

ANALISA PEMBEBANAN JEMBATAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE SAP2000* (Studi Kasus: Jembatan Panglima Sampul. Kec. Tebing Tinggi. Kab. Kepulauan Meranti)

Hamzah¹, Noerdin Basir²

Politeknik Negeri Bengkalis, Jalan Bathin Alam. Sungai Alam

amzahbks386@gmail.com¹, noerbas@polbeng.ac.id²

Abstrak

Infrastruktur transportasi sangat penting untuk membuat aktivitas manusia lebih cepat dan mudah. Bangunan jembatan adalah komponen infrastruktur transportasi yang sangat penting. Jembatan memiliki fungsi utama untuk menghubungkan dua daerah yang terhalang oleh rintangan, seperti sungai, lembah, selat atau laut, saluran, jalan raya, dan jalan kereta api. Jembatan Panglima Sampul adalah salah satunya, karena menghubungkan jalan antar daerah yang terputus oleh sungai. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar beban yang terjadi di jembatan panglima sampul dengan menggunakan software SAP2000. Dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan nilai beban mati sendiri (MS) 375,82 kN, beban mati tambahan (MA) untuk lapis aspal + overlay 6,6 kN/m², trotoar 13,75 kN, pipa raling 0,803 kN, pejalan kaki 12,5 kN, dan beban truk beban terbagi merata 6,75 kN/m², beban garis terpusat 67,62 kN/m dan gaya Rem 146,5 kN. Untuk hasil analisa SAP2000 didapatkan gaya tekan terbesar pada kondisi kuat yaitu 3874,88 kN/m pada kondisi layan 2142,92. Untuk gaya tarik terbesar pada kondisi kuat 1763,5 kN/m pada kondisi layan 1111,29 kN/m. Untuk momen terbesar yaitu 619,56 kN dan untuk geser terbesar yaitu 497,73.

Kata Kunci: Jembatan Rangka, SAP2000, Kondisi Kuat, Kondisi Layan

Abstract

Transportation infrastructure is essential to make human activities faster and easier. Bridge buildings are a very important component of transportation infrastructure. Bridges have main function to connect two areas that are blocked by obstacles, such as rivers, valleys, straits or seas, channels, highways, and railways. Panglima Sampul Bridge is one of them, because it connects the road between areas that are cut off by the river. In this study aims to determine how much load occurs on the panglima sampul bridge using SAP2000 software. From the results of the analysis carried out, the value of the dead load itself was obtained (MS) 375.82 kN, additional dead load (MA) for asphalt + overlay layers 6.6 kN / m², sidewalks 13.75 kN, railing pipe 0.803 kN, pedestrian 12.5 kN, and truck load 6.75 kN/m² evenly divided 6.75 kN/m², centered line load 67.62 kN/m and Brake force 146.5kN. for the results of the SAP2000 analysis, the largest compressive force is obtained in strong conditions, namely 3874.88 kN. strong condition, namely 3874.88 kN / m in the service condition of 2142.92. For the largest tensile force in strong condition 1763.5 kN / m in service condition 1111.29 kN / m. For the moment is 619.56 kN and for the largest shear is 497.73 kN/m.

Keywords: Truss Bridge, SAP2000, Strong Condition, Service Condition

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, jembatan rangka telah digunakan sejak tahun 1945 hingga saat ini dan banyak yang telah melampaui umur rencana dan tidak dapat diganti karena keterbatasan sumber daya yang tersedia akibat kurangnya perawatan, banyak jembatan rangka baja yang rusak dan rusak berat sehingga mengakibatkan jembatan ambruk [1]. Prasarana akses transportasi memegang peranan yang sangat penting dalam menunjang aktivitas manusia agar lebih cepat dan mudah. Pembangunan jembatan memegang peranan penting dalam infrastruktur transportasi.

Jembatan merupakan sesuatu struktur yang membolehkan rute transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalur raya, jalur kereta api. Jembatan serta jalur sangat berfungsi berarti sebab ialah tulang punggung sistem transportasi. Bila sesuatu jembatan runtuh ataupun tidak berperan dengan baik (hadapi kegagalan guna), hingga hendak mengusik guna sistem transportasi. Runtuhnya jembatan secara seketika bisa menyebabkan akibat negatif ataupun kerugian yang tidak sedikit. Salah satu pemicu runtuhnya jembatan merupakan overload ataupun terdapatnya kendaraan kelebihan muatan melintasi jembatan. Penilaian jembatan perlu dilakukan untuk mengenali apakah suatu jembatan masih layak dalam

menahan beban- beban lalu- lintas yang melewati jembatan tersebut [2].

