

PERBANDINGAN TUMPUAN JEPIT DAN SENDI PADA STRUKTUR HALTE BUS KAWASAN X DI JAKARTA SELATAN DITINJAU DARI SEGI EFISIENSI MATERIAL DAN BIAYA

Era Agita Kabdiyono¹, Rifaldi Adi Saputra²

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Dian Nusantara, Jakarta

Corresponding author: era.agita.k@undira.ac.id



Diterima : 01/09/2022
Direvisi : 24/09/2022
Dipublikasi : 30/09/2022

Abstrak: Saat ini pembangunan suatu konstruksi dengan penggunaan material baja menjadi salah satu pilihan yang populer. Keunggulan dari pemakaian baja diantaranya berkekuatan tinggi, keseragaman, elastisitas, permanen, daktilitas dan baja mempunyai kekuatan struktur yang lebih kuat dan fleksible dibandingkan struktur kayu dan beton. Disamping pemilihan material sebagai bahan konstruksi, pemilihan perletakan pun diperlukan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet, ekonomis serta mudah dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dengan cara menganalisa efisiensi biaya dan berat konstruksi baja yang digunakan pada Struktur Halte Bus Kawasan X Jakarta Selatan dengan membandingkan penggunaan tumpuan sendi-sendi dan jepit-jepit. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan tumpuan sendi-sendi dan jepit-jepit aman diimplementasikan sesuai dengan desain perencana yang ditunjukkan dengan nilai rasio teggangan (stress ratio) kurang dari 1, hanya saja perletakan jepit-jepit lebih kuat sebesar 85% untuk kekuatan baloknya dibandingkan tumpuan sendi-sendi, sementara dari biaya dan kebutuhan material dianggap sama mengingat kedua perletakan dari analisis struktur menggunakan SAP2000 dinyatakan aman.

Kata Kunci: Konstruksi Baja, Baja WF, Efisiensi Biaya dan Material, rasio teggangan, SAP2000

Abstract: Currently the construction of a construction with the use of steel material is becoming a one of the popular choices. The advantages of using steel include: high strength, uniformity, elasticity, permanence, ductility and steel has structural strength that is stronger and more flexible than wood and concrete structures. In addition to the selection of materials as construction materials, the selection of placements is also needed to produce a structure that is stable, strong enough, durable, economical and easy to implement. Therefore, research is needed by analyzing the cost and weight efficiency of the steel construction used in the South Jakarta Area X Bus Stop Structure by comparing the use of joint supports and clasps. The results of the analysis show that the use of joint supports and secure clasps is implemented in accordance with the design of the planner which is indicated by the stress ratio value of less than 1, only the placement of clasps is stronger by 85% for the strength of the beam compared to the joint support. -joints, while the costs and material requirements are considered the same considering that both positions from the structural analysis using SAP2000 are declared safe.

Keywords: Steel Construction, WF Steel, Cost and Material Efficiency, stress ratio, SAP2000

PENDAHULUAN

Saat ini pembangunan suatu konstruksi dengan penggunaan material baja menjadi salah satu pilihan yang populer. Keunggulan dari pemakaian baja diantaranya berkekuatan tinggi, keseragaman, elastisitas, permanen, daktilitas dan baja mempunyai kekuatan struktur yang

lebih kuat dan fleksible dibandingkan struktur kayu dan beton. Permasalahan utama pemakaian material baja adalah berat dan harga yang mahal terutama untuk bentang-bentang yang besar, seperti bangunan-bangunan yang membutuhkan volume ruang yang besar seperti gudang, pabrik, hanggar pesawat, bangunan pasar tradisional, dan sejenisnya (Srikirana Meidiani, 2018).

Dalam perencanaan suatu struktur bangunan ada salah satu tahapan yang paling penting yaitu pemilihan jenis material yang akan digunakan. Pemilihan material baja sebagai bahan konstruksi saat ini sudah sangat banyak digunakan mengingat beberapa keunggulan dibandingkan material yang lain seperti beton dan kayu. Disamping pemilihan material sebagai bahan konstruksi, pemilihan perletakan pun diperlukan untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, awet, ekonomis serta mudah dalam pelaksanaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian dengan cara menganalisa efisiensi biaya dan berat konstruksi baja yang digunakan pada Struktur Halte Bus Kawasan X Jakarta Selatan dengan membandingkan penggunaan tumpuan sendi-sendi dan jepit-jepit.

Berdasarkan latar belakang penelitian ini, maka rumusan masalah yang akan ditinjau adalah tumpuan jepit dan sendi pada struktur Halte Bus Kawasan X di Jakarta Selatan ditinjau dari segi efisiensi material dan biaya.

KAJIAN PUSTAKA

Salah satu bahan konstruksi yang sering digunakan untuk struktur bangunan bentang lebar adalah baja, dikarenakan sifat baja relatif stabil, kuat, pemasangan yang cepat, dan volumenya jauh lebih hemat dibandingkan dengan beton (Charles G.Salmon, 1992). Baja adalah logam paduan, logam besi yang berfungsi sebagai unsur dasar dicampur dengan beberapa elemen lainnya termasuk karbon. Fungsi karbon pada baja adalah sebagai unsur penguat dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi Kristal atom besi, baja karbon dibagi menjadi 3 kategori tergantung dari persentase kandungan karbonnya, yaitu: baja karbon rendah ($C = 0,03-0,35\%$), baja karbon medium ($C = 0,35-0,50\%$) dan baja karbon tinggi ($C = 0,55-1,70\%$). Baja yang sering digunakan dalam struktur adalah baja karbon medium, misalnya baja BJ.37. Kandungan karbon baja medium bervariasi dari 0,25-0,29% tergantung ketebalan, baja karbon umumnya memiliki tegangan leleh (f_y) antara 210-250 Mpa (Agus Setiawan, 2008). Baja mempunyai kekuatan yang tinggi dan sama kuat pada kekuatan tarik maupun tekan, oleh karena itu baja merupakan elemen struktur yang memiliki batasan sempurna yang akan menahan beban jenis tarik aksial, tekan aksial, dan lentur.

Keunggulan Dan Kekurangan Baja

Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulan dibandingkan material yang lain. Beberapa keunggulan baja sebagai material konstruksi antara lain:

1. Mempunyai kekuatan yang tinggi, baja umumnya mempunyai kekuatan tarik antara 400 – 900 Mpa. Hal ini sangat berguna untuk dipakai pada struktur – struktur yang memiliki bentang panjang dan struktur pada tanah lunak.

