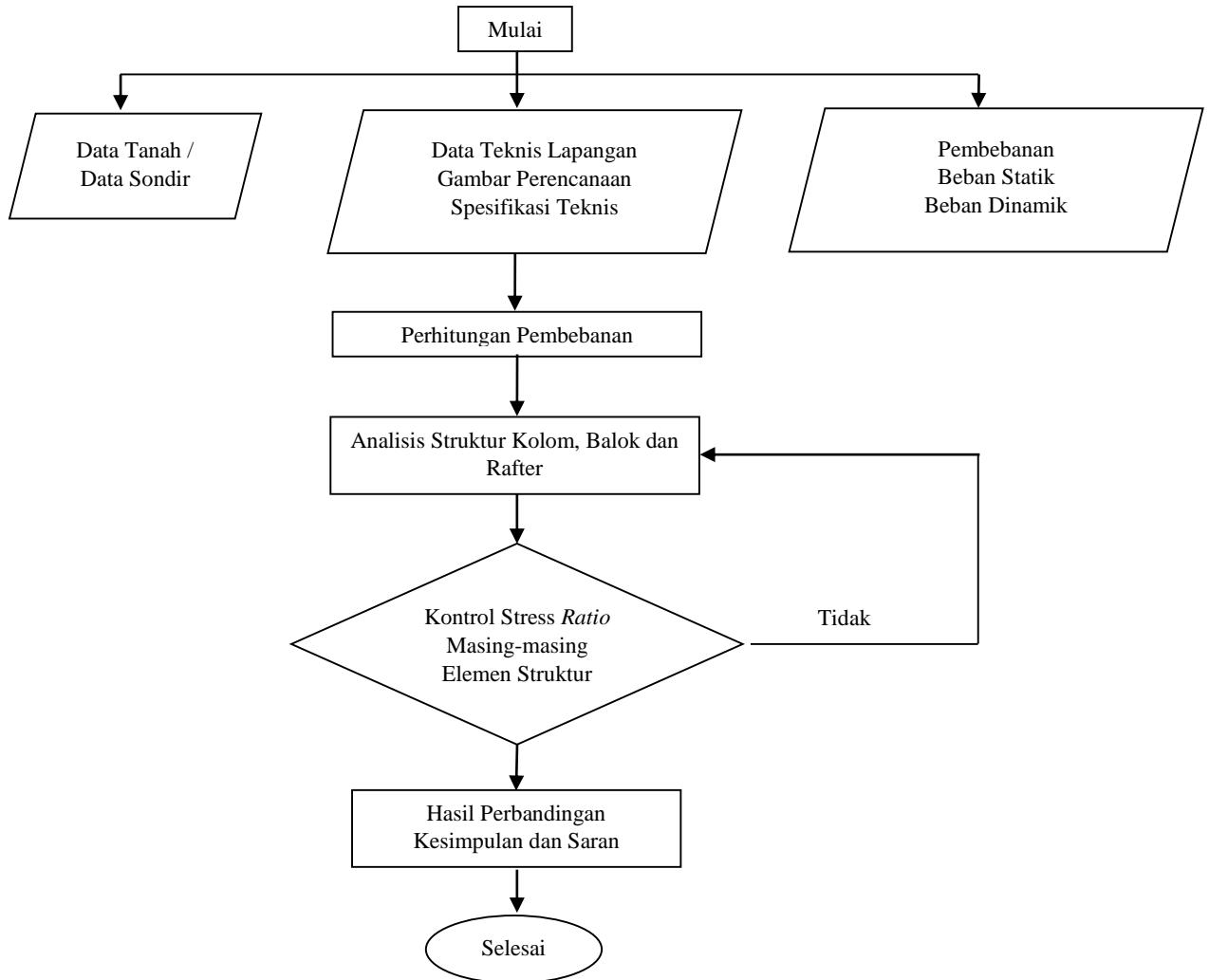
Objek analisis ini adalah Pabrik Kayu Pelet (*Wood Pellet Mill Factory*) PT. Jaya Bumi Paser (Indika Group) sebagai pemilik. Lokasi pabrik ini di berada di Kab. Paser, Kalimantan Timur. Analisis yang digunakan yaitu perbandingan antara metode konvensional dan analisis dengan metode bangunan pra rekayasa.