Runtuhnya suatu jembatan secara tiba-tiba dapat menimbulkan dampak negatif dan kerugian yang cukup besar. Salah satu penyebab ambruknya jembatan adalah kelebihan beban atau adanya kendaraan yang kelebihan beban saat melintasi jembatan [3].



Gambar 1 Jembatan Panglima Sampul
Sumber : Dokumentasi Lapangan, 2024

Jembatan yang ada di wilayah Desa Alai Kecamatan Tebing Tinggi Barat, Kab. Kepulauan Meranti. Yang dibangun pada tahun 2002 jembatan ini adalah jembatan jenis rangka baja yang merupakan akses penting bagi masyarakat tidak hanya tebing tinggi akan tetapi pulau merbau, merbau dan tasik putri puyuh. Jembatan ini dulu dibangun pemkab bengkalis sebelum pemekaran kepulauan meranti dan semenjak mekar tidak pernah mendapat pemugaran atau perawatan meski sering dilalui aktivitas padat. Sebelum jembatan panglima ini roboh sudah banyak kegagalan mulai dari bunyi hingga getaran yang tidak wajar pada tanggal 22 Mei 2024 siang jembatan itu ambruk, robohnya jembatan ini menyebabkan warga harus berputar arah sekitar 1 jam lebih arus sampai ke kota selat panjang harus melewati paling tidak 5 desa akan tetapi akses sementara adalah pembuatan kempang dari Alai – Desa Gogok.

Jembatan rangka baja merupakan struktur jembatan yang bahan dasarnya adalah profil baja sehingga menghasilkan bentuk segitiga

lateral pada tumpuan lateral [4]. Penggunaan baja dalam konstruksi jembatan memiliki keunggulan dibandingkan beton dan kayu:

- a. Baja adalah bahan yang kuat dan tahan terhadap cuaca; ada jenis baja yang tidak perlu dicat untuk melindunginya; dan karena volumenya yang lebih sedikit, baja lebih murah dari kayu dan beton.
- b. Mahalnya biaya pemasangan
- c. Jadwal konstruksi yang disesuaikan
- d. Tingkat tinggi keselamatan kerja
- e. Memasanginya mudah.
- f. Elemen struktur dapat dibuat dan diproduksi secara besar-besaran di pabrik.
- g. Bongkar pasang dapat dilakukan dengan cepat tanpa membuang bahan.
- h. Membutuhkan ruang kerja yang lebih sempit.
- i. Dapat mengikuti jenis arsitektur tertentu.
- j. Ramah lingkungan, dapat digunakan sebagai pengganti kayu dalam konstruksi.[5]

Hanya saja penggunaan baja juga memiliki kelemahan dibandingkan beton dan kayu, sebagai berikut :

- a. Korosi
Baja rentan terhadap korosi jika tidak dirawat dengan baik. Kondisi lingkungan seperti kelembapan tinggi atau paparan garam dapat mempercepat proses korosi, yang dapat mengurangi kekuatan dan umur jembatan.
- b. Biaya Perawatan
Meskipun baja itu sendiri mungkin terjangkau, perawatan jembatan rangka baja bisa mahal. Pemeliharaan rutin seperti pengecatan dan perlindungan dari korosi perlu dilakukan untuk memastikan umur panjang struktur.
- c. Kapasitas Beban
Jembatan rangka baja mungkin memiliki batasan dalam hal kapasitas beban dibandingkan dengan beberapa jenis jembatan lainnya. Beban berlebih atau beban dinamis dapat mempengaruhi kekuatan dan stabilitas jembatan.
- d. Keterbatasan Estetika

Meskipun ada variasi desain, beberapa orang mungkin merasa bahwa jembatan rangka baja kurang estetis dibandingkan dengan jembatan yang terbuat dari bahan lain, seperti beton atau batu.

e. Pengaruh Suhu Ekstrem

Baja dapat mengalami perubahan dalam kekuatan dan fleksibilitas tergantung pada suhu lingkungan. Suhu tinggi atau rendah dapat mempengaruhi kemampuan struktural baja.