2. Keseragaman dan keawetan yang tinggi, material baja jauh lebih seragam/homogeny serta mempunyai tingkat keawetan yang jauh lebih tinggi jika prosedur perawatan dilakukan secara semestinya.
3. Sifat elastisitas, baja mempunyai perilaku yang cukup dekat dengan asumsi-asumsi yang digunakan untuk melakukan analisa, sebab baja dapat berperilaku elastis hingga tegangan yang cukup tinggi, baja juga dapat dihitung dengan pasti sehingga memudahkan dalam melakukan proses analisa struktur.
4. Kekenyalan atau keliatan, kemampuan atau kesanggupan untuk dapat menerima perubahan – perubahan bentuk yang besar tanpa menderita kerugian – kerugian berupa cacat atau kerusakan yang terlihat dari luar dan dalam untuk jangka waktu pendek.
5. Daktilitas baja cukup tinggi, Kemampuan struktur atau komponennya untuk dapat mengalami deformasi yang besar dibawah pengaruh tegangan tarik yang tinggi tanpa hancur atau putus. Sifat ini membuat struktur baja mampu mencegah terjadinya proses keruntuhan bangunan secara tiba-tiba.
6. Bila dibandingkan dengan beton, baja lebih ringan.
7. Komponen-komponen strukturnya bisa digunakan lagi untuk keperluan yang lain.
8. Kemudahan dalam penyambungan antar elemen dengan menggunakan alat sambung las atau baut.
9. Pemasangannya relatif mudah dan tidak memakan waktu yang lama.
10. Baja sudah mempunyai ukuran dan mutu tertentu dari pabrik
11. Pemeliharaan yang tidak terlalu sukar dan struktur yang dihasilkan bersifat permanen.

Kekuatan Baja

Sifat penting pada baja adalah kekuatan tarik. Pada saat baja diberi beban maka baja akan cenderung mengalami deformasi atau perubahan bentuk. Perubahan bentuk ini akan menimbulkan regangan, akibat regangan tersebut tegangan atau stres. Pada waktu terjadi regangan awal dimana baja belum sampai berubah bentuknya dan bila beban yang menyebabkan regangan tadi dilepas maka baja akan kembali ke bentuk semula. Regangan ini disebut dengan regangan elastis karena sifat bahan masih elastis.

Tegangan – Tegangan Baja

1. Tegangan Leleh

Pada saat baja meleleh tegangan yang terjadi besarnya tetap, tetapi regangannya bertambah besar. Tegangan leleh sulit ditentukan besarnya karna adanya perubahan dari elastis menjadi leleh yang besarnya tidak betul – betul tetap. Oleh karena itu sebagai patokan untuk menentukan besarnya tegangan leleh, maka di definisikan sebagai tegangan yang menyebabkan regangan sebesar 0,2 %.

2. Tegangan Dasar

Tegangan dasar adalah tegangan leleh dibagi faktor keamanan diambil sebesar 1,5 jadi tegangan dasar dapat diperhitungkan sebagai berikut: $\sigma = \frac{\delta}{1,5}$, yang secara umum

ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Leleh dan Tegangan Dasar berdasarkan PPBBI

Macam Baja	Tegangan Lille		Tegangan Dasar
	Kg / cm ²	Mpa	Mpa
Bj 37	2400	240	160,0
Bj 41	2500	250	166,6
Bj 44	2800	280	186,7
Bj 50	2900	290	193,3
Bj 52	3600	360	240,0

Sumber : Gunawan, 2000, "Konstruksi baja 1" Delta Teknik Grup Jakarta

Standar dan Spesifikasi Pada Perencanaan Struktur Baja

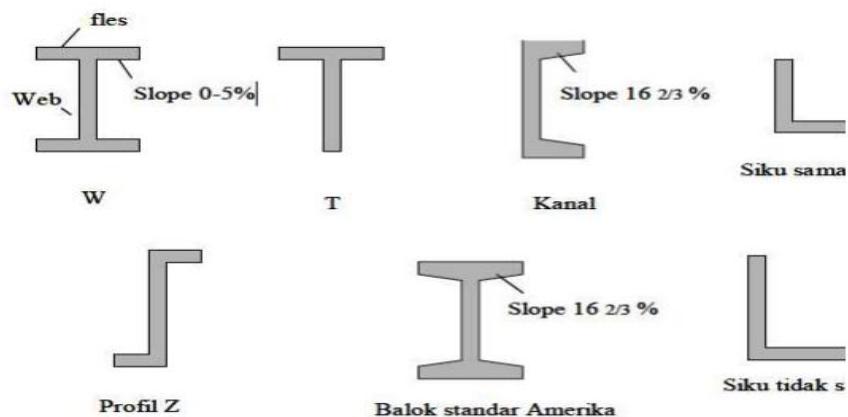
Ada beberapa peraturan ataupun spesifikasi baja yang juga dikenal dan dipakai di Indonesia, yaitu:

1. PPBBI : Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia.
2. AISC : *American Institute of Steel Construction.*
3. AISI : *American Iron and Steel Construction.*
4. AASHTO : *American Assciation of State Highway and Transportation Officials*
5. ASTM : *American Society for Testing and Materials*
6. JIS : *Japan Industrial Standars*
7. DIN : *Deutch Industrie Narmen*
8. AIJ : *Architectural Institute of Japan*
9. BS449 : *British Standard 44*

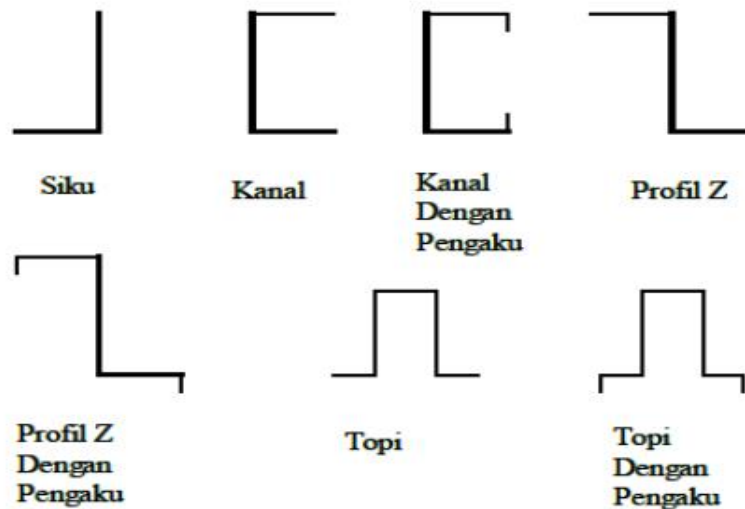
Bentuk Baja Profil

Bentuk profil baja berdasarkan cara pembuatan terbagi menjadi 2 macam yaitu (Oentoeng, 2000):

1. *Hot rolled shape*: Gambar 1 merupakan profil baja dibentuk dengan cara blok-blok baja yang panas diproses melalui rol-rol dalam pabrik, profil baja jenis ini mengandung tegangan residu (*residual stress*) jadi sebelum batang dibebani sudah ada tegangan residu yang berasal dari pabrik.
2. *Cold formed shape*: Gambar 2. merupakan profil baja dibentuk dari pelat-pelat yang sudah jadi, profil ini ringan dan sering disebut sebagai *Light Gage Cold Form Steel*.