2.1 Metode Konvensional

Metode konvensional direncanakan menggunakan profil baja yang sudah di fabrikasi umum. Prosedur perhitungan dalam analisis metode konvensional adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data Tanah
Pengumpulan data yang dilakukan adalah pengumpulan Data tanah atau data sondir dimana perolehan data tersebut dihasilkan dari investigasi tanah yang dilakukan di area yang akan dibangun.
2. Pengumpulan Data Teknis Lapangan, Gambar Perencanaan dan Spesifikasi Teknis
Data lainnya yang harus dipersiapkan adalah data teknis lapangan yang memuat pengukuran atau survey topografi dan kontur, selanjutnya hasil dari pengukuran tersebut akan direncanakan sketsa bangunan sebagai acuan dalam menghitung elemen struktur lainnya. Pada tahap perhitungan elemen struktur, spesifikasi teknis akan memberikan koridor terhadap perhitungannya.
3. Pembebanan Statik dan Dinamik
Beban statik dan dinamik harus didefinisikan dari awal sebagai langkah untuk menghitung beban – beban yang bekerja. Hal ini akan memuat beban – beban seperti beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban – beban dinamik lainnya sesuai dengan rencana pembangunan pabrik pelet kayu.
4. Perhitungan Pembebanan
Perhitungan pembebanan dilakukan untuk mengetahui gaya – gaya dalam yang bekerja dalam bangunan tersebut, sehingga menghasilkan beban rencana yang nantinya akan dilanjutkan dengan penampang yang digunakan.
5. Analisis Struktur Kolom, Balok dan Rafter
Analisis struktur kolom, balok dan rafter merupakan bagian yang krusial, dimana pemilihan atas ukuran dari baja profil yang akan digunakan sesuai dengan perhitungan pembebanan yang telah dilakukan.
6. Kontrol Stress Rasio masing – masing Elemen Struktur
Kontrol terhadap elemen struktur yang telah direncanakan ditujukan untuk pengecekan terhadap kapasitas elemen struktur yang ada harus lebih tinggi dibandingkan dengan beban – beban yang bekerja pada elemen struktur tersebut. Jika elemen struktur tidak mampu untuk menahan beban – beban yang bekerja maka elemen struktur tersebut harus diganti dengan ukuran yang lebih besar.

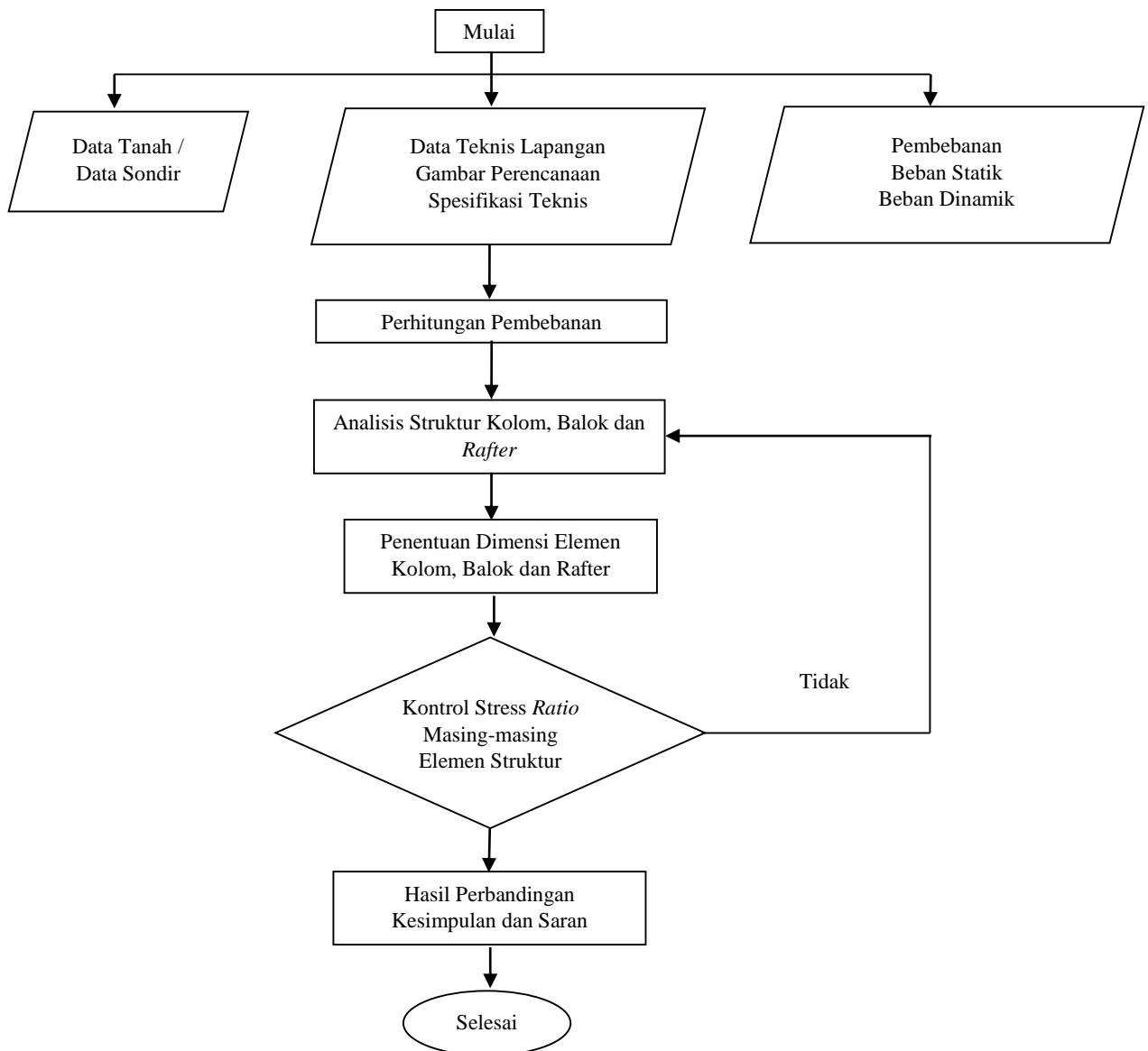
Adapun berikut ini dalam Gambar. 1 diagram alir metode konvensional :



