

PERENCANAAN DESAIN STRUKTUR BFR TOWER MENGUNAKAN SOFTWARE SAP2000

(¹) Ir. Indartono Rivai, MT, (²) Recky Dwi Prasetyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Jayabaya, Jakarta, Indonesia

email: reckydwiprasetyo96@gmail.com

ABSTRACT

PT. Chandra Asri Petrochemical is still continuing to build factory facilities to support increased production, such as the construction of a Bag Film Roll Production Plant so that the production and packaging of plastic raw materials can increase so that the productivity of the materials and materials produced can increase. The purpose of this study is to plan the structural design of the BFR Tower, make a steel structure design plan starting from the initial stages such as collecting data, determining the design load, making preliminary designs of the steel structure dimensional profiles. The data is then analyzed using computer software so that analysis results can be obtained which can determine whether the structural design is safe to use or not. The results of the calculation of the SAP2000 program analysis, the highest stress ratio value produced due to the working load is $0.556 < 1$, so the planned structural design is safe to withstand the working load. As well as for the largest deflection result on the column of 15,298 it is still below the required value $h/500$, for the largest deflection result on the beam of 6.02 it is still below the required value $L/240$. It can be concluded that the planned structural design is safe and strong to carry the working load.

Keywords: Bag Film Roll Production Plant, BFR Tower, Structural Design, SAP2000

Pendahuluan

PT Chandra Asri Petrochemical Tbk (Chandra Asri) adalah perusahaan petrokimia terintegrasi terbesar di Indonesia, yang berperan penting dalam kemandirian dan kemajuan industri di dalam negeri dengan menyediakan pasokan bahan baku plastik dan kimia untuk berbagai keperluan. Chandra Asri menopang kebutuhan bahan baku domestik untuk memberikan nilai tambah bagi industri petrokimia dan memperkuat industri manufaktur di dalam negeri.

Dalam rangka pengembangan usaha dan produksi untuk memenuhi kebutuhan bahan baku plastik, PT. Chandra Asri Petrochemical masih terus melakukan pembangunan fasilitas – fasilitas pabrik guna mendukung peningkatan produksinya seperti pembuatan Bag Film Roll Production Plant agar produksi dan pengemasan bahan baku plastik dapat meningkat sehingga produktivitas material dan bahan yang dihasilkan dapat meningkat.

Tinjauan Pustaka

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang dikombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan dalam statika, dinamika, mekanika bahan, dan Analisa struktur untuk menghasilkan suatu struktur bangunan yang ekonomis dan aman selama masa layannya.

Baja adalah material yang berasal dari logam (campuran besi dan karbon) yang biasa digunakan untuk pembuatan benda yang memiliki kekuatan yang tinggi, bobot ringan, dan mudah dalam proses pelaksanaannya ataupun pembuatannya (McCormac, 2012). Baja memiliki sifat elastisitas dan daktilitas yang baik sehingga struktur baja dapat menahan deformasi kegagalan tegangan tarik pada struktur bawah bangunan. Persyaratan desain untuk material baja harus menggunakan metode desain kekuatan berdasarkan Desain Faktor Beban dan Ketahanan (DFBT) berdasarkan SNI 1729:2020.

2.1. Spesifikasi Material

Standard spesifikasi-spesifikasi yang menjadi acuan dan digunakan untuk Desain, Fabrikasi, dan Pemasangan Baja Struktural untuk Bangunan, antara lain:

AISC : American Institute of Steel Construction ANSI/AISC 360-10 Steel Construction Manual 14th Edition

JIS :Japanese Industrial Standard

AWS D 1.1 :Structural Welding Code Steel

ASTM A36 :Specification for Structural Steel

ASTM A307 :Specification for Carbon Steel Extremely Threated Standard Fasteners

ASTM A325 :Specification for Nigh Strength Bolts for Structural Steel Joints

ASTM A501 :Specification for Not-Formed welded and Steamless Carbon Steel Structural Tubing

SNI 03-1729-2002 “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung”.