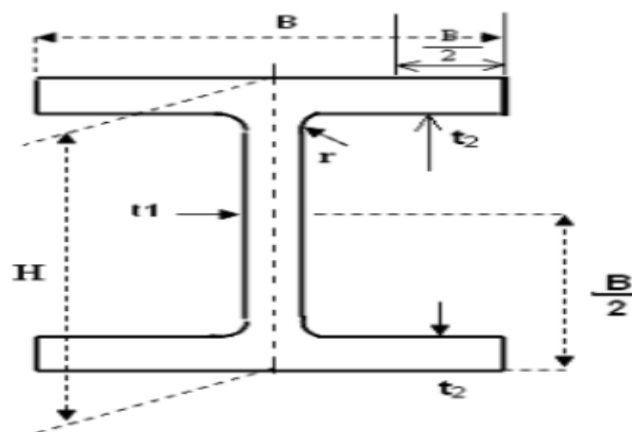
Gambar 1. Beberapa Contoh *Hot Rolled Shape*
 Sumber : Polban



Gambar 2. Beberapa Contoh *Cold Formed Shape*
Sumber : Polban

Profil Baja WF (*Wide Flange*)

Profil Baja WF merupakan jenis baja yang paling sering digunakan dalam dunia konstruksi. Bentuk W sangat efisien untuk memikul lentur karena flensnya lebar dan tebal badan tipis sehingga perbandingan momen inersia dan berat profilnya besar. Profil baja ini biasanya digunakan untuk balok atau kolom, tiang pancang, *bottom chord member*, kanopi dan berbagai konstruksi bangunan lainnya. Istilah lain untuk baja jenis ini : IWF, WF, H- Beam, UB, UC, Balok H, Balok I dan Balok W. Baja Profil WF-beam memiliki dimensi tinggi badan (H), lebar sayap (B), tebal badan (t_1), tebal sayap (t_2) merata dari ujung hingga pangkal radius (r), adapun penjelasan seperti pada Gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Profil *Wide Flange*

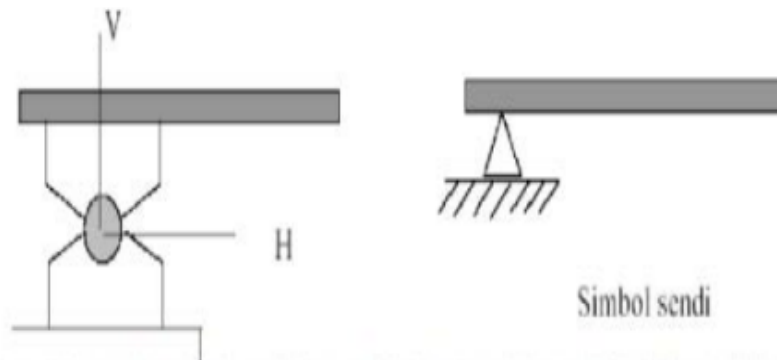
Sumber : <http://duniatekniksipil.web.id/1461/perbedaan-profil-baja-i-wf-dan-h/>

Tumpuan Sendi dan Jepit

1. Tumpuan Sendi

Gambar 4 merupakan Tumpuan sendi sering disebut dengan engsel karena cara bekerja mirip dengan cara kerja engsel. Tumpuan sendi mampu memberikan reaksi arah

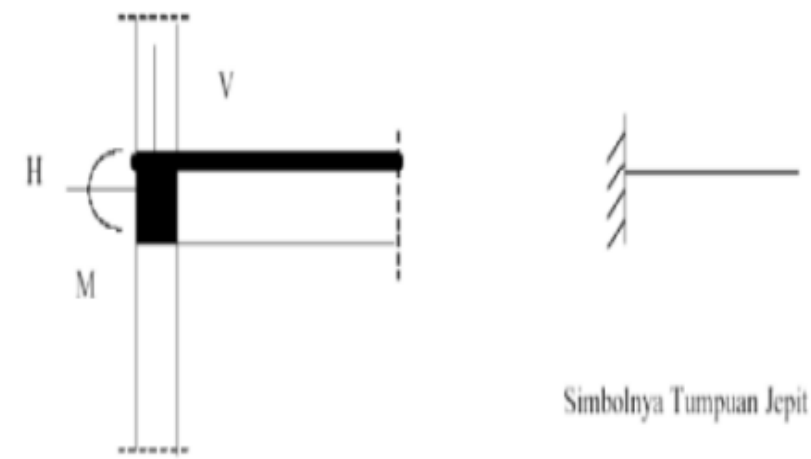
vertikal dan horisontal, artinya tumpuan sendi dapat menahan gaya vertikal dan horisontal atau dengan kata lain terdapat 2 buah variabel yang akan diselesaikan (R_v dan R_h). Tumpuan sendi ini tidak dapat menahan momen.



Gambar 4. Simbol Tumpuan Sendi
Sumber : Jurnal Infrac.4(2):119-126

2. Tumpuan Jepit

Tumpuan jepit bisa dikonstruksikan seperti misalnya balok yang ditanam dalam tembok atau sebagai tumpuan pada balok terusan (jepitan elastis). Tumpuan jepit dapat memberikan reaksi atau tahan terhadap gaya horisontal, vertikal dan bahkan mampu memberikan reaksi terhadap putaran momen. Sehingga pada tumpuan jepit terdapat 3 buah variabel yang harus diselesaikan (R_v , R_h , dan M). Dengan demikian tumpuan jepit mempunyai tiga gaya reaksi seperti yang terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Simbol Tumpuan Jepit
Sumber : Jurnal Infrac.4(2):119-126