Gambar. 1. Diagram Alir Metode Konvensional

2.2 Metode Bangunan Pra rekayasa

Prosedur perhitungan metode bangunan pra rekayasa hampir sama dengan metode konvensional, perbedaan yang signifikan terjadi pada prosedur pemilihan elemen struktur kolom, balok dan rafter. Pada metode bangunan pra rekayasa, elemen struktur difabrikasikan kembali dengan dasar ukuran yang sesuai dengan beban – beban yang bekerja pada elemen struktur tersebut. Modifikasi inilah yang membuat metode bangunan pra rekayasa menghasilkan baja yang lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional. direncanakan menggunakan modifikasi pada ketebalan profil baja, Adapun berikut ini dalam Gambar. 2 diagram alir metode pra rekayasa :



Gambar. 2. Diagram Alir Metode Pra rekayasa

2.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperlukan untuk melakukan pembahasan analisis dengan rincian sebagai berikut :

1. Data Tanah atau Data Sondir

Data tanah dilakukan untuk menentukan karakteristik tanah. Investigasi tanah diperlukan untuk mendapatkan data sondir tanah dan *bore log* [2].

2. Data Teknis Lapangan, Gambar Perencanaan dan Spesifikasi Teknis

Data teknis lapangan terkait dengan gambaran umum suatu proyek tersebut menunjukkan lokasi proyek, gambar perencanaan digunakan sebagai acuan yang digunakan tim lapangan dalam membangun proyek serta spesifikasi teknis adalah hal yang penting agar bahan-bahan dan standar sesuai dengan yang telah di rencanakan.

3. Pembebanan Beban Statik dan Dinamik

Pembebanan statik dan beban dinamik adalah kajian awal yang digunakan terhadap kekuatan bangunan dalam untuk menentukan batasan beban yang diizinkan.

Adapun dibawah ini data-data yang dihasilkan dari tahap pengumpulan data :

Data bangunan :

- Fungsi Bangunan : Pabrik
- Tinggi Bangunan : 15,645 meter
- Lokasi : Kab, Paser – Kalimantan Timur
- Sistem Struktur : Rangka Baja Pemikul Momen Biasa
- Material : Profil Baja
- Jenis Tanah : Tanah Lunak (SE) [3]

Data Pembebanan :

- Beban mati :
 - Beban material profil baja= 78,5 kN/m³ [4]
 - Beban atap = 0,075 kN/m [5]
- Beban hidup :
 - Beban hidup atap = 1,125 kN/m [6]
- Beban gempa :
 - Percepatan Tanah Puncak (PGA)= 0.263 g [7]
 - Percepatan Respon Spektral Periode Pendek (SS)= 0,619 g [7]
 - Percepatan Respon Spektral Periode 1 detik (S1)= 0,213 g [7]
 - Peta Transisi Periode Panjang (TL)= 6 detik [7]
 - Kategori Desain = D [8]

Parameter Sistem Struktur

Sistem struktur yang direncanakan pada perencanaan ini adalah sistem struktur rangka baja pemikul momen biasa, karena struktur hanya satu tingkat.