Bahan material yang digunakan untuk struktur baja harus sesuai dengan Standar Industri Jepang (JIS) seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Standard Material

Materials	Standard	Title	Application
Steel Plate & Shapes SS400	JIS G 3101 JIS G 3192 JIS G 3193 JIS G 3194	Rolled Steel for General Structure Dimensions, Weight and Permissible Variations of Hot Rolled Steel Sections, etc.	Structural Steel
Light Gauge Steel SSC400	JIS G 3350	Light Gauge Steel for General Structure	Joist, Purline, Side Rail
Steel Pipe STK400	JIS G 3444	Carbon Steel Tubes for General Structural Purposes	Compression Brace, Post
High Strength Bolt F10T	JIS B 1186 or Equivalent Maker-standard	Sets of High Strength Hexagon Bolts, Hexagon Nuts and Plain Washers for Friction Grip Joint	Field Joints and Connections
Ordinary Bolt, Nut and Washers	JIS B 1180 JIS B 1181 JIS B 1256	Hexagon Head Bolts Hexagon Nuts Plain Washers	
Anchor Bolt SS400	JIS G 3101	Rolled Steel for General Structure	Column and Post Base
Checkered Plate SS400	JIS G 3101	Rolled Steel for General Structure	Steel Floor
Steel Grating	JIS G 3101	Rolled Steel for General Structure	Steel Floor
Turnbuckle	JIS A 5540	Turnbuckles for Structural Purpose	Tension Brace
Rails	JIS E 1101 JIS E 1103	Rails Light Rails	Rails for Crane, Portal Scrapper
Steel Pipe SGP	JIS G 3452	Carbon Steel Pipe for Ordinary Piping	Handrail
Welding Rod	JIS Z 3211	Covered Electrodes for Mild Steel	Shop Joints and Connections

2.2. Beban

Penentuan pembebanan pada proses perencanaan disesuaikan dengan peraturan pembebanan yang telah disusun oleh pihak PT. Chandra Asri Petrochemical selaku client atau owner. Kemudian nantinya akan dianalisa dengan menggunakan program bantu SAP 2000.

a) Beban Mati (D)

Berat satuan bahan harus sesuai dengan **Tabel 2.2** SKBI-1.3.53.1987 UDC:624.042

Tabel 2.2 SKBI-1.3.53.1987 UDC:624.042

Category	Dead Load
Structural Steel	7850 kg/m ³
Reinforced Concrete	2400 kg/m ³
Plain Concrete	2200 kg/m ³
Crushed Stone	1500 kg/m ³
Cement mortar	2000 kg/m ³
Soil above Ground Water Level	1700 kg/m ³
Ground water	1000 kg/m ³
Soil (Wet)	2000 kg/m ³
Sand (Dry)	1600 kg/m ³
Sand (Saturated)	1800 kg/m ³
Concrete Block Wall 150mm thick	300 kg/m ²
Concrete Block Wall 100mm thick	200 kg/m ²
Metal Roof	10 kg/m ²
Light partition	10 kg/m ²

b) Beban Hidup (L)

Beban hidup (*Live Load*) merupakan beban yang bekerja pada struktur dalam masa layannya dan timbul akibat penggunaan suatu struktur bangunan. Beberapa contoh beban hidup menurut kegunaan suatu bangunan ditampilkan dalam **tabel 2.3**

Tabel 2.3 Minimum Live Loads

Category	Dead Load
Office	250 kg/m ²
Storage	400 kg/m ²
Workshop	400 kg/m ²
Substation (Including Panel)	400 kg/m ²
Roof	100 kg/m ²
Access Platforms, Walkway and Stairs	300 kg/m ²
Operation Platform where Maintenance Work is Carried Out	350 kg/m ²

c) Beban Peralatan (E)