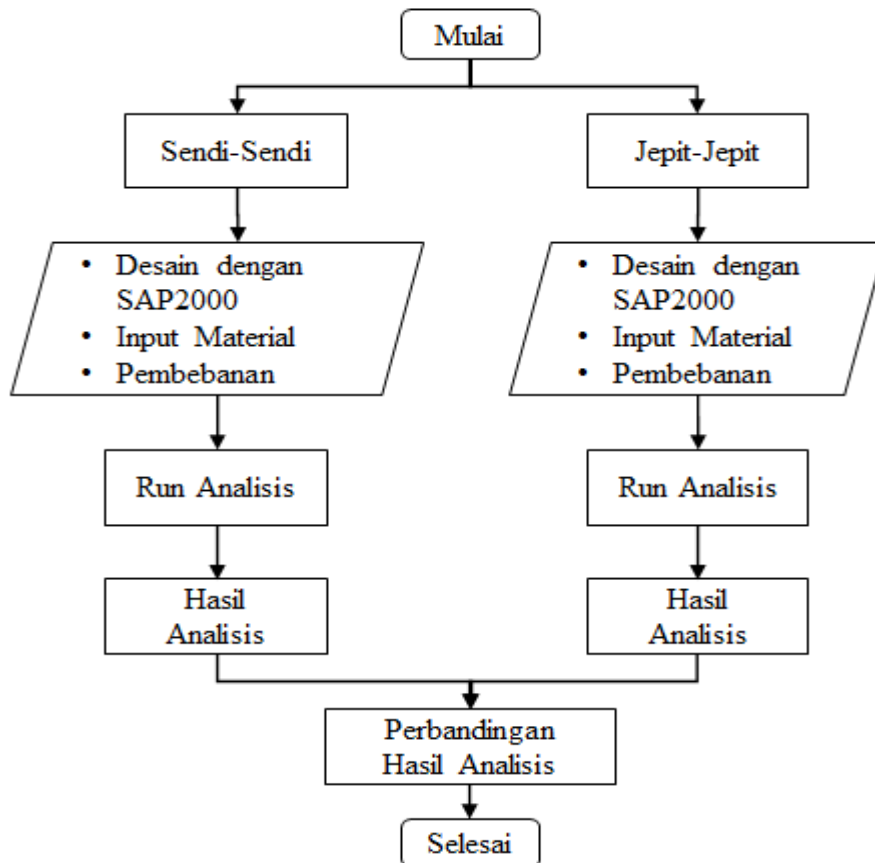
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan menggunakan bantuan program SAP2000 dan Ms. Excel untuk analisis perhitungan. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain struktur portal menggunakan *software* SAP2000
2. Input Material
3. Input Pembebanan

4. Run Analisis
5. Membuat perbandingan hasil analisis dengan *Ms. Excel*

Untuk mencapai tahapan tersebut, untuk itu dibentuk suatu diagram alir penelitian:



Gambar 6. Diagram Alir Penelitian
Sumber : Peneliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan

1. Beban Hidup
Beban orang : 100 Kg/m²
Beban air hujan : 20 Kg/m²
2. Beban Mati adalah berat sendiri material yang sudah diperhitungkan melalui *software* SAP2000

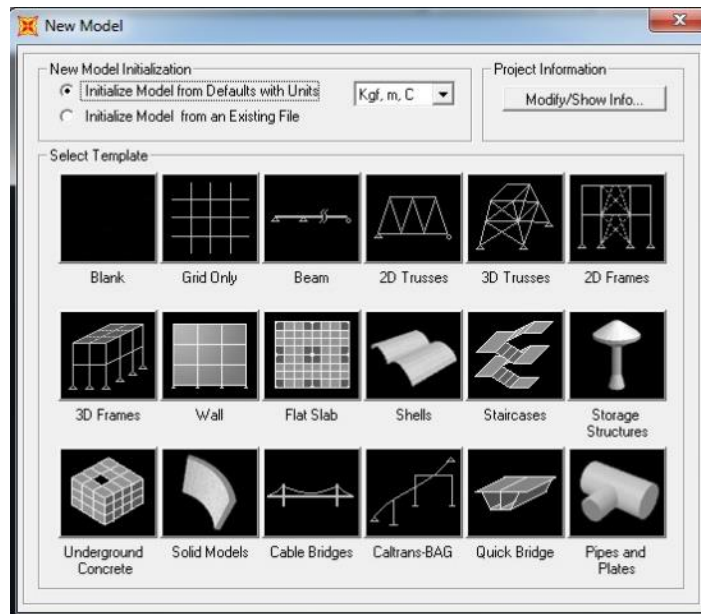
Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang akan ditinjau berdasarkan adalah :

1. Kombinasi 1 : 1,4D
2. Kombinasi 2 : 1,2D + 1,0L

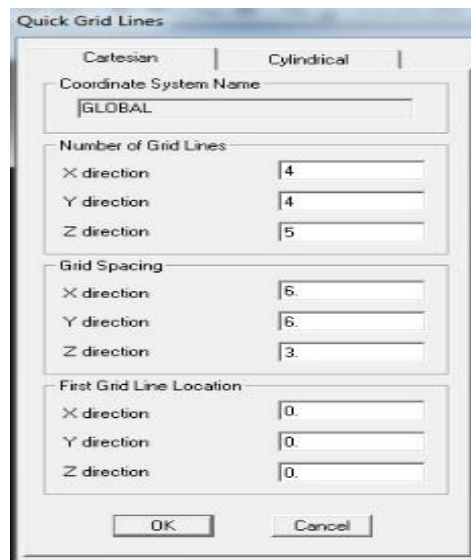
Input Design dengan SAP2000

Open SAP2000 v14, kemudian pilih *New Model*. Maka akan muncul tampilan seperti Gambar 7.



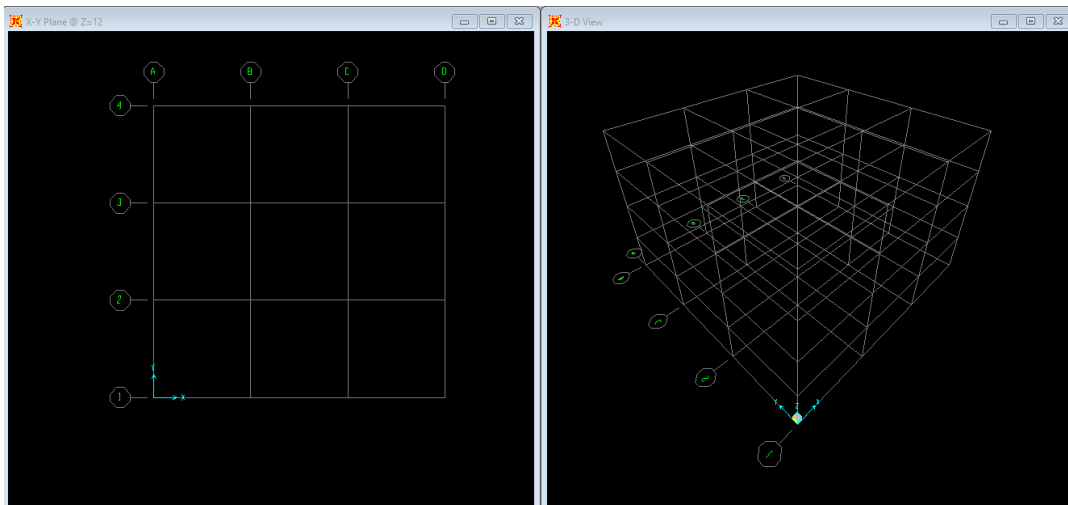
Gambar 7. New Model
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Masukan satuan yang akan dipakai dalam perhitungan pada pilihan *New Model Initialization*. Kemudian pilih *Grid Only*, maka akan muncul tampilan *Quick Grid Lines* seperti Gambar 4.2 lalu masukan data-data *Cartesian* pada menu *Number of Grid Lines* dan *Grid Spacing*.