- a. Koefisien Modifikasi Respon (R): 3,5 [9]
- b. Faktor Kuat Lebih Sistem (Ω_0): 3 [9]
- c. Faktor Pembesaran Defleksi (C_d)

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah melakukan serangkaian analisis, dalam bab ini akan disajikan hasil-hasil yang diperoleh dari analisis metode konvensional dan metode pra rekayasa. Analisis struktur yang didapat meliputi rasio kapasitas, total tonase pada struktur, hasil tersebut didapat dari proses analisis menggunakan *software* ETABS.

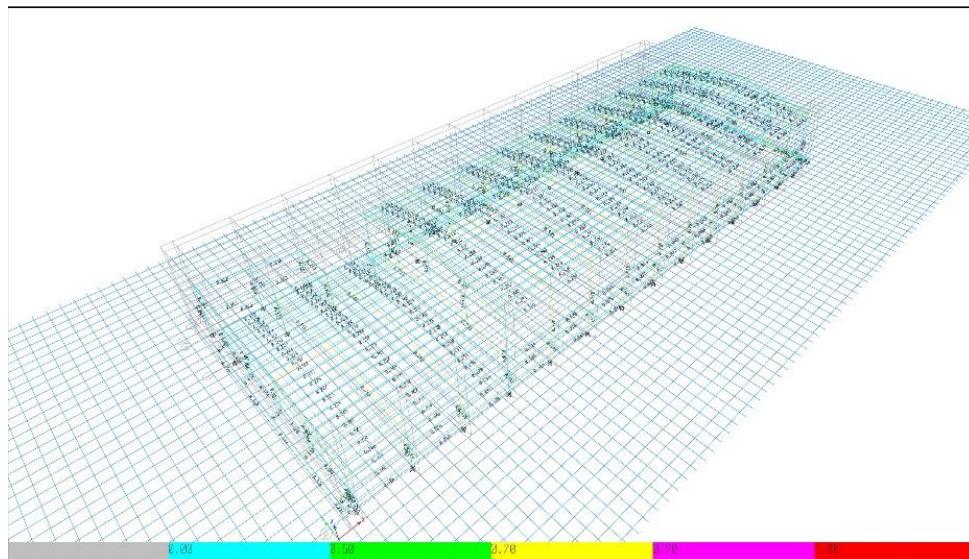
3.1. Metode Konvensional

Analisis ini digunakan dengan bantuan *software* ETABS dan mengacu seluruh parameter yang tertuang dalam SNI 1726 – 2019, ASCE 7 – 16 dan SNI 1729 – 2020. Analisis metode konvensional dibagi menjadi 5 tahap yaitu sebagai berikut :

1. Pengecekan Rasio Interaksi Gaya Aksial dan Momen ($P - M$ Interaction Ratios)

Gambar. 3 adalah hasil pengecekan rasio interaksi aksial dan momen yang menunjukkan 80% bangunan ada pada batas optimal, dengan ketentuan warna hasil rasio sebagai berikut :