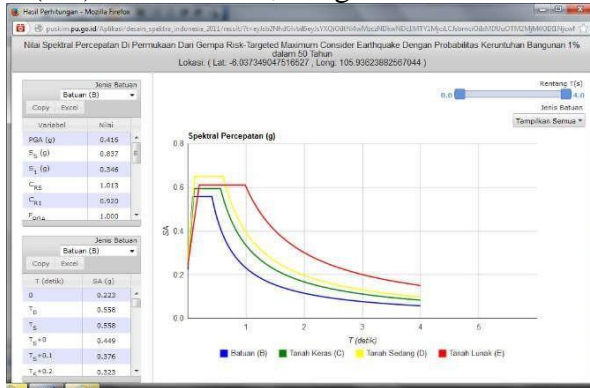
Beban peralatan diklasifikasikan sebagai 3 kasus berikut berdasarkan dengan kondisi pelaksanaan, seperti pemasangan, operasi dan pengujian

- Beban Peralatansaat Pemasangan(Ee)
- Beban peralatan saat Operasi (Eo)
- Beban Peralatan saat Pengujian (Et)

d) Beban Gempa (S)

Beban Gempa ditentukan sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1726. Parameter Seismik S_s dan S₁ ditentukan dengan menggunakan Desain Spektrum Respons Indonesia yang telah tersedia di website resmi berikut (Pemerintah Republik Indonesia).

Berdasarkan data lokasi geografis diatas maka besarnya nilai parameter seismik $S_s = 0,837$ g; $S_1 = 0,346$ g, sedangkan menurut faktor desainnya yaitu gudang adalah termasuk dalam kategori risiko IV dan faktor prioritasnya yaitu = 1,5. Kemudian koefisien lokasi adalah $F_a = 1$ dan $F_v = 1$, dengan koefisien ini, maka Respon Spektral SDS Percepatan = $(2 / 3) \times F_a \times S_s = 0,553$ g; $SD1 = (2/3) \times F_v \times S_1 = 0,230$ g.



Gambar 2.1 Grafik Spektral Percepatan

2.3. Kombinasi Beban

Bangunan baja, struktur baja, stabilitas pondasi, lubang, dan semua komponen struktur umumnya harus dirancang dengan kombinasi pembebanan berikut dengan dasar yang paling konservatif.

Kombinasi Beban untuk Steel Process Structures

- $(D + E_o + P + T + V + I_h^*) + L + L_r$ 1.0
- $(D + E_o + P + T + V) + (L + I_h) + L_r$ 1.0
- $(D + E_o + P + T + V + I_h^*) + L + (W \text{ or } S/1.4)$ 1.33
- $(D + E_o + P + T + V) + (L + I_h) + (W \text{ or } S/1.4)$ 1.33
- $0.6(D + E_e + P^{****} + I_h^*) + 0.6W$ 1.33
- $0.6(D + E_e + P^{****} + I_h^*) + 0.7S$ 1.33
- $D + E_t + P + I_h$ 1.33
- $D + E_e + P^{****} + L + I_h + B$ 1.33

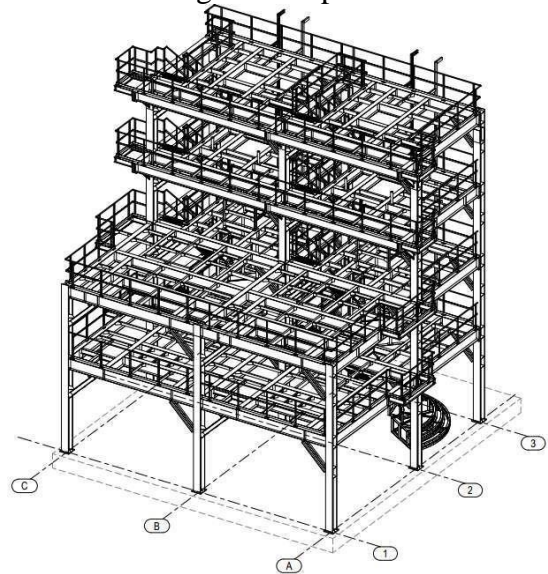
Metode Penelitian

Jenis penelitian dalam skripsi ini adalah penelitian kuantitatif, merupakan metode penelitian yang menggunakan proses data-data yang berupa angka sebagai alat menganalisis dan melakukan kajian penelitian, terutama mengenai apa yang sudah di teliti. Dalam penyusunan skripsi ini, peneliti menggunakan jenis dan pendekatan