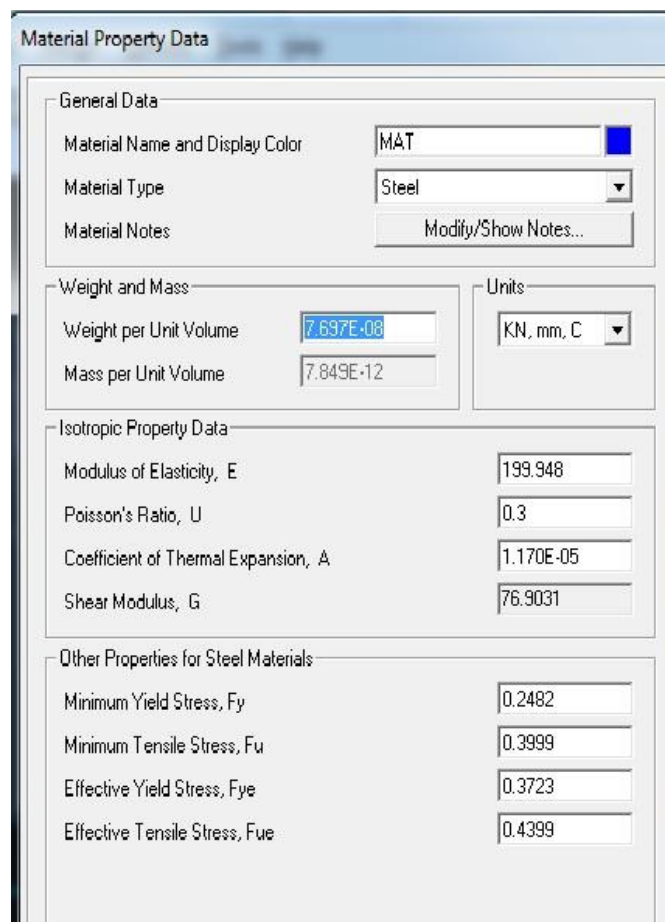
Gambar 8. Input Quick Grid Line
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Kemudian akan muncul tampilan 2D dan 3D seperti Gambar 9.



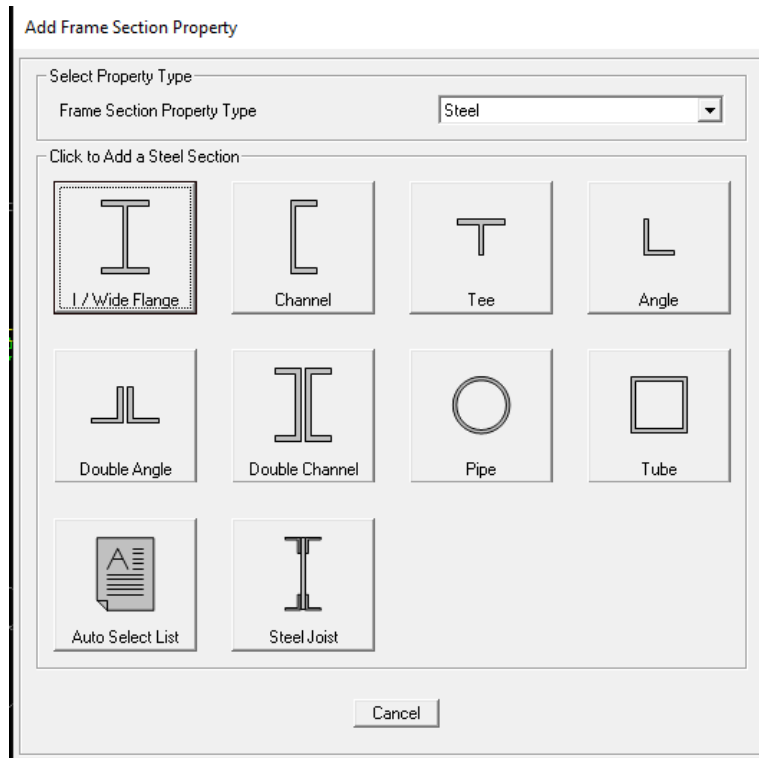
Gambar 9. Tampilan 2D dan 3D SAP2000 v14
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya masukan data-data material dengan cara klik *Define – Materials – Add New Materials*, maka akan muncul tampilan *Material Property Data* seperti Gambar 4.4. Masukan data-data yang diketahui dalam perhitungan.

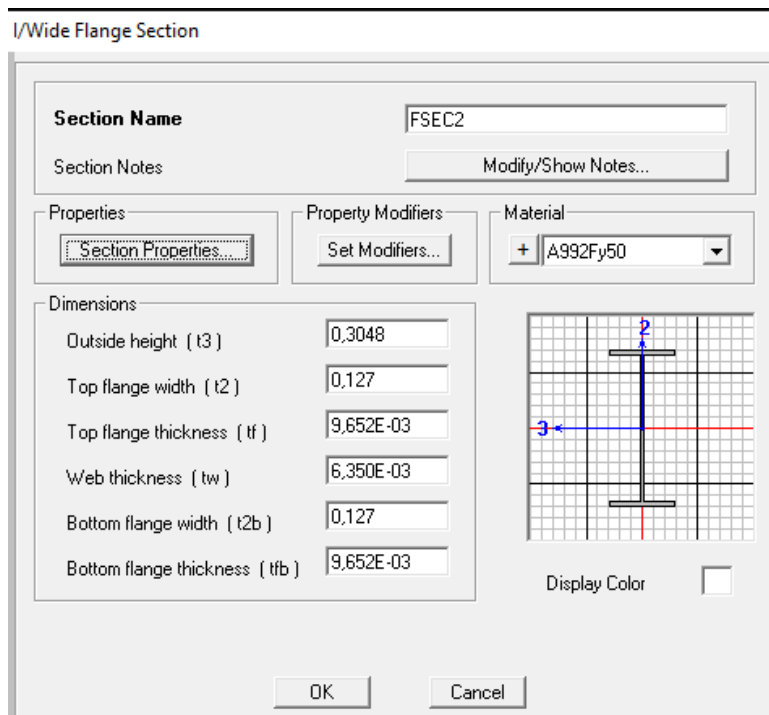


Gambar 10. Material Property Data
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya adalah klik *Define – Section Properties – Frame Sections – Add New Property*, maka akan muncul tampilan seperti Gambar 11. Pilih *sections properties type steel – I / Wide Flange*, lalu masukan data pada *I / Wide Flange section* seperti pada Gambar 12.