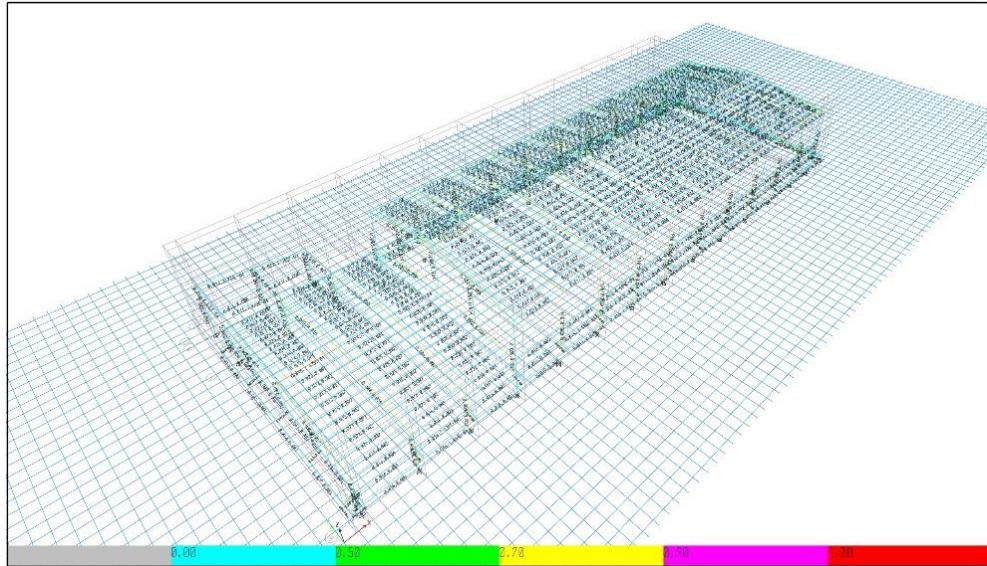
- Warna biru muda berada pada rasio 0,00 – 0,50,
- Warna hijau berada pada rasio 0,50 – 0,70,
- Warna kuning berada pada rasio 0,70 – 0,90,
- Warna ungu berada pada rasio 0,90 – 1 dan
- Warna merah berada pada rasio lebih dari 1.



Gambar. 3. Rasio Interaksi Gaya Aksial dan Momen ($P - M$ Interaction Ratio)

2. Hasil Pengecekan Rasio Gaya Geser Baja (*Steel Shear Ratio*)

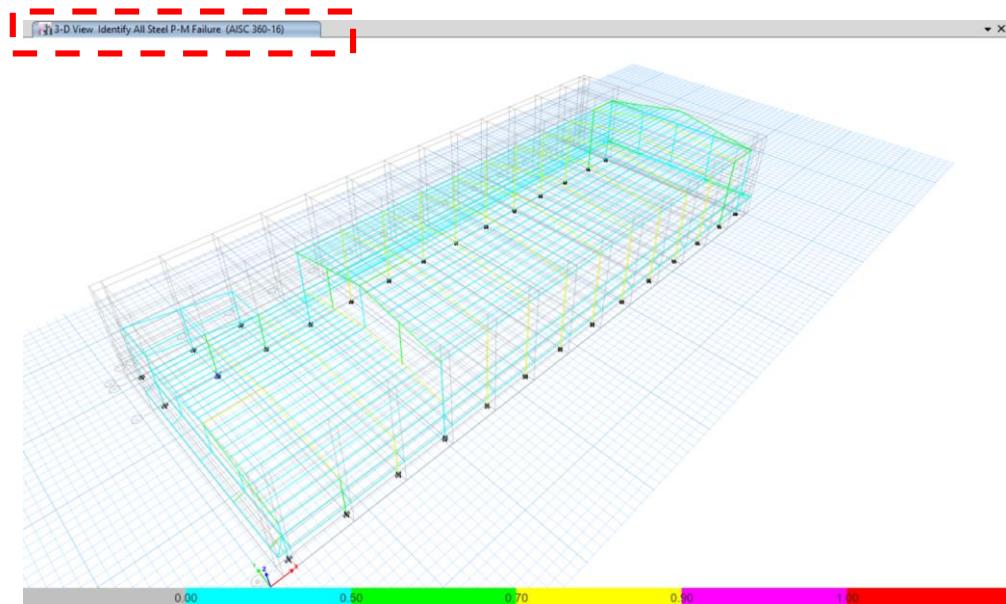
Output pengecekan ini yaitu elemen yang direncanakan harus memiliki kapasitas penampang yang lebih besar dibanding gaya geser yang bekerja. Gambar. 4 menunjukkan hasil running analisis pada *software* ETABS menunjukkan bahwa elemen-elemen yang telah direncanakan sudah sesuai dan memenuhi kriteria desain.