f. Kesulitan Konstruksi

Proses konstruksi jembatan rangka baja sering kali memerlukan peralatan dan keahlian khusus, terutama untuk pengelasan dan pemasangan yang tepat.

g. Tahanan terhadap Gempa

Dalam beberapa kasus, jembatan rangka baja mungkin tidak sekuat jembatan beton bertulang dalam menghadapi gempa bumi, tergantung pada desain dan metode konstruksi yang digunakan

2. METODOLOGI

A. Analisa Menggunakan Software SAP2000

Program Analisis Struktural (SAP2000) adalah salah satu program yang paling umum digunakan untuk menganalisis struktur bangunan beton atau baja bertulang. Program SAP2000 dapat melakukan perhitungan analisis struktur statis dan dinamis ketika merancang penampang struktur beton atau baja bertulang. SAP2000 juga menyediakan metode antarmuka grafis yang mudah digunakan dalam proses melakukan analisis structural [6]. SAP2000 sangat cocok untuk perancangan jembatan karena sudah memiliki menu-menu yang diperlukan untuk perancangan dan menyederhanakan perhitungan gaya-gaya dalam konstruksi jembatan [7]. Analisis struktur dilakukan dengan program SAP2000 v.20.0.0 untuk mengetahui gaya-gaya dalam akibat beban-beban yang ada [3].

Hanya saja software SAP2000 ini memiliki kelemahan yaitu kurva belajar yang tinggi, keterbatasan dalam desain detil, biaya yang mahal, Keterbatasan untuk Analisis Dinamis

Lanjutan, Penggunaan Memori dan Prosesor, Meskipun demikian, banyak insinyur dan firma konstruksi menemukan SAP2000 sebagai alat yang sangat kuat dan berguna untuk kebutuhan analisis dan desain struktural mereka.

B. Kodefikasi Struktur Rangka Jembatan

Data ini merupakan data dimensi komponen fisik, jembatan ini digunakan untuk memahami status jembatan saat ini dan menyelesaikan setiap permasalahan yang muncul. Berikut data hasil survei: [8]

Panjang Jembatan Rangka	: 60 Meter
Jumlah Lajur	: 2 Lajur
Lebar Jalur Kendaraan	: 6 Meter
Lebar Jembatan	: 7,8 Meter
Tinggi Jembatan	: 6 Meter
Lebar Trotoar	: 0,5 Meter
Tinggi Trotoar	: 250 mm
Tebal Slab	: 200 mm

C. Material Jembatan

Pada jembatan Panglima Sampul terdiri atas dua jenis material yaitu beton dan baja. Dalam penelitian ini reaksi komposit tidak diperhitungkan sehingga hanya mutu material baja saja yang digunakan. Tetapi dalam memodelkan *slab* jembatan perlu adanya mutu beton, maka dalam penelitian ini mutu beton mengacu pada Pedoman Penentuan *Bridge Load Rating* untuk jembatan dilokasi. Pada pembangunan jembatan setelah tahun 1970

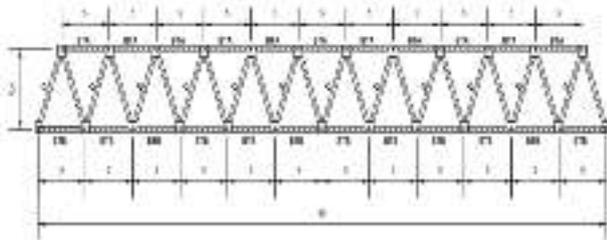
maka kuat tekan beton bertulang plat lantai ditentukan sebesar 22 MPa. Penentuan nilai mutu material baja tergantung dengan karakteristik struktur baja berdasarkan tahun pembangunan yang dijelaskan sesuai pedoman penentuan kapasitas beban jembatan, maka digunakan mutu material baja sebagai berikut:

- Mutu Beton (f^c) : 22 MPa
- Tegangan Putus (f_u) : 360 MPa
- Tegangan Leleh (f_y) : 250 Mpa [9]

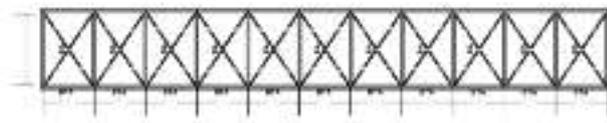
D. Pengumpulan Data Profil Jembatan

Data profil jembatan panglima sampul penelitian ini berasal dari pengukuran langsung di lapangan; jembatan ini memiliki beberapa profil dalam komponen rangkanya, dan

sebagian besar profil yang digunakan adalah profil WF. [9]



Gambar 2 Kodefikasi Rangka Jembatan Panglima Sampul Tampak Samping
Sumber : Olahan Data, 2024



Gambar 3 Kodefikasi Rangka Jembatan Panglima Sampul Tampak Atas
Sumber : Olahan Data, 2024



Gambar 4 Kodefikasi Rangka Jembatan Panglima Sampul Tampak Bawah
Sumber : Olahan Data, 2024

a. Rangka Diagonal

Elemen rangka diagonal menggunakan profil *wide-flange* yang membentuk rangka diagonal dengan dimensi berbeda. [9]. Bisa dilihat pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Dimensi Profil Rangka Diagonal

Rekapitulasi Profil Baja			
Elemen		Dimensi Profil	Kode
Batang Diagonal	WF	400.400.20.20	D

Sumber : Olahan Data, 2024

b. Rangka Batang Tepi

Elemen rangka tepi menggunakan profil *wide-flange* dan membentuk rangka jembatan utama, yang dapat dilihat seperti pada tabel 2 berikut [9]:

Tabel 2 Dimensi Profil Rangka Batang Tepi

Rekapitulasi Profil Baja			
Elemen		Dimensi Profil	Kode
Batang Tepi Bawah	WF	400.400.20.20	BTB
Batang Tepi Atas	WF	400.400.20.20	BTA

Elemen		Dimensi Profil	Kode
Batang Tepi Bawah	WF	400.400.20.20	BTB
Batang Tepi Atas	WF	400.400.20.20	BTA

Sumber : Olahan Data, 2024

c. Rangka Atas

Pada elemen rangka atas , digunakan profil *wide-flange* yang menyusun rangka utama jembatan dengan dimensi yang dapat dilihat seperti pada Tabel 3 berikut [9]:

Tabel 3 Dimensi Profil Rangka Atas

Sumber : Olahan Data, 2024

d. Gelagar

Pada elemen gelagar , digunakan profil *wide-flange* yang menggunakan rangka utama jembatan dengan dimensi yang dapat dilihat seperti pada Tabel 4 berikut [9]:

Tabel 4 Dimensi Profil Gelagar

Rekapitulasi Profil Baja			
Elemen		Dimensi Profil	Kode
Gelagar Melintang	WF	800.400.30.30	GM
Gelagar Menerus	WF	400.400.15.15	GT

Sumber : Olahan Data, 2024

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembebanan

a. Beban Mati

Beban mati merupakan seluruh beban mati yang diakibatkan oleh berat mati jembatan atau

Rekapitulasi Profil Baja			
Elemen		Dimensi Profil	Kode
Bracing	WF	200.200.5.5	BA
Bracing melintang	WF	300.300.10.10	BMA

bagian jembatan yang diuji, termasuk seluruh elemennya. Penambahan yang dipertimbangkan akan membentuk unit permanen [10]. Hasil dari pemodelan SAP2000 didapatkan nilai berat mati sendiri struktur sebesar 375,82 kN.

b. Beban Hidup

Beban hidup merupakan segala beban yang diakibatkan oleh berat kendaraan yang bergerak/lalu lintas dan/atau pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan [10]. Dalam

penelitian ini, tambahan perhitungan bobot mati berikut:

$$\begin{aligned} \text{Lapisan Aspal + Overlay} & \\ \text{Lebar Jalur} &= 6 \text{ m} \\ \text{Tebal Aspal + Overlay} &= 0,05 \text{ m} \\ \text{Berat Jenis Aspal} &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Beban Akibat Aspal} &= 6 \times 0,05 \times 22 \\ &= 6,6 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Lebar jalur jembatan tersebut adalah 6 m, maka pada pelat lantai dari ujung ke ujungnya diberi berat beban aspal sebesar 6,6 kN/m.

c. Trotoar

Beban jalan dihitung untuk setiap panjang 5 meter, dan didistribusikan ke setiap titik buhul jembatan.

$$\begin{aligned} \text{Tebal trotoar} &= 0,25 \text{ m} \\ \text{Panjang tinjauan} &= 5 \text{ m} \\ \text{Lebar trotoar} &= 0,5 \text{ m} \\ \text{Berat jenis beton} &= 22 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Beban akibat trotoar} &= 0,25 \times 5 \times 0,5 \times 22 \\ &= 13,75 \text{ kN} \end{aligned}$$

Hal ini dapat diketahui bahwa besar nilai beban titik akibat trotoar di tiap buhul sebesar 13,75 kN.

d. Pipa Railing

Terdapat 2 baris pipa railing pada jembatan kemudian dihitung sepanjang segmen jembatan dan dibagikan ke setiap titik buhul.

$$\begin{aligned} \text{Panjang pipa railing} &= 60 \text{ m} \\ \text{Jumlah titik buhul} &= 26 \\ \text{Berat jenis pipa railing} &= 0,087 \text{ kN/m} \\ \text{Beban akibat pipa railing} &= (2 \times 60 \times 0,087)/13 \\ &= 0,803 \text{ kN} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas, pada tiap titik buhul diberi beban dengan pipa railing sebesar 0,803 kN.

B. Beban Lalu Lintas

Untuk menentukan beban lalu lintas digunakan kombinasi beban lajur, gaya pengereman, dan beban pejalan kaki berdasarkan SNI 1725: 2016 untuk beban jembatan seperti dijelaskan di bawah ini.

1. Beban Lajur "D" (TD)

a. Beban terbagi Merata (BTR)

Dengan panjang jembatan sepanjang 60 m, $L \geq 30$ m, maka beban terbagi merata (BTR).

$$\begin{aligned} q &= 9,0 \times (0,5 + (15/L)) \\ &= 9,0 \times (0,5 + (15/60)) \\ &= 6,75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. Beban garis terpusat (BGT)

$$P = 49 \text{ kN/m}$$

besarnya faktor beban dinamis (FBD) dengan bentang 60 meter dapat diperoleh dari grafik SNI 1725:2016. Maka,

$$\begin{aligned} \text{BGT} &= \text{FBD} \times p \\ &= 138\% \times 49 \\ &= 67,62 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

a. Gaya Rem (TB)

Gaya pengereman harus diatur sebesar 25% dari berat gandar rencana truk, atau 5% dari berat rencana truk ditambah beban lajur merata (BTR).

$$\begin{aligned} \text{TB1} &= 25\% \times 225 \\ &= 56,25 \text{ kN} \\ \text{TB2} &= 5\% \times (\text{TT} + (\text{BTR} \times L \times B)) \\ &= 5\% \times (500 + (6,75 \times 60 \times 6)) \\ &= 146,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

Diambil nilai yang terbesar yaitu TB2 = 146,5 kN Titik tangkap rem (dari profil bawah)

$$\begin{aligned} Y &= \frac{1}{2} \times H_{\text{profil}} + t_{\text{plat}} + t_{\text{aspal}} + 1,8 \\ &= \frac{1}{2} \times 0,4 + 0,4 + 0,05 + 1,8 \\ &= 1,325 \text{ m} \end{aligned}$$

Gaya rem untuk titik buhul

$$\begin{aligned} \text{PB1 (atas)} &= (\text{TB} \times y) / H \times (1/n \text{ atas}) \\ &= ((146,5 \times 1,325)/6) \times 1/11 \\ &= 2,941 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PB2 (bawah)} &= ((\text{TB} \times (H-y))/H) \times (1/n \text{ bawah}) \\ &= ((146,5 \times (6 - 1,325))/6) \times (1/13) \\ &= 8,780 \text{ kN} \end{aligned}$$

b. Beban Pejalan Kaki (Tp)

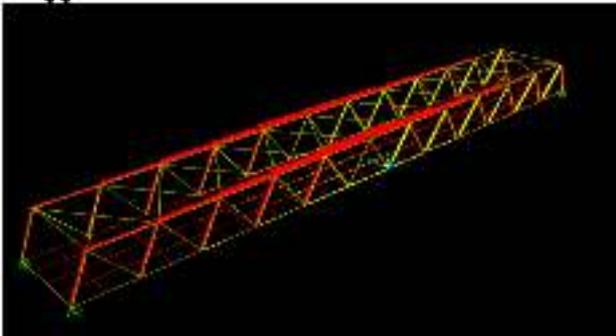
Menurut SNI 1725:2016, pembebanan jembatan, komponen trotoar jembatan dengan

lebar lebih dari 60 mm harus dirancang untuk memikul beban pejalan kaki dengan intensitas sebesar 5 kPa dan dianggap bekerja bersamaan dengan beban kendaraan. Perhitungan untuk beban pejalan kaki dapat ditemukan di sini.

$$\begin{aligned} \text{Lebar trotoar} &= 0,5 \text{ m} \\ q &= 5 \text{ kPa} \\ \text{Panjang segmen} &= 5 \text{ m} \\ \text{Beban pejalan kaki} &= 0,5 \times 5 \times 5 \\ &= 12,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

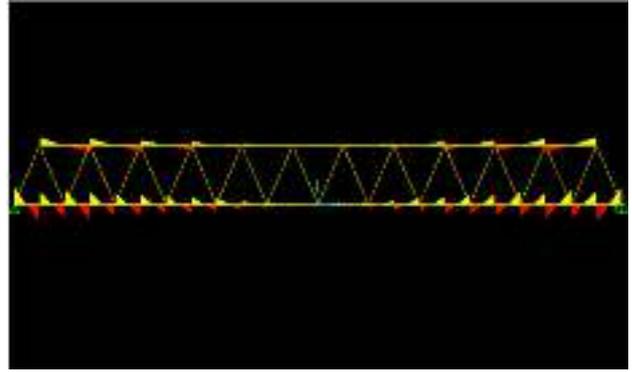
c. Hasil Analisis Menggunakan SAP2000

Bab ini menyajikan hasil analisis gaya-gaya dalam yang ditimbulkan oleh beban rencana, kekuatan internal ini ditentukan dari analisis SAP2000 yang sedang berlangsung. Di bawah ini adalah hasil eksekusi SAP2000, yang dapat dilihat pada Gambar 5 hingga 7 dan tabulasi gaya-gaya dalam dapat dilihat pada Tabel 5 hingga 9.



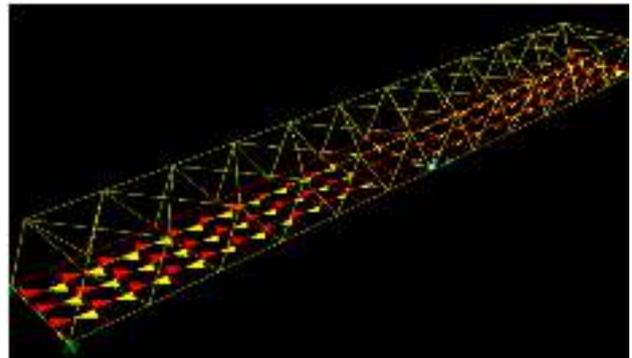
Gambar 5 *Running Linear Analysis - Axial Forces*
Sumber : Olahan Data, 2024

Gambar 5 di atas merupakan hasil gaya aksial (gaya yang bekerja sepanjang sumbu elemen) yang terjadi pada elemen struktur seperti kolom, balok, dan elemen rangka lainnya. Gaya aksial ini menghasilkan gaya tarik atau tekan yang bekerja linier terhadap beban yang diberikan pada struktur.



Gambar 6 *Running Linear Analysis-Momen 2-2*
Sumber : Olahan Data, 2024

Gambar 6 merupakan hasil menganalisis respons struktur terhadap momen lentur yang terjadi di sekitar sumbu lokal 2 (biasanya disebut sebagai sumbu kuat atau sumbu lentur utama) pada elemen struktural seperti balok atau kolom. Momen 2-2 terjadi ketika beban menyebabkan elemen struktural melentur di sekitar sumbu tersebut.



Gambar 7 *Running Linear Analysis - Moment 3-3*
Sumber : Olahan Data, 2024

Gambar 7 di atas merupakan hasil analisis respon struktur terhadap momen lentur yang terjadi pada sumbu lokal 3-3 (sering disebut sumbu lemah atau sumbu minor) suatu elemen struktur seperti balok atau kolom. Ketika suatu bagian struktur membengkok pada sumbu ini karena adanya beban, maka timbul momen 3-3.

Adapun rekapitulasi gaya yang didapatkan dari SAP2000 dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

d. Gaya Tekan Aksial

Gaya tekan terfaktor pada SAP2000 adalah hasil dari analisis struktur dengan beban-beban

yang telah difaktorkan sesuai dengan standar desain. Hasil ini digunakan untuk mengevaluasi apakah elemen struktural, batang tepi ,batang diagonal dan *braching*, mampu menahan gaya tekan maksimum yang mungkin terjadi dalam kondisi beban yang paling ekstrem.

Tabel 5 Rekapitulasi Gaya Tekan Aksial Terfaktor (Kuat dan Layan)

Elemen	Kondisi Kuat		Komdisi Layan	
	Kuat 1	Kuat 2	Layan 1	Layan 2
Batang tepi atas (BTA)	214,292	395,13	196,43	229,07
Batang Tepi Bawah (BTB)	2246,4	3874,88	1432,22	2142,92
Diagonal (D)	1,1	1,9	0,56	1,4
<i>Braching</i>	2,66	3,405	1,28	1,75

Sumber : Olahan Data, 2024

e. Gaya Tarik Aksial

Gaya tarik terfaktor pada SAP2000 adalah hasil dari analisis struktur dengan beban-beban yang telah dikalikan dengan faktor keselamatan sesuai standar desain. Hasil ini digunakan untuk memastikan bahwa elemen-elemen struktural yang mengalami gaya tarik mampu menahan gaya tersebut tanpa mengalami kegagalan, sesuai dengan persyaratan keamanan dalam desain struktur. Untuk melihat gaya tarik terfaktor yang sudah dianalisis menggunakan SAP2000 dapat dilihat pada tabel 6 berikut :

Tabel 6 Rekapitulasi Gaya Tarik Aksial Terfaktor (kuat dan layan)

Elemen	Kondisi Kuat		Komdisi Layan	
	Kuat 1	Kuat 2	Layan 1	Layan 2
Batang tepi atas (BTA)	256,09	284,73	198,23	233,34
Batang Tepi Bawah (BTB)	763,55	1763,5	894,6	1111,29
Diagonal (D)	0,9	1,55	0,62	0,98
<i>Braching</i>	2,53	3,14	1,72	2,54

Sumber : Olahan Data, 2024

f. Momen Terfaktor

Momen terfaktor pada SAP2000 adalah hasil dari analisis struktur yang menggunakan beban-beban yang telah difaktorkan sesuai dengan standar desain. Momen ini mencerminkan momen maksimum yang mungkin terjadi pada elemen struktural dalam kondisi beban paling ekstrem yang diantisipasi. Dengan menggunakan momen terfaktor, dapat memastikan bahwa struktur yang dirancang aman dan memenuhi persyaratan keamanan dalam standar desain yang berlaku.

Tabel 7 Rekapitulasi Momen Terfaktor (Kondisi Kuat dan Layan)

Elemen	Kondisi Kuat		Komdisi Layan	
	Kuat 1	Kuat 2	Layan 1	Layan 2
Gelagar Melintang	619,56	460,67	299,88	388,15
Gelagar Menerus	314,88	64,839	39,05	177,97

Sumber : Olahan Data, 2024

g. Geser Terfaktor

Gaya geser terfaktor pada SAP2000 adalah hasil dari analisis struktur yang menggunakan beban-beban yang telah difaktorkan sesuai dengan standar desain. Ini mencerminkan gaya geser maksimum yang mungkin terjadi pada elemen struktural dalam kondisi beban paling ekstrem. Dengan menganalisis gaya geser terfaktor, dapat memastikan bahwa struktur yang dirancang memiliki kapasitas yang cukup untuk menahan gaya geser tanpa mengalami kegagalan atau deformasi yang berlebihan.

Tabel 8 Rekapitulasi Geser Terfaktor (Kondisi Kuat dan Layan)

Elemen	Kondisi Kuat		Komdisi Layan	
	Kuat 1	Kuat 2	Layan 1	Layan 2
Gelagar Melintang	370,624	497,73	241,39	312,01
Gelagar Menerus	50,29	250,33	30,12	141,25

Sumber : Olahan Data, 2024

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil investigasi, pembahasan dan analisis data menggunakan *software SAP2000*, oleh karena itu diambil kesimpulan. Hasil analisis menunjukkan gaya yang terjadi karena pembebanan struktur atas jembatan pada *freebody* diagram hasil analisis program SAP200, pada elemen aksial (*truss*) dan elemen lentur (*stringer* dan *floorbeam*). didapatkan nilai beban mati sendiri (MS) 375,82 kN, beban mati tambahan (MA) untuk lapis aspal + overlay 6,6 kN/m², trotoar 13,75 kN, pipa *ralling* 0,803 kN, pejalan kaki 12,5 kN, dan beban truk beban terbagi merata 6,75 kN/m², beban garis terpusat 67,62 kN/m dan gaya Rem 146,5 kN. untuk hasil analisa SAP2000 didapatkan gaya tekan terbesar pada kondisi kuat yaitu 3874,88 kN/m pada kondisi layan 2142,92. Untuk gaya tarik terbesar pada kondisi kuat 1763,5 kN/m pada kondisi layan 1111,29 kN/m. Untuk momen terbesar yaitu 619,56 kN dan untuk geser terbesar yaitu 497,73.

Pada prinsipnya, jembatan yang baik harus runtuh karena gaya tekan, dan karena gaya tekan maksimum didistribusikan ke elemen tepi atas, gaya aksial menyebabkan elemen tepi atas runtuh dibandingkan komponen profil lainnya..

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Dukungan dan keterlibatan Anda sangat berharga dan telah memainkan peran penting dalam kelancaran dan keberhasilan penelitian ini. Semoga hasil dari jurnal ini dapat memberikan manfaat yang signifikan bagi para akademisi, praktisi, dan semua pihak yang tertarik dalam bidang ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu selama proses penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada tim Jurnal Teknik Sipil dan Aplikasi (TekLA) yang telah meluangkan waktunya untuk meneliti penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Jenderal, B. Marga, Sistem Monitoring Kesehatan Struktur (Smks) Jembatan Khusus Sop / Upm / Djbm-200 Tahun 2024, (2024).
- [2] B. Supriyadi, A.S. Muntohar, Jembatan (Edisi Pertama), Jembatan (2007) 1–244.
- [3] E.A.R.I. Respati, Evaluasi Kelayakan Struktur Atas Jembatan Tipe Concrete Slab dengan Metode Load Rating Factor Mengacu The AASHTO's Manual for Bridge Evaluation 2013 (Studi Kasus : Jembatan Kali Pepe Segmen 3, Ruas Jalan Bebas Hambatan Solo Kertosono, Jalur Arah Sragen), 43 (2023) 97–102.
- [4] N. Rasidi, D. Ningrum, L. Gusman, A. Jembatan, Analisis Alternatif Perkuatan Jembatan Rangka Baja (Studi Kasus : Jembaran Rangka Baja Soekarno-Hatta Malang), Eureka J. Penelit. Mhs. Tek. Sipil Dan Tek. Kim. 1 (2017) 1–10.
- [5] N. Hadi, E. Leo, Analisis Perbandingan Perkuatan Jembatan Rangka Baja Dengan Metode Prategang Eksternal Ditinjau Dari Bentuk Trase Kabel Prategang, JMITS J. Mitra Tek. Sipil 1 (2018) 230. <https://doi.org/10.24912/jmsts.v1i1.2261>.
- [6] Y. Rahmi, A. Rahman, A. Satria, Civil Study Club : Pelatihan Software SAP2000 pada Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Teuku Umar, PASAI J. Pengabd. Kpd. Masy. 1 (2022) 45–49. <https://doi.org/10.58477/pasai.v1i2.41>.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, Peraturan Kepala Badan Standardisasi Nasional, Badan Stand. Nas. (2016).
- [8] A. Nadjam, M. Ferdiansyah, H.J. Sitorus, Efektivitas Dan Kepuasan Pengguna Jembatan Penyeberangan Orang (Jpo) Di Pasar Induk Kramat Jati, J. Poli-Teknologi 17 (2018). <https://doi.org/10.32722/pt.v17i1.1091>.
- [9] J.H.A.L. Faqih, Analisis Struktur Atas Jembatan Tulung Menggunakan Metode Rating Factor (Structure Analysis Of The Tulung Bridge Using The Rating Factor Metode), (2022).

<https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/41858%0Ahttps://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/41858/18511002.pdf?sequence=1>.

- [10] J. Triyanto, Z. Djauhari, M. Olivia, Analisis Pembebanan Konstruksi Jembatan Rangka Baja Yang Dilakukan Secara Bertahap Dengan Tinjauan Gaya Momen Pada Tiap Batang, *J. ArTSip 01* (2018) 33–42.