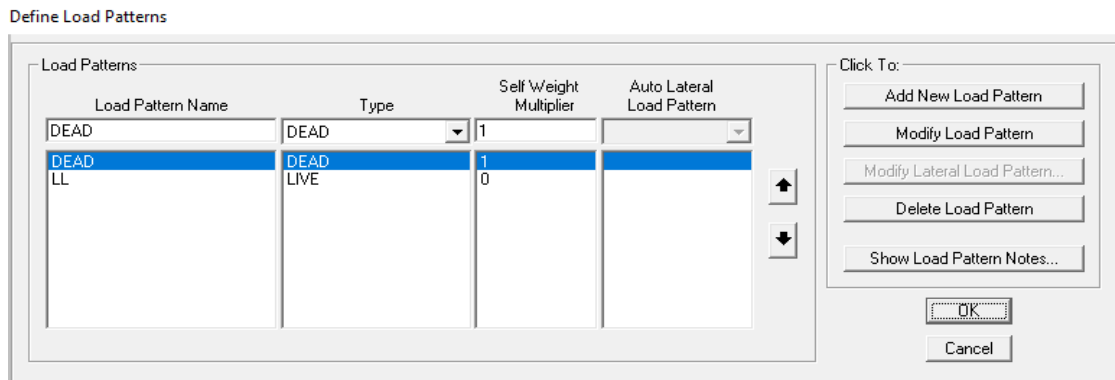


Gambar 11. Add Frame Section Property
Sumber: SAP2000 v14, 2022



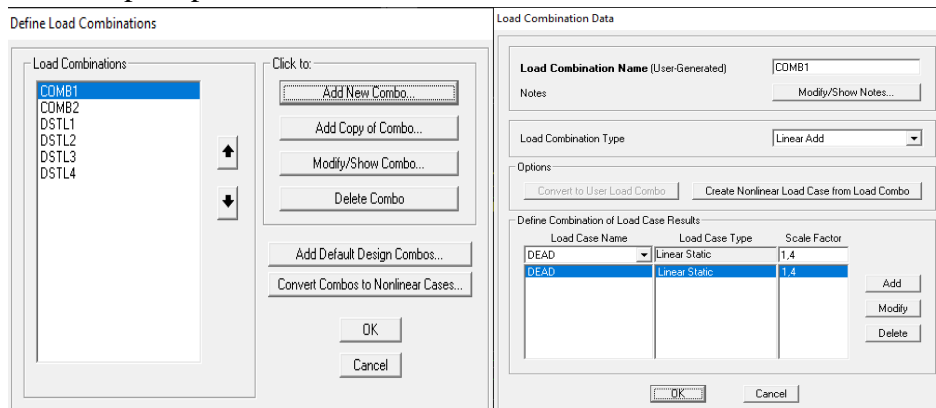
Gambar 12. I / Wide Flange Section
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya klik *Define – Load Patterns – Add New Load Pattern*, masukan data yang diperlukan seperti pada Gambar 13.



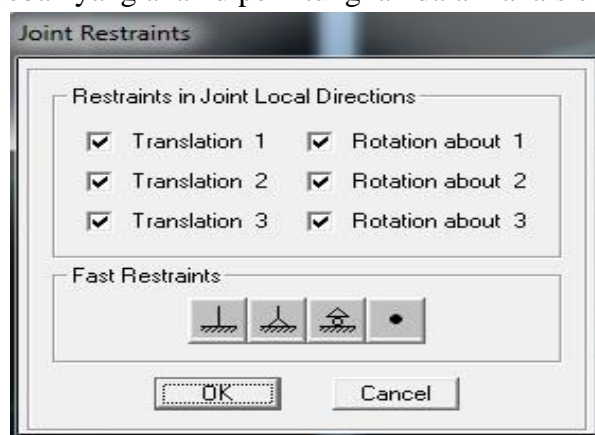
Gambar 13. Define Load Patterns
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya klik *Define – Load Combinations – Add New Combo*, masukan data yang diperlukan seperti pada Gambar 14.

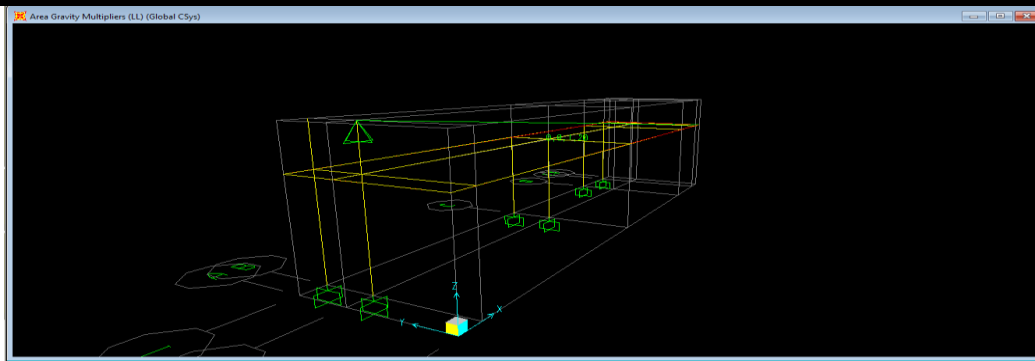


Gambar 14. Define Load Combinations
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya *draw frame* dan masukan perletakan jepit-jepit dan sendi-sendi dengan cara blok titik yang akan dijadikan tumpuan perletakan, lalu *Assign – Joint – Restraints* kemudian pilih perletakan jepit lalu ok seperti pada Gambar 15. Masukan beban yang bekerja pada *frame* yang telah digambar dengan cara blok frame, lalu *Assign – Frame Loads – Distributed*, masukan beban yang akan diperhitungkan dalam analisis struktur.