Gambar. 4. Rasio Gaya Geser Baja (*Steel Shear Ratio*)

3. Identifikasi Kegagalan Aksial Momen

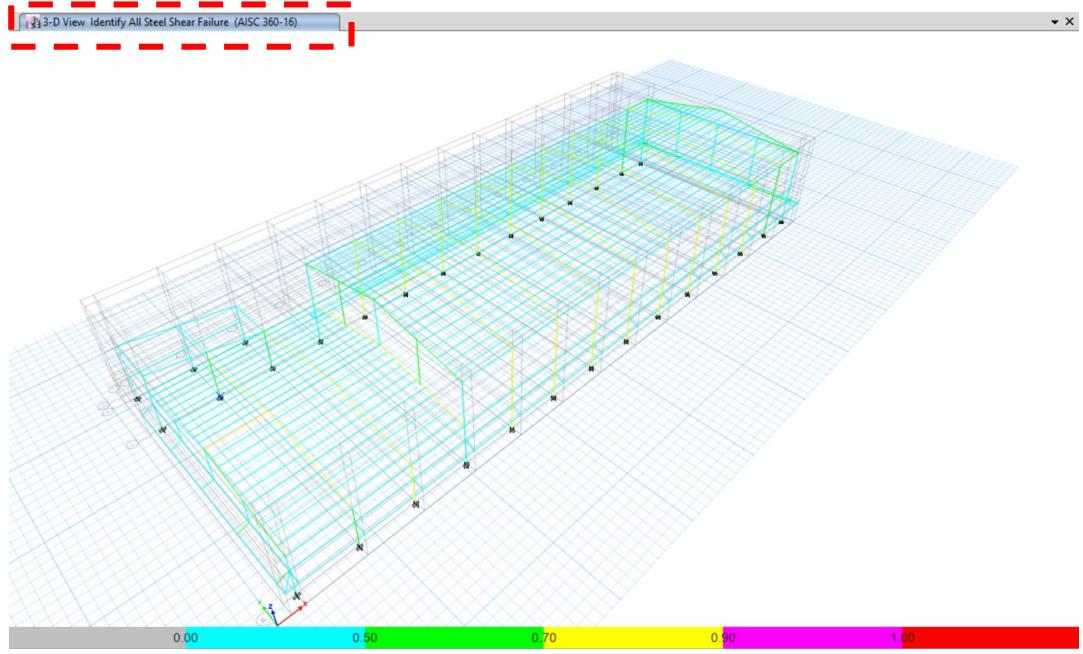
Kegagalan aksial momen dapat dikatakan apabila rasio menunjukkan nilai 1. Gambar. 5 menunjukkan bahwa seluruh elemen struktur tidak mengalami kegagalan yang disebabkan gaya aksial dan momen.



Gambar. 5. Identifikasi Kegagalan terhadap Gaya Aksial dan Momen

4. Identifikasi Kegagalan Gaya Geser

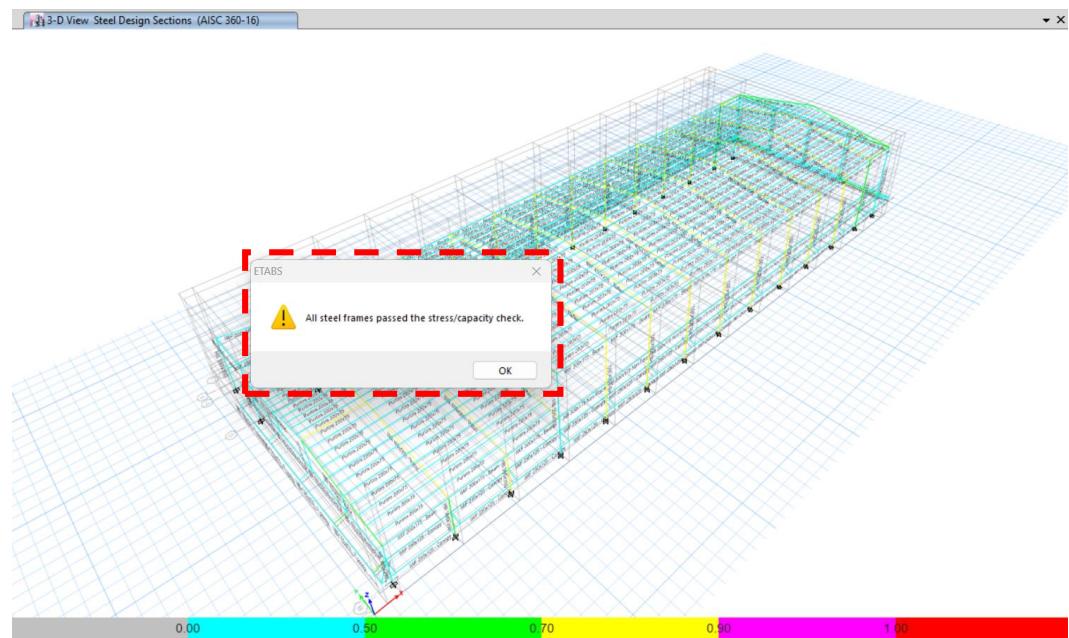
Elemen struktur berada di rentang nilai 0,50 – 0,70 dan di rentang 0,70 – 0,90, sehingga pada Gambar 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa bangunan yang direncanakan dengan elemen – elemen struktur desain yang ada sudah dalam keadaan optimal.