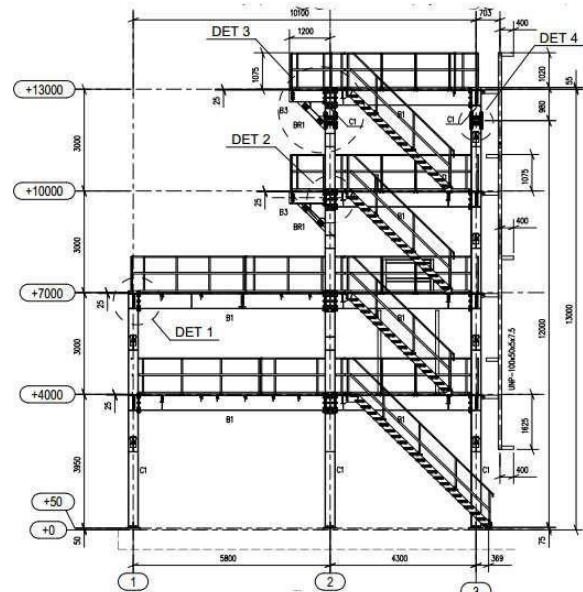
penelitian deskriptif kuantitatif dengan tujuan untuk membuat deskripsi, gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual, akurat mengenai faktor-faktor, sifat-sifat serta hubungan antara fenomena yang diselidiki.

1) Data Primer

Data primer merupakan sumber data utama dan kebutuhan mendasar dari penelitian ini. Sumber data diperoleh dari dokumen atau arsip dan pengamatan langsung saat dilapangan, selain itu data juga didapatkan dari penjelasan dan diskusi dengan manajer lapangan atau pelaksana lapangan. Beberapa dokumen akan dipilih berdasarkan kebutuhan penelitian, serta berkaitan dengan tema penelitian.



Gambar 2.2 3D Design BFR Tower



Gambar 2.3 Gambar Potongan BFR Tower

2) Data Sekunder

Sumber data sekunder adalah sumber data diluar kata-kata dan tindakan, sumber data

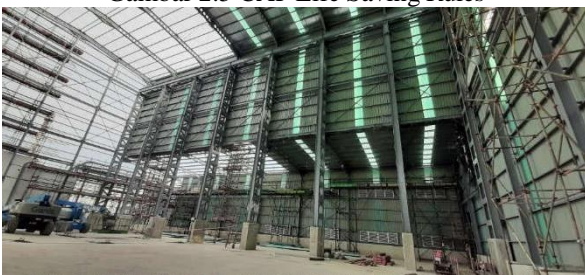
tersebut yakni sumber data tertulis. Sumber data ini dapat diperoleh dari buku, arsip, serta dokumentasi. Sumber data sekunder merupakan sumber data pelengkap yang berfungsi melengkapi data yang diperlukan oleh data primer.



Gambar 2.4 Rencana Jadwal Pekerjaan BFR Tower

CAP Life Saving Rules			
	Work with a valid work permit when required! Bekerja dengan surat izin yang sesuai!		Obtain authorization before entering a Confined Space! Memperoleh izin sebelum masuk Confined Space
	Verify isolation before work begins and use specified life protecting equipment! Verifikasi isolasi sebelum bekerja & gunakan peralatan keselamatan yang sesuai!		Conduct Gas Test when required! Melakukan gas test ketika diperlukan!
	Protect yourself against a fall when working at height! Lindungi diri dari jatuh saat bekerja di ketinggian!		Do not smoke outside designated areas! Dilarang merokok di luar area yang disediakan!
	Obtain authorization before overriding or disabling safety critical equipment! Mendapatkan otorisasi sebelum menonaktifkan atau override safety critical equipment!		Do not work under a crane or a suspended load! Dilarang berjarak di bawah crane/ beban yang tergantung!

Gambar 2.5 CAP Life Saving Rules



Gambar 2.6 Foto Lokasi Proyek

Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Struktur

- Material Properties

Berdasarkan dokumen spesifikasi material yang digunakan, berikut data property material yang digunakan untuk analisa pada software SAP2000:

Spesifikasi Material Baja	: JIS G3101
Steel Grade	: SS400
Yield Strength (Fy)	: 245 Mpa
Tensile Strength (Fu)	: 400 Mpa
Berat Jenis Baja	: 7850 kg/cm ³
Poisson Ratio	: 0.30
Modulus Elastisitas (E)	: 210000 Mpa
Bolt Grade	: SS400
Anchor Grade	: A307

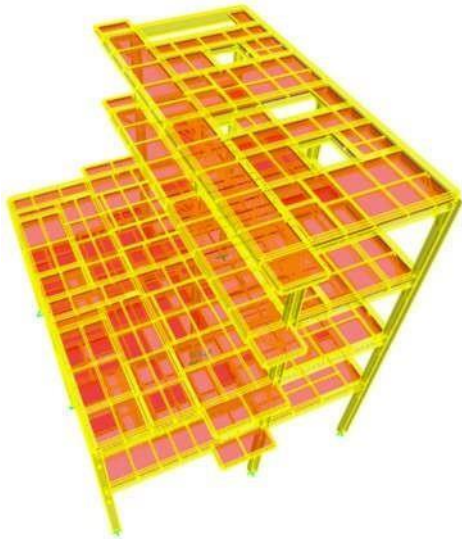
- Dimensi Profil

Tabel 4.1 Preliminary Desain Dimensi Profil

Tipe	Notasi	Dimensi Profil
Kolom	K1	H-300x300x10x15
Balok Utama	B1	WF-450x200x9x14
Balok Utama	B2	WF-400x200x8x13
Balok Utama	B3	WF-350x175x7x11
Balok Utama	B4	WF-250x125x6x9
Balok Utama	B5	WF-200x100x5.5x8
Balok Anak	J1	UNP-150x75x6.5
Balok Anak	J2	UNP-100x50x5
Bracing	BR1	2UNP-150x75x6.5

4.2. Modeling Struktur

Membuat modeling struktur yang akan dianalisa di dalam software SAP2000 dengan langkah pertama mendefinisikan beberapa data utama yang akan digunakan seperti data material, data beban, data profil batang yang digunakan dan data beban gempa yang digunakan.



Gambar 4.1 3d Modeling Extrude View Membuat gambar modeling struktur bangunan dengan membuat titik joint pada tiap elevasi sesuai dengan data yang ada pada gambar desain, kemudian buat garis atau batang profil struktur menggunakan menu *Draw Frame/Cable*, kemudian tarik garis dari tiap joint yang sudah dibuat, pada saat membuat tarikan gambar frame jangan lupa untuk merubah *frame section* sesuai dengan gambar desain agar profil yang tergambar tidak menjadi satu ukuran yang sama

4.3. Input Beban

- Beban Elevasi +4.000

a. Equipment AB650

Total berat mesin : 1090 kg
 Jumlah titik tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $1090/4 = 272.5$ kg
 Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 272.5 = 81.75$ kg

b. Equipment Panel Listrik

Total berat mesin : 2330 kg
 Jumlah tumpuan : 3 batang, sepanjang 2.95m
 Input beban pertumpuan : $(2330/2.95)/3 = 263.3$ kg/m

c. Lantai Grating

Heavy Duty Grating tebal 25mm = 39 kg/m²

d. Beban Hidup

Untuk input beban hidup dimana struktur bangunan ini termasuk struktur lantai bertingkat dan kegiatan operasional atau maintenance juga berjalan, maka besarnya beban hidup yang digunakan = 350 kg/m²

- Beban Elevasi +7.000

a. Equipment AB900

Total berat mesin : 195 kg
 Jumlah titik tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $195/4 = 48.75$ kg

Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 48.75 = 14.625$ kg

b. Equipment Panel Mesin

Total berat mesin : 2700 kg
 Jumlah tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $2700/4 = 675$ kg
 Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 675 = 202.5$ kg

c. Equipment pendukung panel mesin

Total berat mesin : 1003 kg
 Jumlah tumpuan : 1 batang, sepanjang 5.75m
 Input beban pertumpuan : $1003/5.75 = 174.43$ kg/m

d. Lantai Grating

Heavy Duty Grating tebal 25mm = 39 kg/m²

e. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan = 350 kg/m²

- Beban Elevasi +10.000

a. Equipment AB650

Total berat mesin : 340 kg
 Jumlah titik tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $340/4 = 85$ kg
 Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 85 = 25.5$ kg

b. Lantai Grating

Heavy Duty Grating tebal 25mm = 39 kg/m²

c. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan = 350 kg/m²

- Beban Elevasi +13.000

a. Equipment AB650

Total berat mesin : 3000 kg
 Jumlah titik tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $3000/4 = 750$ kg
 Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 750 = 225$ kg

b. Equipment panel mesin

Total berat mesin : 200 kg
 Jumlah tumpuan : 4 titik
 Input beban pertumpuan : $200/4 = 50$ kg
 Beban lateral sebesar 30% dari beban 1 titik =
 $30\% \times 50 = 15$ kg

c. Lantai Grating

Heavy Duty Grating tebal 25mm = 39 kg/m²

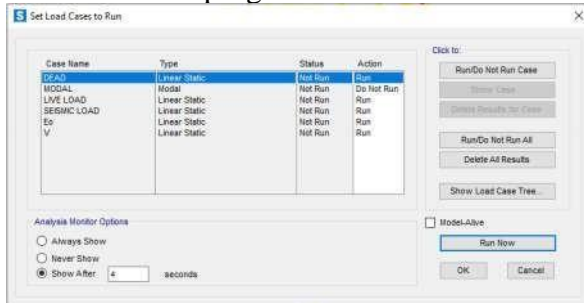
d. Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan = 350 kg/m²

4.4. Pembahasan

Setelah modeling struktur selesai dan semua beban-beban yang bekerja sudah dimasukkan ke dalam struktur, langkah selanjutnya untuk mengetahui apakah struktur tersebut kuat untuk menahan beban yang

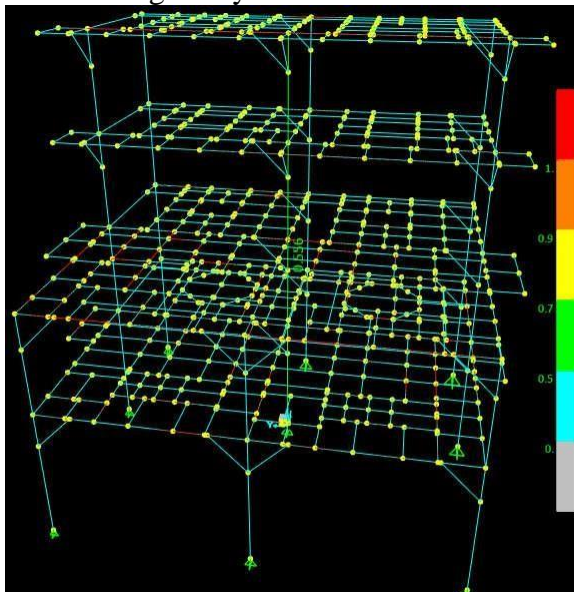
bekerja maka harus dilakukan proses *Running Analysis* pada program SAP2000, menu untuk melakukan perintah tersebut berada di menu *Analyze > Run Analysis > Setting* tampilan seperti pada gambar 4.2 di bawah *> Run Now*. Lalu tunggu sejenak hingga hasil analisa yang dilakukan oleh program SAP2000 ini selesai.



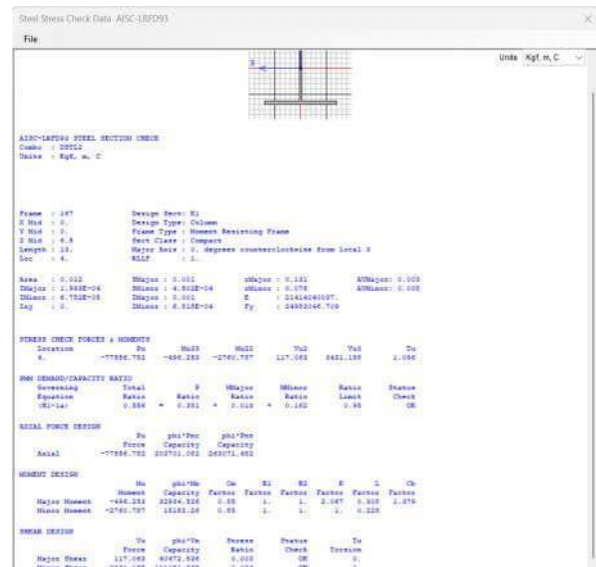
Gambar 4.2 Set Load Cases to Run

a. Steel Stress Ratio

Nilai stress ratio yang ditampilkan pada gambar di atas adalah nilai stress ratio kumulatif dari unsur P (axial) dan M (momen), baik untuk sumbu lemah maupun sumbu kuatnya. Sedangkan nilai stress ratio untuk geser (baik untuk sumbu major dan minor) terpisah dari nilai stress rasio P-M atau dengan kata lain tidak ikut dijumlahkan. Sehingga suatu batang struktur bisa saja memiliki nilai P-M ratio yang masih dalam kategori aman (nilainya kurang dari 1) namun ternyata masuk dalam kategori fail jika stress ratio untuk gesernya lebih dari 1.



Gambar 4.3 Nilai Stress Ratio Tertinggi



Gambar 4.4 Detail Data Stress Ratio Tertinggi

Jika diamati, terlihat bahwa penyumbang nilai stress ratio terbesar akibat beban kombinasi DSTL 2, dimana faktor beban yang bekerja adalah 1.2 Beban Mati + 1.6 Beban Hidup, nilai stress ratio tertinggi yang dihasilkan akibat beban tersebut sebesar 0.556, nilai tersebut masih jauh dari nilai ratio maksimum yaitu 1, serta dari data yang ada pada gambar

4.4 bahwa semua angka yang dihasilkan masih berada pada angka aman, tidak ada keterangan kritikal pada batang profil yang telah dianalisa, sehingga dapat ditarik kesimpulan dari nilai stress ratio $0.556 < 1$, desain struktur yang direncanakan aman untuk menahan beban yang bekerja.

b. Deflection

- Kolom

Cek nilai lendutan kolom:

- Level +4.000

$$\Delta < h/500\text{mm}$$

$$11.734 < 13000/500$$

$$11.734 \text{ mm} < 26 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

- Level +10.000

$$\Delta < h/500\text{mm}$$

$$15.273 < 13000/500$$

$$15.273 \text{ mm} < 26 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

- Level +7.000

$$\Delta < h/500\text{mm}$$

$$14.730 < 13000/500$$

$$14.730 \text{ mm} < 26 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

- Level +10.000

$$\Delta < h/500\text{mm}$$

$$15.298 < 13000/500$$

$$15.298 \text{ mm} < 26 \text{ mm} \dots \text{OK}$$

- **Balok El. +4.000**

Cek lendutan balok elevasi +4.000

$$\Delta < L/240\text{mm}$$

$$2.838 < 5750/240$$

$$2.838 \text{ mm} < 23.958 \text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

- **Balok El. +7.000**

Cek lendutan balok elevasi +7.000

$$\Delta < L/240\text{mm}$$

$$6.02 < 5800/240$$

$$6.02 \text{ mm} < 24.167 \text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

- **Balok El. +10.000**

Cek lendutan balok elevasi +10.000

$$\Delta < L/240\text{mm}$$

$$1.792 < 5750/240$$

$$1.792 \text{ mm} < 23.958 \text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

- **Balok El. +13.000**

Cek lendutan balok elevasi +13.000

$$\Delta < L/240\text{mm}$$

$$2.377 < 5750/240$$

$$2.377 \text{ mm} < 23.958 \text{ mm} \dots\dots \text{OK}$$

Kesimpulan

Pada langkah preliminary desain sebelumnya telah direncanakan untuk dimensi profil baja yang digunakan, setelah dilakukan analisa struktur menggunakan software SAP2000 didapat dimensi profil yang kuat dan aman digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Kolom (K1) : H-300x300x10x15
- b. Balok Utama (B1) : WF-450x200x9x14
- c. Balok Utama (B2) : WF-400x200x8x13
- d. Balok Utama (B3) : WF-350x175x7x11
- e. Balok Utama (B4) : WF-250x125x6x9
- f. Balok Utama (B5) : WF-200x100x5.5x8
- g. Balok Anak (J1) : UNP-150x75x6.5
- h. Balok Anak (J2) : UNP-100x50x5
- i. Bracing (BR1) : 2UNP-150x75x6.5

Hasil nilai stress ratio tertinggi yang dihasilkan akibat beban tersebut sebesar 0.556, nilai tersebut masih jauh dari nilai ratio maksimum yaitu 1, serta semua nilai pada struktur rangka yang dihasilkan masih berada pada angka aman, tidak ada keterangan kritikal pada batang profil yang telah dianalisa, sehingga dapat ditarik kesimpulan dari nilai stress ratio **0.556 < 1**, desain struktur yang direncanakan aman untuk menahan beban yang bekerja. Serta untuk hasil **lendutan** terbesar pada kolom sebesar **15.298**

masih dibawah nilai yang disyaratkan pada SNI 03-1729-2002 yaitu h/500, untuk hasil **lendutan** terbesar pada balok sebesar **6.02** masih dibawah nilai yang disyaratkan L/240. Berdasarkan hasil lendutan tersebut terlihat bahwa nilai yang dihasilkan masih dibawah standard yang digunakan sehingga desain struktur yang direncanakan aman dan kuat menahan beban yang bekerja.

Daftar Pustaka

- Bahari Tanjung, Andhini dkk. *EVALUASI STRUKTUR ATAS GEDUNG TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMUNIKASI PNJ*. 2022. *Prosiding Online, e-ISSN 2715-5668*, 138-149
- Fathiyah, Nurul dkk. *Permodelan Konstruksi Rumah Aceh Menggunakan Baja Sebagai Material Alternatif. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*. 2021. *e-ISSN 2615-1340, p-ISSN 2620-7567*, 110-123
- Gustavian Taruk, Hans dkk. *Perancangan Gedung Student Center and Park ITNY dengan Konstruksi Baja*. 2021. *EQUILIB, Vol.02, No.01, e-ISSN 2622-0180, p-ISSN 2622-2663*, 31-42
- Hawari Jafar, M. dkk. *Perencanaan Gedung Parkir Motor UNIS Tangerang Menggunakan Konstruksi Baja*. 2021. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik UNIS, Vol.02, No.01*, 30-36
- Isdyanto, Andi. *Analisis Struktur Bangunan Rumah Sakit Pratama Kabupaten Sinjai dengan SAP2000 Versi 14*. 2021. *Bandar: Journal of Civil Engineering, Vol.03, No.02*. 43-50
- Oentoeng. (1999). *Konstruksi Baja*. Surabaya: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Kristen PETRA Surabaya.
- PT. Chandra Asri Petrochemical (2019). *Laporan Keberlanjutan (Sustainability Report)*, 12-19
- PT. Chandra Asri Petrochemical. *Engineering Specification for Design Loading, Document No. EGD/C/ES/001/00*, Cilegon. 2013

- PT. Chandra Asri Petrochemical. *Engineering Specification for Steel Structures, Document No. EGD/C/ES/004/00*, Cilegon. 2013
- Salmon, Charles G. dan John E Johnson. (1997). *Struktur Baja, Edisi Kedua, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Sarwono, Jonathan. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Satyarno, Iman. Purbolaras Nawangalam. dan R. Indra Pratomo P. (2012). *Belajar SAP2000, Seri 1, Edisi Kedua*. Yogyakarta: Zamil Publishing.
- Setiawan, Agus. (2008). *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD*. Jakarta: Erlangga.
- SNI 03-1729:2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.
- SNI 1729:2005 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- SNI 1729:2020 Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural.
- Suwa Muda, Jenny dkk. *Perencanaan Struktur Gedung Kantor Dishub Kota Pagar Alam Berbasis Program SAP2000*. 2017. *Jurnal Ilmiah Bering's, Vol.04, No.02. ISSN 2355-617x*, 51-67