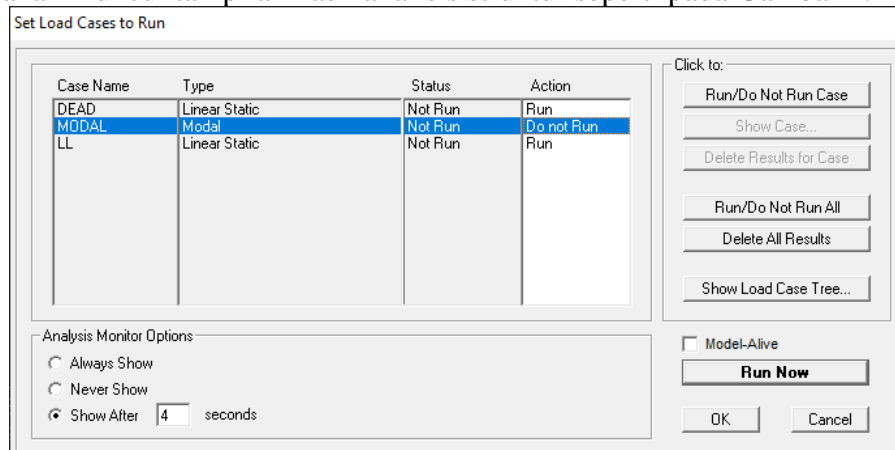


Gambar 15. Join Restraints
Sumber: SAP2000 v14, 2022

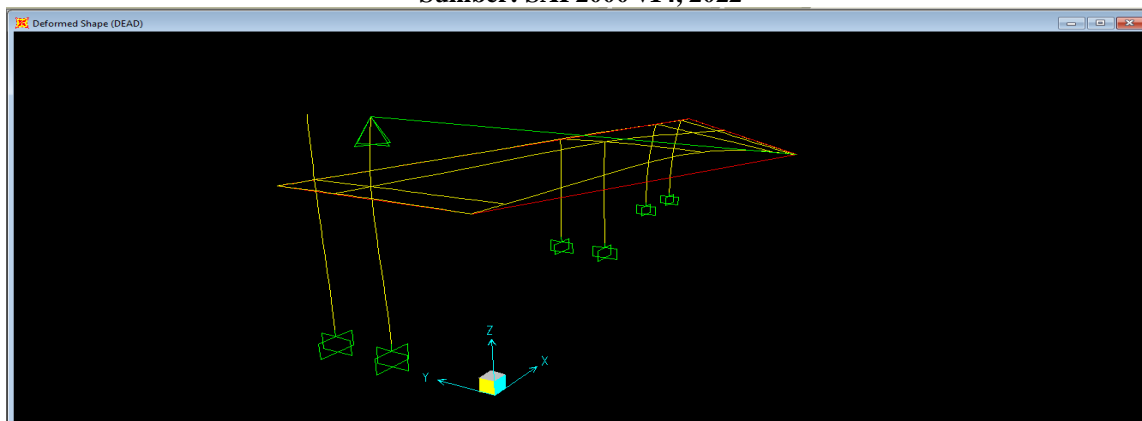


Gambar 16. *Frame Structure*
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tahap selanjutnya adalah *Run – Run Now*, tapi sebelum klik *Run Now* terlebih dulu *Case Name MODAL* klik *do not run* terlebih dahulu seperti pada Gambar 4.11. Setelah *Run Now* maka akan muncul tampilan hasil analisis struktur seperti pada Gambar 4.12.



Gambar 17. *Set Load Cases to Run*
Sumber: SAP2000 v14, 2022

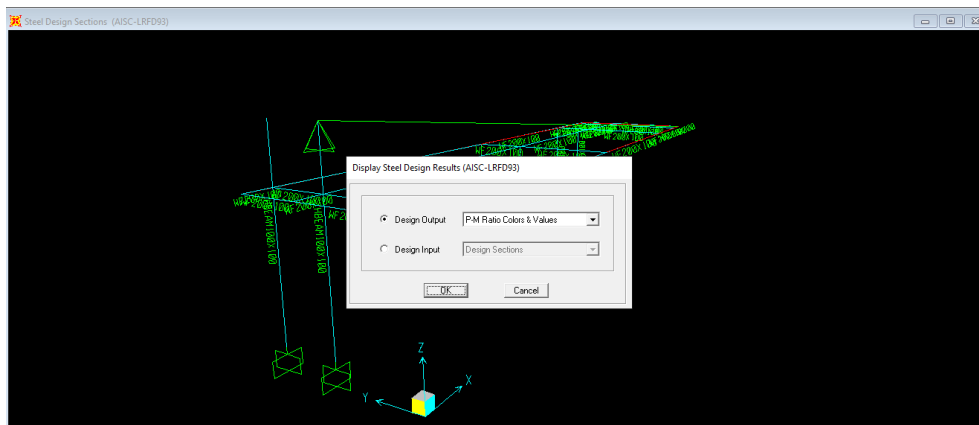


Gambar 18. *Deformed Shape (DEAD)*
Sumber: SAP2000 v14, 2022

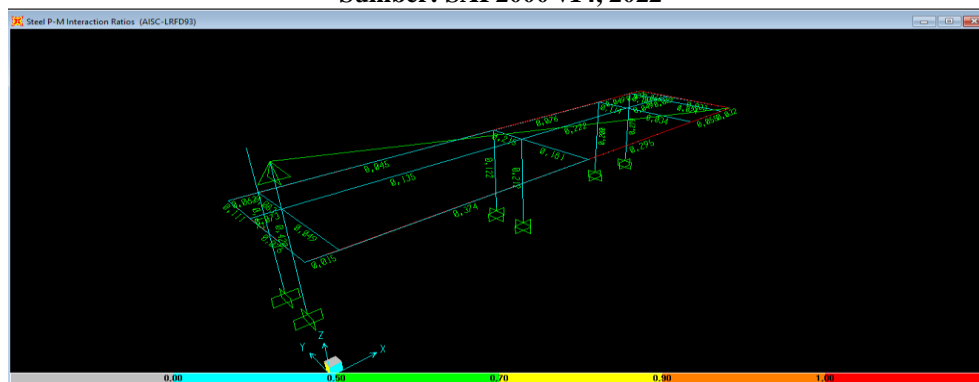
Tahap selanjutnya untuk mengetahui hasil analisis struktur setiap *frame/* elemen-elemen struktur bajanya menggunakan cara melihat nilai rasio Tegangan (*Stress Ratio*). Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) dapat langsung ditampilkan di layar monitor. Rasio Tegangan adalah perbandingan antara tegangan yang terjadi pada elemen akibat pembebanan pada struktur, dengan tegangan yang diizinkan dari bahan yang digunakan. Suatu elemen struktur

baja dinyatakan kuat, jika mempunyai harga Rasio Tegangan ≤ 1 (tegangan yang terjadi pada elemen, lebih kecil dari tegangan yang diizinkan) dan dinyatakan tidak kuat, jika mempunyai harga Rasio Tegangan > 1 .

Cara mengetahui Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) pada SAP2000 adalah dengan cara *Design – Steel Frame Design – Start Design / Check of Structure*. Kemudian *Design – Steel Frame Design – Display Design Info*. Pilih *Design Output P-M Ratio Colors & Values* seperti pada Gambar 19. Setelah itu akan tampil Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) seperti pada Gambar 20.