Gambar. 6. Rasio Gaya Geser (Steel Shear Ratio)

5. Identifikasi Kegagalan Gaya Geser

Berdasarkan kontrol pengecekan dua kali, dengan hasil kontrol elemen tersebut menunjukkan aman sebagai kriteria desain, maka dapat disimpulkan bahwa kondisi struktur dapat dikatakan aman dari identifikasi seluruh kegagalan.



Gambar. 7. Hasil Verifikasi Desain dengan Batasan AISC 360 – 16

Dapat ditarik kesimpulan bahwa analisis dengan metode konvensional menghasilkan total berat elemen struktur adalah 132,611 Ton

Tabel 1. Elemen Struktur Hasil Desain Metode Konvensional

No	Deskripsi	Elemen Struktur	Berat Total Elemen Struktur
			(Ton)
1	Kolom	H – Beam 350 x 350	46,52
2	Balok Kuda – Kuda	IWF 300 x 175	8,683
3	Kuda – Kuda	IWF 400 x 200	44,292
4	Kanopi	IWF 250 x 125	14,641
5	Gording	Baja Ringan C 200 x 75	18,474
Total Berat Elemen Struktur			132,611

3.2. Metode Pra rekayasa

Analisis ini menggunakan bantuan *software* CSI SAP 2000. Analisis metode pra rekayasa dibagi menjadi 2 tahap yaitu sebagai berikut :

1. Pengecekan Rasio Tegangan (*Stress Ratio*)

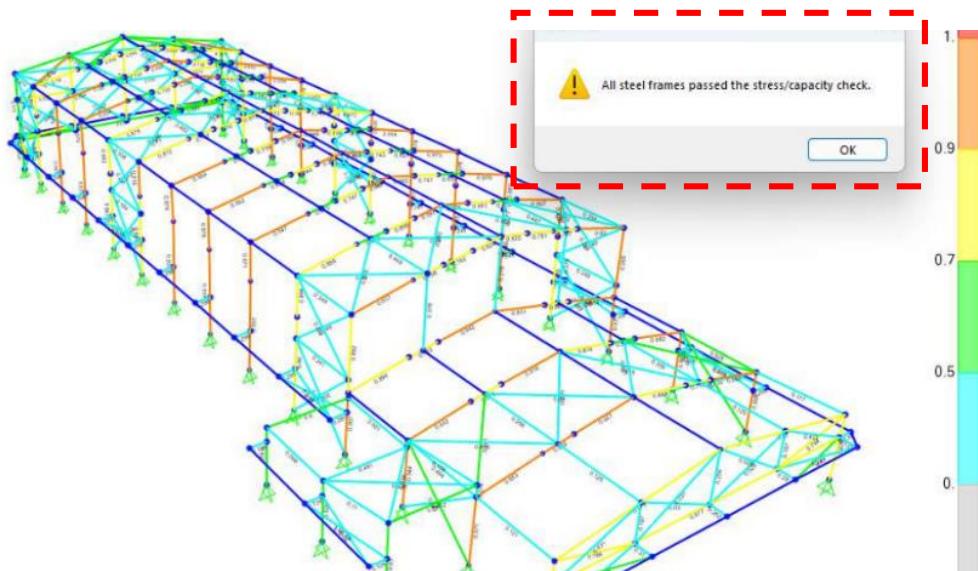
Pengecekan Rasio Tegangan tidak boleh menghasilkan nilai rasio lebih dari 1. Apabila terdapat besaran rasio lebih dari 1, maka satu penampang harus diganti. Gambar 8 menunjukkan penampang optimal sehingga tidak perlu diganti dimensinya.

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio
37	(500-900).6-215.10	Brace	No Messages	0.880249
38	(500-900).6-215.10	Brace	No Messages	0.880108
39	900.6-215.10	Column	No Messages	0.894126
40	900.6-215.10	Column	No Messages	0.894009
41	500.5-165.8	Brace	No Messages	0.829517
42	500.5-165.8	Brace	No Messages	0.829584
43	500.5-165.8	Brace	No Messages	0.68333
44	500.5-165.6	Brace	No Messages	0.587025
45	500.5-165.8	Brace	No Messages	0.683398
46	500.5-165.6	Brace	No Messages	0.587357
47	198.(4.5)-99.7	Brace	No Messages	0.285413
48	198.(4.5)-99.7	Brace	No Messages	0.285411
236	(400-900).6-215.8	Column	No Messages	0.868438
238	(400-900).6-215.8	Column	No Messages	0.862176

Gambar. 8. Hasil Analisa Rasio Tegangan (*Stress Ratio*)

2. Identifikasi Seluruh Kegagalan

Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) harus berada dibawah 0,95 atau 95% berdasarkan (AISC 360 – 16) yang di *running* dalam *software* memperkuat dimensi yang optimal. Gambar. 9. Menunjukkan bahwa kriteria desain aman.



Gambar. 9. Hasil Hasil Verifikasi Desain dengan Batasan AISC 360 – 16

Tabel 2. Elemen Struktur Hasil Desain Metode Bangunan Pra Rekayasa

No	Deskripsi	No. Bill of Lading	Berat Total (Ton)
1	Kontainer Pertama	FCIU9769763	24.151
2	Kontainer Kedua	TGCU0214953	13.111
3	Kontainer Ketiga	CAIU9454259	12.238
4	Kontainer Keempat	TCLU8844990	19.494
5	Kontainer Kelima	TCLU4907683	16.056
6	Kontainer Keenam	SEGU 4279042	6.413
Total Berat Elemen Struktur			91.463

Pada Tabel 2 dapat ditarik kesimpulan bahwa analisis dengan metode bangunan pra rekayasa menghasilkan total berat elemen struktur adalah 91,463 Ton.

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis telah dilakukan serta merujuk pada hasil dan pembahasan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode konvensional menggunakan baja yang berada di pasaran, efeknya material mudah ditemui di pasaran karena dijual berdasarkan ukuran dan spek yang biasa digunakan dalam pasaran. Metode pra rekayasa menggunakan profil baja yang dibentuk ulang sesuai dengan kriteria desain yang aman dna optimal, namun tidak berada di pasaran sehingga membutuhkan waktu tambahan untuk produksi.

2. Tenaga kerja atau *labor* yang digunakan dalam metode konvensional membutuhkan lebih banyak dibandingkan metode pra rekayasa, dikarenakan penggunaan metode pra rekayasa tidak lagi membutuhkan tenaga kerja lebih banyak untuk melakukan fabrikasi profil.
3. Analisis metode konvensional menghasilkan *output* elemen-elemen struktur dengan total berat 132,611 Ton, semnetara analisis metode pra rekayasa menghasilkan output elemen-elemen struktur dengan total berat 91,463 Ton. Sehingga biaya yang di keluarkan untuk dapat membeli struktur baja lebih efisien apabila pelaksanaan dilakukan dengan metode pra rekayasa.
4. Durasi waktu dengan metode analisis pra rekayasa menjadi lebih singkat dibandingkan metode konvensional, selain karena volume metode konvensional yang lebih banyak, pemasangan atau *instalasi* struktur baja lebih cepat karena bentuk profil yang digunakan dalam metode pra rekayasa di produksi lebih beragam dibandingkan metode konvensional.

References

- [1] Perjanjian Payung atas Pekerjaan EPC untuk Pembangunan Pabrik Pengolahan Pelet Kayu, Februari 2023.
- [2] PT. Zekon Inti Rekayasa, “*Factual Report Soil Investigation*” Tangerang, 2023, p. 28.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung”, SNI, Jakarta, 2019, p. 29.
- [4] Departemen Pekerjaan Umum, “Pedoman Perencanaan Pembebatan untuk Rumah dan Gedung”, Jakarta, 1987, p. 5.
- [5] PT. Zekon Inti Rekayasa, “*Technical Specification*” Tangerang, 2023, p. 55.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020)”, SNI, Jakarta, 2020, p. 28.
- [7] “Desain Spektra Indonesia” <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>. (Tanggal diakses 01-Des-2023)
- [8] Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung”, SNI, Jakarta, 2019, p. 37.
- [9] Badan Standarisasi Nasional, “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung”, SNI, Jakarta, 2019, p. 50.