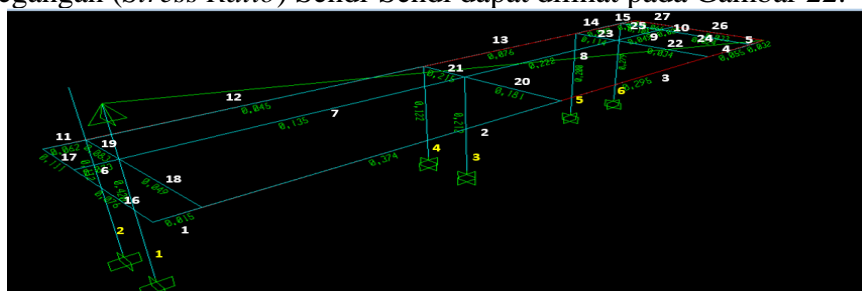
Gambar 19. *Design Output P-M Ratio Colors & Values*
Sumber: SAP2000 v14, 2022



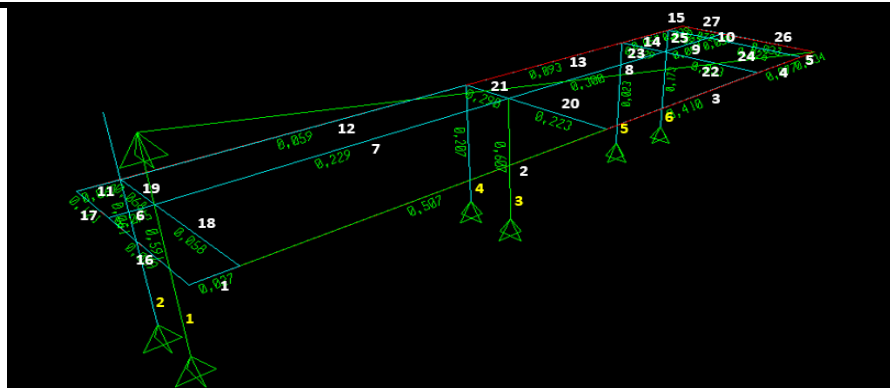
Gambar 20. *Steel P-M Interaction Ratio*
Sumber: SAP2000 v14, 2022

Hasil Analisis SAP2000

1. Perbandingan Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Jepit-Jepit dan Sendi-Sendi
Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Jepit-Jepit dapat dilihat pada Gambar 21 dan Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Sendi-Sendi dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 21. Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Jepit-Jepit
Sumber: SAP2000 v14, 2022



Gambar 22. Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Sendi-Sendi
 Sumber: SAP2000 v14, 2022

Tabel 2. Perbandingan Nilai Rasio Tegangan (*Stress Ratio*) Tumpuan Jepit-Jepit dengan Tumpuan Sendi-Sendi

NO	NILAI RASIO TEGANGAN	
	Jepit-Jepit	Sendi-Sendi
Balok		
1	0,015	0,027
2	0,374	0,507
3	0,295	0,410
4	0,055	0,077
5	0,032	0,034
6	0,073	0,075
7	0,135	0,229
8	0,222	0,300
9	0,049	0,057
10	0,029	0,030
11	0,062	0,067
12	0,045	0,059
13	0,076	0,093
14	0,049	0,057
15	0,037	0,039
16	0,076	0,089
17	0,111	0,121
18	0,049	0,058
19	0,083	0,068
20	0,181	0,223
21	0,215	0,290
22	0,034	0,033
23	0,114	0,129
24	0,024	0,026
25	0,105	0,093
26	0,033	0,033
27	0,066	0,072
Kolom		
1	0,420	0,591
2	0,112	0,061
3	0,212	0,607
4	0,122	0,207
5	0,200	0,023
6	0,279	0,173

Sumber : Hasil Analisis

Berdasarkan hasil analisis dari kekuatan struktur dengan menggunakan *software* SAP2000. Struktur dengan tumpuan jepit-jepit lebih kuat dibandingkan dengan struktur sendi-

sendi dengan persentase kekuatan untuk balok rangka baja dengan WF200x100 adalah 85% lebih kuat sedangkan untuk kolom H-Beam 200x200 memiliki persentase kekuatan yang sama.

2. Perbandingan Kebutuhan Material dan Biaya

Perhitungan material berdasarkan Rencana Anggaran Biaya yang diperoleh dari Kontraktor/Pelaksana pekerjaan Halte Bus adalah menggunakan Kg dengan harga satuan Rp. 23.000 / Kg.

H-Beam 200x200: 967,93 Kg x Rp. 23.000 = Rp. 22.262.390

WF200x100 : 1.173,15 Kg x Rp. 23.000 = Rp. 26.982.450

Berdasarkan hasil analisis struktur dengan tumpuan jepit-jepit dan sendi-sendi menunjukkan bahwa struktur tetap dapat berdiri dengan dimensi Kolom H-Beam 200x200 dan Balok WF200x100, sehingga kebutuhan material dan biaya dianggap tidak ada perbedaan. Perlu ditinjau kembali dengan dimensi kolom balok yang lain untuk melihat perbandingan yang lebih mendalam.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil analisis menggunakan software SAP2000 dinyatakan bahwa kedua tumpuan jepit-jepit dan sendi-sendi aman dengan nilai rasio tegangan (*stress ratio*) dibawah
2. Tumpuan jepit-jepit lebih kuat dibandingkan tumpuan sendi-sendi dengan persentase kekuatan 85% lebih kuat untuk balok, disamping itu tumpuan jepit-jepit dapat menahan momen sementara tumpuan sendi-sendi tidak diperuntukan untuk menahan momen.
3. Perbandingan biaya dan kebutuhan material dianggap sama dikarenakan hasil analisis kedua tumpuan dinyatakan kuat dengan dimensi dan pembebanan yang sama.

Saran

1. Perlu diperhitungkan kembali untuk perbandingan menggunakan dimensi balok dan kolom yang berbeda untuk melihat hasil yang lebih dalam dan luas.
2. Perlu diperhitungkan kembali dengan pembebanan lain yang dapat diperhitungkan mengingat faktor pembebanan dipengaruhi dari sisi letak bangunan dan kebutuhan dari pemilik pekerjaan.

DAFTAR RUJUKAN

- Faoji, Ahmad. 2018. Perbandingan Tumpuan Jepit dan Sendi pada Struktur Power House Ditinjau dari segi Efisiensi Material dan Biaya (Studi Kasus Proyek PLTMG Seram Peaker). Jurnal Infrac.4(2):119-126.
- Gunawan. 2000. *Konstruksi baja I*. Delta Teknik Grup. Jakarta
- Meidiani, Srikirana dkk. 2018. *Analisis Perbandingan Perencanaan Portal Frame Perletakan Jepit-Jepit dan Sendi-Sendi dengan Variasi Sudut Kemiringan Atap*. BENTANG Jurnal Teoritis dan Terapan Rekayasa Sipil No. 2 Vol. 6
- Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia.