

Perencanaan Ulang Jembatan Semut dari Tipe Gelagar Beton Menjadi Jembatan Rangka Baja Bentang Tunggal

Moch. Edra Aurick Aryanta*

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Dr. Soetomo, Indonesia

Email: mochedraaryanta@gmail.com*

Alamat: Jl. Semolowaru No.84, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60118

*Korespondensi penulis

Abstract. *The development of transportation infrastructure in Indonesia continues to be prioritized to enhance regional connectivity, including the maintenance and replacement of bridges that have exceeded their service life. The Semut Bridge in Surabaya, originally a three-span reinforced concrete girder bridge, has experienced structural deterioration due to corrosion and the presence of a central pier obstructing river flow. These conditions have reduced hydraulic capacity, increased sedimentation risk, and heightened the potential for flooding. This study redesigns the Semut Bridge by converting the existing structure into a single-span Howe truss steel bridge. The load analysis refers to SNI 1725 using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method, while structural modeling was carried out both manually and with SAP2000 software. The planning includes the vehicle deck slab, composite girders, main truss members, connections, elastomeric bearings, and abutments. The results show that the bridge deck uses a 20 cm thick reinforced concrete slab with a one-way reinforcement system. Composite girders employ WF profiles, connections use shear connector studs with 25 mm diameter, and the main truss members adopt WF 900×300×16×38 profiles. The total concrete volume required is 282.6 m³, and the estimated steel demand reaches 122,383.79 kg. The single-span design eliminates the central pier, thereby improving river flow capacity while providing a structurally efficient, durable, and easily maintained solution.*

Keywords: *Howe Truss, Redesign, SAP2000, Semut Bridge, Steel Truss*

Abstrak. Pembangunan infrastruktur transportasi di Indonesia terus ditingkatkan untuk mendukung konektivitas antarwilayah, termasuk pemeliharaan dan penggantian jembatan yang telah melewati usia layan. Jembatan Semut Kali di Surabaya merupakan jembatan gelagar beton tiga bentang yang saat ini mengalami penurunan kapasitas akibat korosi serta keberadaan pilar tengah yang menghambat aliran sungai. Kondisi tersebut menimbulkan permasalahan berupa berkurangnya kapasitas hidrolik, risiko sedimentasi, dan meningkatnya potensi banjir. Penelitian ini merencanakan ulang Jembatan Semut dengan mengganti struktur eksisting menjadi jembatan rangka baja tipe Howe bentang tunggal. Analisis pembebanan mengacu pada SNI 1725 dengan metode Desain Faktor Beban dan Tahanan (DFRT), sedangkan pemodelan struktur dilakukan baik secara manual maupun dengan perangkat lunak SAP2000. Perencanaan meliputi dimensi pelat lantai kendaraan, gelagar komposit, elemen rangka utama, sambungan, bantalan elastomer, hingga abutmen. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa lantai kendaraan menggunakan pelat beton bertulang tebal 20 cm dengan sistem tulangan satu arah. Gelagar komposit memanfaatkan profil WF, sambungan menggunakan shear connector stud berdiameter 25 mm, sedangkan elemen rangka utama menggunakan profil WF 900×300×16×38. Volume beton total yang dibutuhkan sebesar 282,6 m³ dan material baja mencapai 122.383,79 kg. Desain bentang tunggal ini mampu menghilangkan pilar tengah, sehingga meningkatkan kapasitas aliran sungai sekaligus memberikan solusi struktural yang efisien, kuat, serta mudah dalam perawatan jangka panjang.

Kata kunci: Howe Truss, Jembatan Semut, Perencanaan Ulang, Rangka Baja, SAP2000

1. LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur transportasi di Indonesia merupakan salah satu prioritas strategis dalam upaya meningkatkan konektivitas antarwilayah dan mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Jembatan sebagai bagian penting jaringan jalan memiliki peran vital dalam menjamin kelancaran arus barang dan mobilitas masyarakat. Namun, banyak jembatan beton bertulang di Indonesia yang telah melewati umur rencana sehingga mengalami penurunan

kapasitas akibat korosi, beban lalu lintas berulang, serta perubahan kondisi lingkungan. Evaluasi pada Jembatan Kalikuto, misalnya, menunjukkan pentingnya analisis kondisi struktur beton untuk memastikan kinerja jangka panjang dan keselamatan pengguna jalan (Indriyantho et al., 2023). Di sisi lain, penerapan manajemen aset jembatan masih menghadapi tantangan dalam hal implementasi kebijakan dan koordinasi antarinstansi sehingga berdampak pada keberlanjutan perawatan jembatan (Sastrawiria & Seigo, 2024). Untuk mengatasi kerusakan pada struktur beton bertulang, penerapan teknik retrofit terbukti dapat meningkatkan kekuatan dan memperpanjang umur layanan struktur (Aji et al., 2024). Selain itu, tinjauan terbaru menunjukkan bahwa banyak jembatan eksisting rentan terhadap gempa bumi, khususnya pada struktur dengan kolom pendek, sehingga analisis kerentanan seismik menjadi penting untuk diterapkan dalam perencanaan rehabilitasi (Guntorojati, 2025). Upaya inovatif juga telah dilakukan melalui penambahan struktur beton bertulang menjadi komposit dengan baja bergelombang yang mampu meningkatkan kapasitas dan kinerja struktur jembatan (Anggara & Saputra, 2023). Oleh karena itu, rehabilitasi dan pengembangan desain jembatan yang efisien, tahan lama, serta adaptif terhadap kondisi lingkungan dan risiko bencana merupakan kebutuhan mendesak untuk menjamin keselamatan serta mendukung pembangunan berkelanjutan.

Jembatan Semut Kali di Surabaya, dengan panjang 45 m dan lebar 14 m, saat ini menggunakan sistem tiga bentang gelagar beton dengan pilar di tengah sungai. Kondisi tersebut menimbulkan dua permasalahan utama, yaitu penurunan kapasitas struktur dan terganggunya aliran sungai akibat pilar tengah yang menyebabkan sedimentasi serta meningkatkan risiko banjir. Selain itu, pilar tengah juga menghambat pengembangan transportasi air perkotaan yang tengah digalakkan oleh pemerintah daerah.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini melakukan perencanaan ulang Jembatan Semut dengan mengganti struktur eksisting menjadi jembatan rangka baja tipe Howe bentang tunggal. Pemilihan sistem rangka baja didasarkan pada keunggulannya, antara lain bobot struktur lebih ringan, proses fabrikasi dapat dilakukan di pabrik, pemasangan relatif cepat, serta kemudahan inspeksi dan pemeliharaan jangka panjang.

Tujuan penelitian ini adalah merumuskan desain jembatan rangka baja bentang tunggal yang memenuhi aspek kekuatan, efisiensi, serta ketahanan terhadap beban lalu lintas, gempa, dan lingkungan, dengan mengacu pada standar perencanaan yang berlaku di Indonesia.

2. KAJIAN TEORITIS

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan kecenderungan penggunaan struktur rangka baja sebagai alternatif perencanaan jembatan. Yatnikasari, Asnan, dan Liana (2021) mengkaji Jembatan Gelatik di Samarinda dengan pendekatan Load and Resistance Factor Design (LRFD). Hasilnya menegaskan bahwa rangka baja efektif menahan gaya aksial, relatif ringan, serta memudahkan konstruksi. Penelitian tersebut menggunakan profil WF dan L yang direncanakan sesuai SNI 1725 dan SNI 1729, dengan kesimpulan bahwa konfigurasi rangka trapesium memberikan kestabilan optimal pada jembatan bentang menengah.

Adryana, Warsito, dan Suprpto (2019) merancang ulang Jembatan Ake Toduku di Halmahera Barat dengan rangka baja sebagai pengganti struktur prategang, berlandaskan SNI 1725:2016. Hasil kajian menunjukkan bahwa baja mampu menahan tarik dan tekan dengan baik, sekaligus menjadi solusi infrastruktur di wilayah yang sulit dijangkau. Pondasi sumuran sedalam 6,5 meter dipilih untuk menyesuaikan kondisi tanah keras di lokasi.

Silaban, Faisal, dan Sutandar (2023) meneliti Jembatan Melawi II di Kalimantan Barat dengan tipe rangka baja (truss) sepanjang 240 meter yang dibagi dalam tiga bentang. Analisis dilakukan berdasarkan SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan profil WF yang tepat untuk menahan beban lalu lintas serta pengaruh beban dinamis seperti angin dan truk berat.

Kontribusi lain diberikan oleh Ximenes (2014) melalui perencanaan ulang Jembatan Trisula di Tulungagung dengan tipe Parker Truss dan metode Allowable Stress Design (ASD). Studi ini menyoroti keunggulan estetika bentuk lengkung Parker Truss yang sekaligus meningkatkan kekakuan struktur, serta menilai metode ASD sebagai alternatif dari LRFD dengan tingkat keamanan konservatif.

Selanjutnya, Lathiefah (2023) melakukan redesain Jembatan Ir. Sutami Jurug sepanjang 176 meter menggunakan kombinasi RSNI T-02-2005 dan metode LRFD. Dengan empat bentang, tiga pilar, serta pondasi bore pile, penelitian ini menekankan penyesuaian desain terhadap wilayah rawan gempa.

3. METODE PENELITIAN

1. Data Penelitian

Data yang digunakan merupakan data primer, diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan pada Jembatan Semut Kali, Surabaya. Penggunaan data sekunder dari instansi terkait tidak dilakukan, sehingga seluruh parameter perencanaan ditentukan berdasarkan survei

lapangan dan standar perencanaan yang berlaku di Indonesia. Dan juga terdapat data sekunder berupa jenis tanah dan respons spectrum gempa dari cipta karya.

2. Standar dan Acuan Perencanaan

Perencanaan struktur mengacu pada beberapa standar nasional, di antaranya:

- SNI 1725:2016 – Beban minimum untuk perencanaan jembatan.
- SNI 2847:2019 – Beton bertulang (untuk pelat lantai kendaraan).
- RSNI T-02-2005 – Perencanaan struktur jembatan baja.
- SNI 1729:2015 – Spesifikasi desain untuk struktur baja.

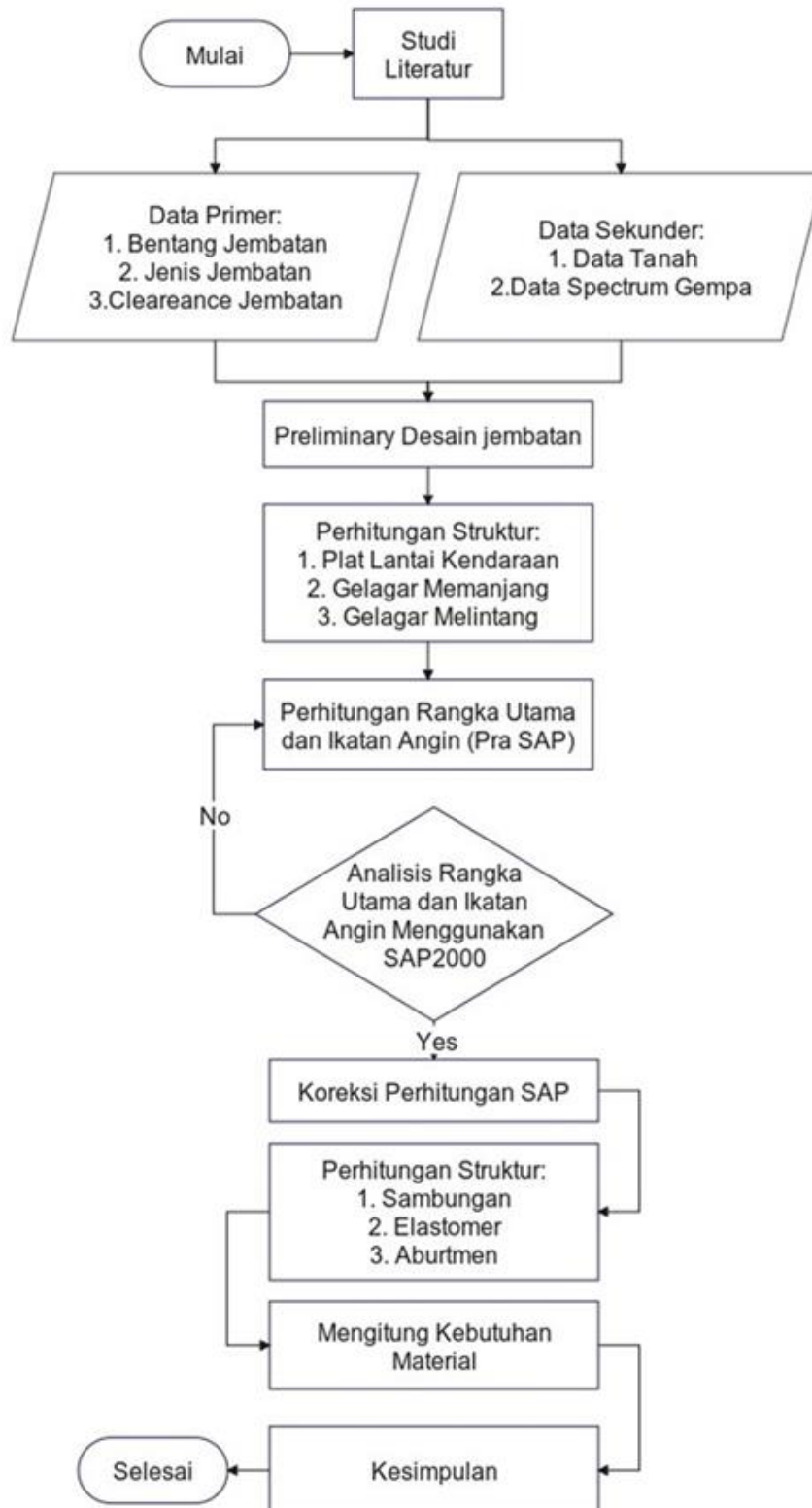
Metode yang digunakan adalah Desain Faktor Beban dan Tahanan (DFRT / LRFD), dengan bantuan perangkat lunak SAP2000 untuk analisis gaya dalam, defleksi, serta verifikasi hasil perhitungan manual.

3. Tahap Perencanaan

Tahapan perencanaan dilakukan secara sistematis melalui langkah-langkah berikut:

1. **Identifikasi kondisi eksisting** jembatan (dimensi, sistem struktur, dan permasalahan).
2. **Perencanaan struktur atas:** pelat lantai kendaraan, gelagar komposit, elemen rangka utama, dan sambungan.
3. **Analisis struktur** dengan kombinasi beban (mati, hidup, angin, dan gempa) berdasarkan SNI 1725:2016.
4. **Perencanaan elemen pendukung:** ikatan angin, sambungan baut, shear connector, serta bantalan elastomer.
5. **Perencanaan struktur bawah:** abutmen sebagai tumpuan bentang tunggal.
6. **Estimasi kebutuhan material** (beton, baja, dan baut).

Atau bisa lebih jelas dapat anda lihat diagram alir pengerjaan berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir.

4. PEMODELAN STRUKTUR

Pemodelan jembatan dilakukan dalam dua tahap:

- **Perhitungan manual** untuk penentuan dimensi awal.
- **Analisis numerik menggunakan SAP2000** untuk memperoleh gaya dalam, defleksi, dan distribusi beban pada elemen rangka.

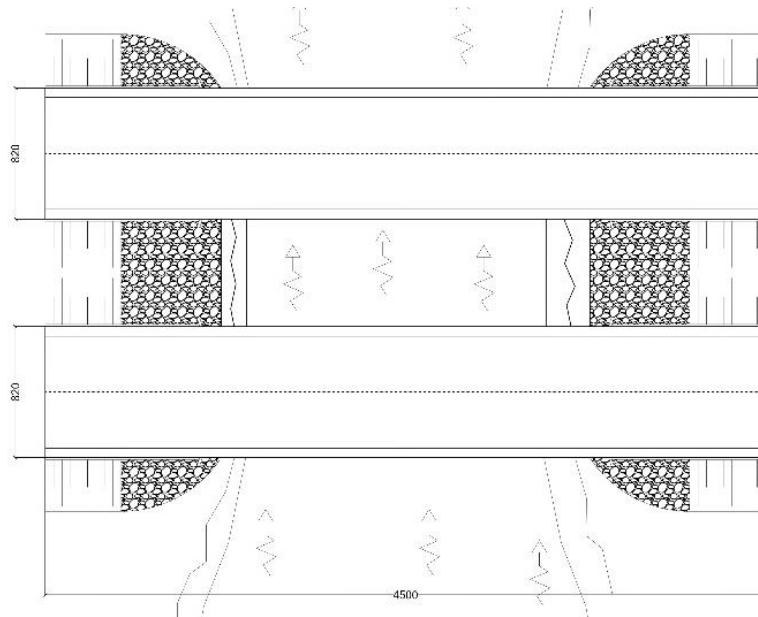
Hasil analisis SAP2000 digunakan untuk memverifikasi perencanaan manual sekaligus memastikan bahwa desain memenuhi syarat kekuatan dan layanan.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

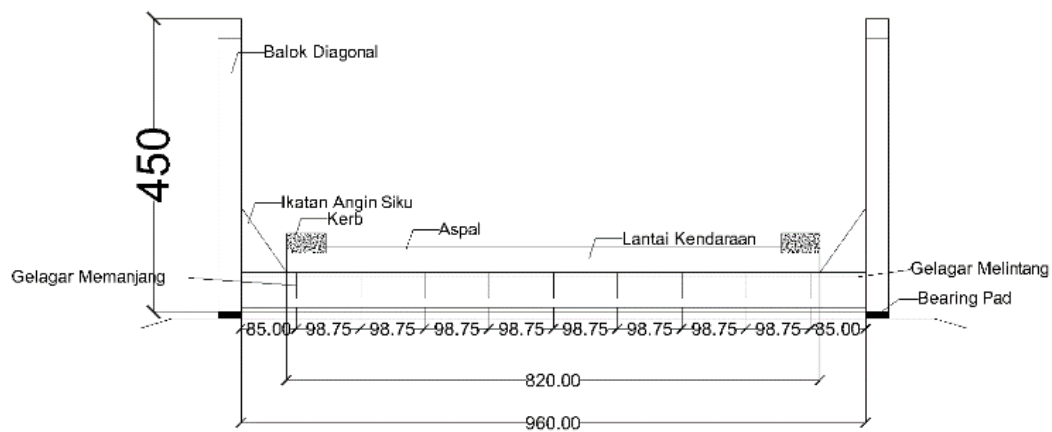
1. Preliminary desain

Perencanaan ulang Jembatan Semut dimulai dengan penentuan dimensi utama jembatan rangka baja tipe Howe bentang Tunggal. Karena jembatan existingnya memiliki lebar 14m dan karena saya menggunakan rangka howe yang tidak bisa terlalu lebar karena akan menggunakan profil yang sangat besar maka saya pisah menjadi 2 jembatan yang masing-masing memiliki lebar jembatan direncanakan 7 m dengan bentang tunggal sepanjang 45 m. Dan juga tinggi rangka di 4.5 m serta jarak titik simpul setiap 5 m. sedangkan untuk muka tanah asa 1.8m dan Tinggi Bebas 6.5 m. Pada tahap ini dilakukan pemilihan profil awal untuk gelagar memanjang, gelagar melintang, elemen rangka utama, dan pelat lantai kendaraan.

- Mutu Baja : BJ 41, $F_u = 410\text{MPa}$, $F_y = 250\text{MPa}$
- Mutu Baja : BJ 55, $F_u = 550\text{MPa}$, $F_y = 410\text{MPa}$
- Mutu Beton: $F_c' = 30\text{ Mpa}$
- Mutu Baja Tulangan: BJ TP 280



Gambar 2. Preliminary Desain.



Gambar 3. Potongan Jembatan.

2. Beban Yang di Pikul

Untuk memperoleh nilai momen maks pada slab dengan kondisi bentang menerus, digunakan formasi pembebanan tertentu sesuai persyaratan analisis. Perhitungan momen maksimum dilakukan dengan pendekatan pelat satu arah (one way slab method), di mana beban yang bekerja pada slab diperhitungkan sebagai berikut:

$$QMS = 5,00 \text{ kN/m}$$

$$PTT = 146,25 \text{ kN}$$

$$QMA = 3,394 \text{ kN/m}$$

$$PEW = 1,008 \text{ kN}$$

$$TEW = 1,764 \text{ kN/m}$$

$$TR = 56.56 \text{ kN}$$

$$T = 12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Total beban momen yang dipikul pelat lantai kendaraan dapat di lihat dari hasil hitungan tabel di bawah ini

Table 1. Total Momen Pada Slab Beton.

Jenis Beban	Mu Tumpuan (kNm)	Mu Lapangan (kNm)
Berat sendiri	0.5278	0.2639
Beban mati tambahan	0.69	0.456
Beban truk T	45.116	40.64
Beban angin	0.186	0.168
Beban rem	15.7	14.13
Pengaruh temperatur	0.0021	0.0104
Total	62.2219	55.6683

3. Perencanaan Pelat Lantai Kendaraan

Pelat lantai kendaraan dirancang dari beton bertulang tebal 20 cm,

Lebar trotoar $b_2 = 0,600\text{ m}$

Tebal lapisan aspal + overlay $t_a = 0,050\text{ m}$

Tebal genangan air hujan $t_h = 0,030\text{ m}$

Tebal Slab lantai jembatan $d_3 = 0,200\text{ m}$

Lebar total jembatan $B = 8,200\text{ m}$

Jarak titik simpul $L_y = L_1 = 5,000\text{ m}$

Jarak antar balok $L_x = b_1 = s = 0.9875\text{ m}$

Mencari Rasio Bentang (β) = 5.06 (one way)

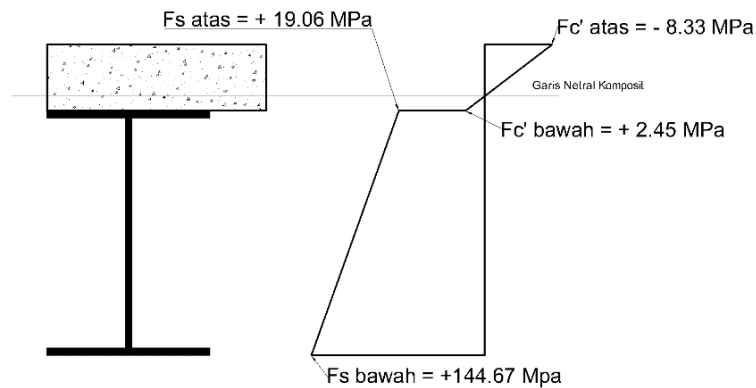
dengan sistem tulangan satu arah. Tulangan utama menggunakan baja berdiameter 19 mm dengan jarak 110 mm, sedangkan tulangan pembagi berdiameter 14 mm dengan jarak 125 mm.

4. Gelagar Baja (Memanjang dan Melintang)

a) Gelagar Memanjang Tepi

Dari hasil pendekatan profil di dapatkan profil yang digunakan adalah profil WF 300x150x5.5x8.

Berikut ini hasil dari diagram elastisnya



Gambar 4. Diagram Elastis Gelagar Memanjang Tepi.

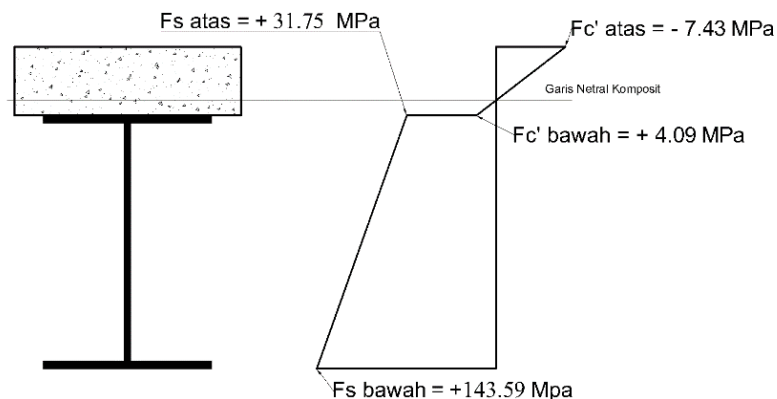
Dari profil yang sudah di pilih kalau di control untuk lendutannya di dapatkan hasil seperti ini

$$\Delta = 4.99 \text{ mm} < \Delta \text{ ijin} = 6.25 \text{ mm (OK, aman)}$$

b) Gelagar Memanjang Tengah

Dari hasil pendekatan profil di dapatkan profil yang digunakan adalah profil WF 250x125x6x9

Berikut ini hasil dari diagram elastisnya



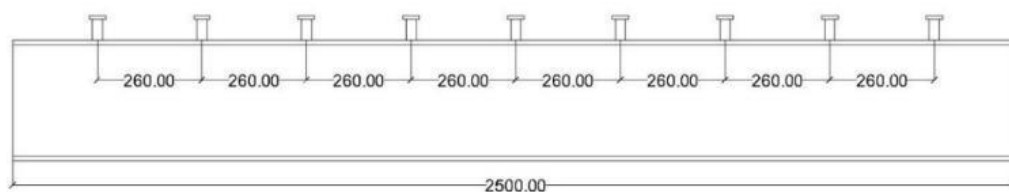
Gambar 5. Diagram Elastis Gelagar Memanjang Tengah.

Dari profil yang sudah di pilih kalau di control untuk lendutannya di dapatkan hasil seperti ini

$$\Delta = 5.33 \text{ mm} < \Delta \text{ ijin} = 5.56 \text{ mm (OK, aman)}$$

c) Shear Connector Gelagar Memanjang

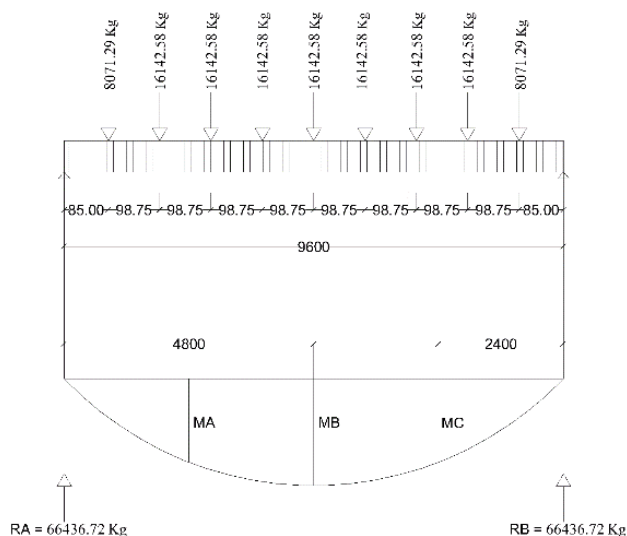
Menggunakan penghubung geser jenis paku dengnaukutan diameter 25mm dan tinggi 60mm dan mutu baja BJ 55. dari hasil perhitungan yang sudah di lakukan kekuatan setiap baut sebesar 269.980,7 N, dan beban yang dipikul setiap baut sebesar 215.689,946 N. maka di dapatkan jarak setiap shear connector adalah 260mm. berikut gambar nya.



Gambar 6. Penghubung Geser.

d) Gelagar Melintang

Gelagar Melintang memikul beban dari gelagar memanjang . dan beban gelagar memanjang yang di pikul gelagar melintang di dapatkan seperti ini.



Gambar 7. Beban Gelagar Melintang.

Dari hasil perhitungan di dapatkan nilai $MA = 1122885454.4 \text{ Nmm}$

$M_{maks} = 1507937057.7 \text{ Nmm}$

$MB = 1122885454.4 \text{ Nmm}$

Dan dari pendekatan profil di pilihlah profil WF 700x300x15x28 yang Dimana dapat memikul beban seberat 2,200,163,551.11 Nmm

5. Elemen Rangka Utama Baja

Di bagian pra SAP ini saya memilih profil dengan metode trial and error Dimana saya pilih di pra SAP kemudian di Run untuk mendapatkan hasilnya.

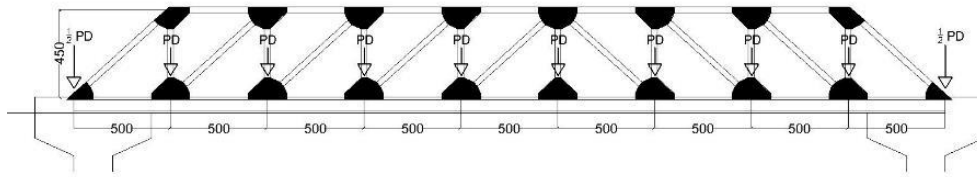
Sebelumnya berikut ini beban yang akan di pikul oleh Rangka Utama.

Beban mati $P = 22035.675 \text{ Kg}$

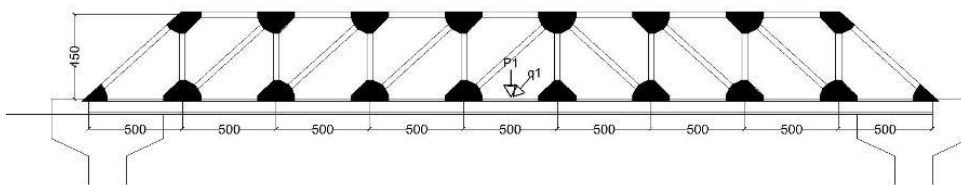
Beban garis $P1 = 19204.4 \text{ Kg}$

Beban Merata Hidup $= 2099.7 \text{ Kg/m}$

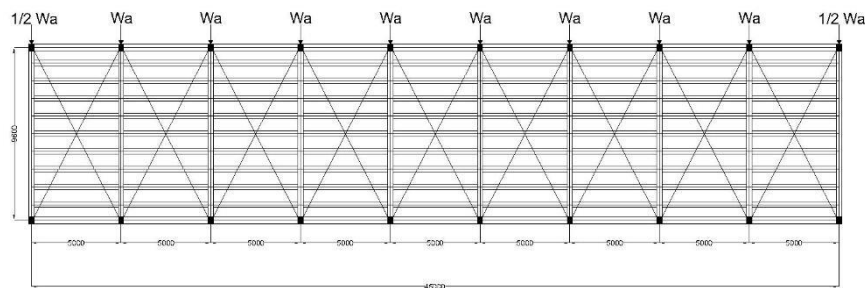
Beban Angin $= 78.75 \text{ Kg}$



Gambar 8. Beban Mati Rangka Utama.

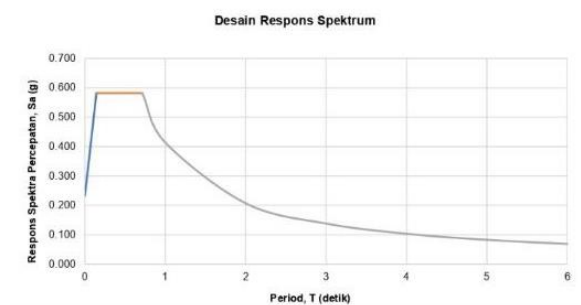


Gambar 9. Beban Hidup Rangka Utama.



Gambar 10. Beban Angin Ikatan Angin

Beban Gempa Response Spektrum data di dapatkan dari cipta karya

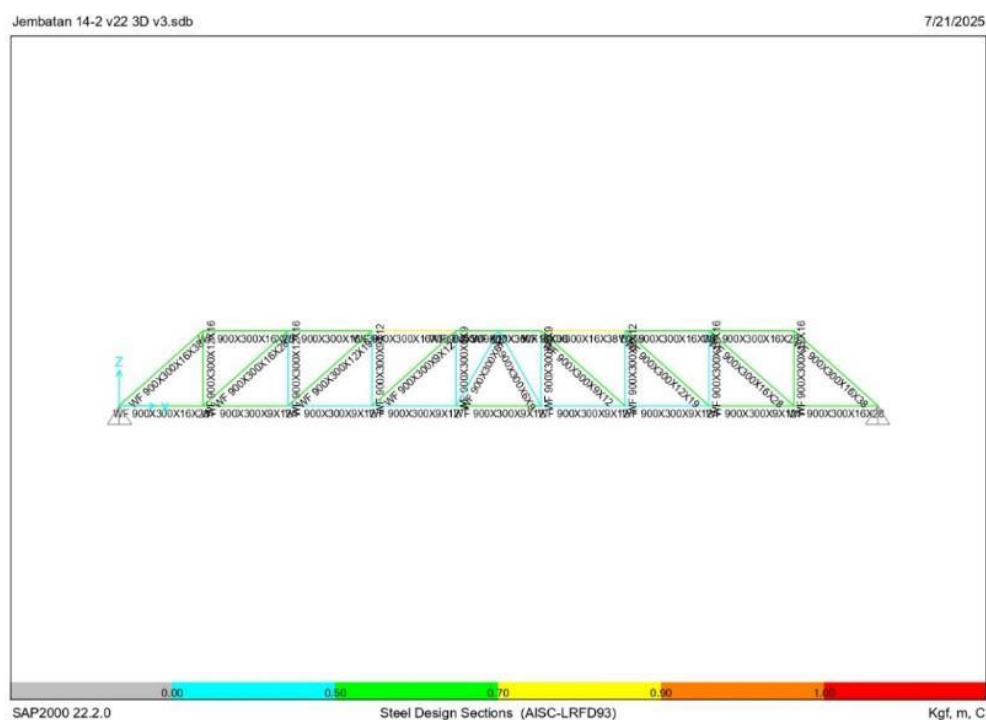


Gambar 11. Response Spectrum.

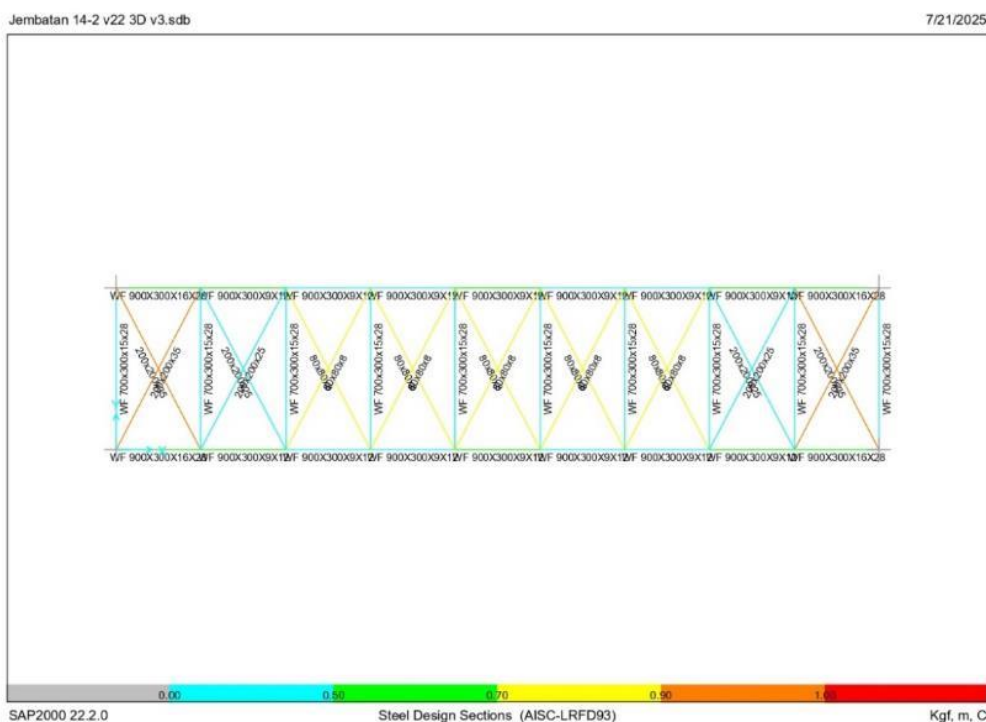
6. Analisis Struktur Dengan SAP2000

Di bagian pra SAP ini saya memilih profil dengan metode trial and error Dimana saya pilih di pra SAP kemudian di Run untuk mendapatkan hasilnya. Setelah seluruh beban di masukkan maka di dapatkan hasil seperti ini. Analisis numerik SAP2000 digunakan untuk memverifikasi hasil perhitungan manual. Hasil menunjukkan bahwa:

- **Defleksi maksimum** masih di bawah batas ijin.
- **Rasio interaksi (PM Ratio)** seluruh batang $< 1,0 \rightarrow$ desain aman.



Gambar 12. Profil Rangka Utama.



Gambar 13. Profil Ikatan Angin.

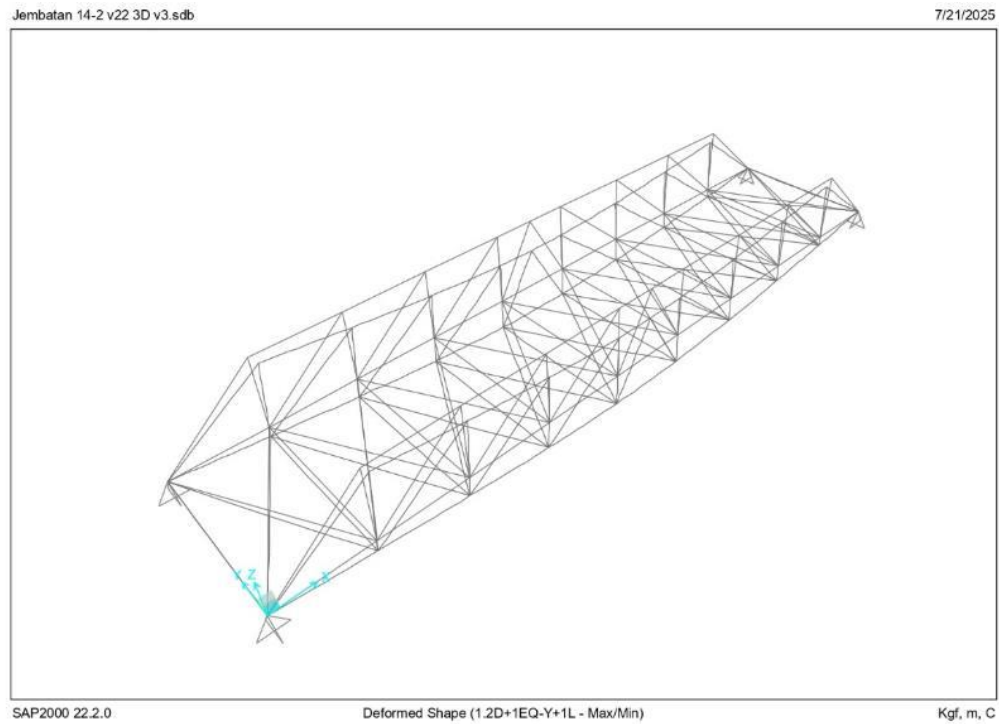
**Gambar 14.** Defleksi Jembatan.**Table 2.** Rekapitulasi Hasil SAP2000.

TABLE: Element Forces - Frames							
Frame Text	Station m	OutputCase Text	CaseType Text	P N	V2 N	M3 N-m	Jenis Batang
34	2.5	1.2D+1.6L	Combination	-5929858	62501.33	324537	Batang Atas
14	5	1.2D+1.6L	Combination	-5276326	68185.41	117475.3	Batang Atas
16	5	1.2D+1.6L	Combination	-2384471	136632.71	-340731	Batang Atas
17	0	1.2D+1.6L	Combination	-3059698	68203.02	300153.6	Diagonal
19	0	1.2D+1.6L	Combination	-2181402	58002.59	222976.2	Diagonal
20	0	1.2D+1.6L	Combination	-1453622	25990.19	138467.9	Diagonal
35	5.14782	1.2D+1.6L	Combination	44977.68	30630.62	-22825.5	Diagonal
21	0	1.2D+1.6L	Combination	-812848	14497.82	119151	Diagonal
1	0	1.2D+1.6L	Combination	-2431997	-189133.78	-294888	Batang Bawah
5	5	1.2D+1.6L	Combination	1092423	236512.85	-108984	Batang Bawah
26	4.5	1.2D+1.6L	Combination	1837157	-64583.41	126166.6	Vertikal
28	0	1.2D+1.6L	Combination	945697.9	-62780.99	-117261	Vertikal
29	4.5	1.2D+1.6L	Combination	512681.8	-39650.77	90515.64	Vertikal
103	10.82405	1.2D+1.6L	Combination	6997.92	611.35	-1104.74	Ikatan Angin
104	10.82405	1.2D+1.6L	Combination	-63890.3	4730.39	-8222.82	Ikatan Angin
105	10.82405	1.2D+1.6L	Combination	-178102	6471.47	-11388.4	Ikatan Angin

Contoh control PM Ratio dari SAP dan hitungan manual

Perhitungan Batang Diagonal (Tekan) (Frame 19)

hasil perhitungan manual = 0,606

hasil dari SAP2000 = 0,690

Contoh control PM Ratio dari SAP dan hitungan manual

Perhitungan Batang Diagonal (Tekan) (Frame 19)

hasil perhitungan manual = 0,606

hasil dari SAP2000 = 0,690

berikut juga hasil Defleksi Rangka Jembatan

Table 3. Hasil Defleksi Rangka Jembatan.

Frame Text	Jenis Batang	Defleksi Maksimum (mm)	Station (m)	Defleksi ijin (L/1000) (mm)	Status
34	Batang Atas	0.304	1	5	Ok
14	Batang Atas	0.864	2.5	5	Ok
16	Batang Atas	0.187	4	5	Ok
17	Diagonal	0.295	3.36	10.825	Ok
19	Diagonal	0.086	3.36	10.825	Ok
20	Diagonal	0.394	3.36	10.825	Ok
35	Diagonal	0.63	2.57	10.825	Ok
21	Diagonal	0.92	3.36	10.825	Ok
1	Batang Bawah	0.253	3.5	5	Ok
5	Batang Bawah	1.875	2.5	5	Ok
26	Vertikal	0.095	2.25	5	Ok
28	Vertikal	0.157	2.25	5	Ok
29	Vertikal	0.011	2.25	5	Ok

7. Abutmen

a) Konsep & Tipe

Abutmen direncanakan sebagai penyangga ujung bentang tunggal 45 m, menyalurkan beban vertikal/horizontal dari struktur atas melalui perletakan elastomer ke pondasi dangkal di tanah keras (asumsi tanpa tiang). Pemeriksaan mencakup tekanan tanah lateral, stabilitas guling dan geser, serta kecukupan dimensi tapak dan dinding penahan, sesuai SNI 1725:2016 (pembebanan) dan SNI 8460:2017 (tekanan tanah lateral).

b) Data & Asumsi Geoteknik

Perencanaan menggunakan data sekunder dengan asumsi tanah keras. Parameter yang dipakai:

Berat jenis beton bertulang = $25,0 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis aspal = $22,0 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis air = $9,80 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis baja = $77,0 \text{ kN/m}^3$

Berat jenis tanah urukan WS = $17,2 \text{ kN/m}^3$ Sudut geser tanah timbunan $\theta = 35,00^\circ$

Kohesi tanah timbunan $C = 0,00$

Berat volume tanah asli WS = $18,00 \text{ kN/m}$

Sudut geser tanah asli $\theta = 28,00^\circ$

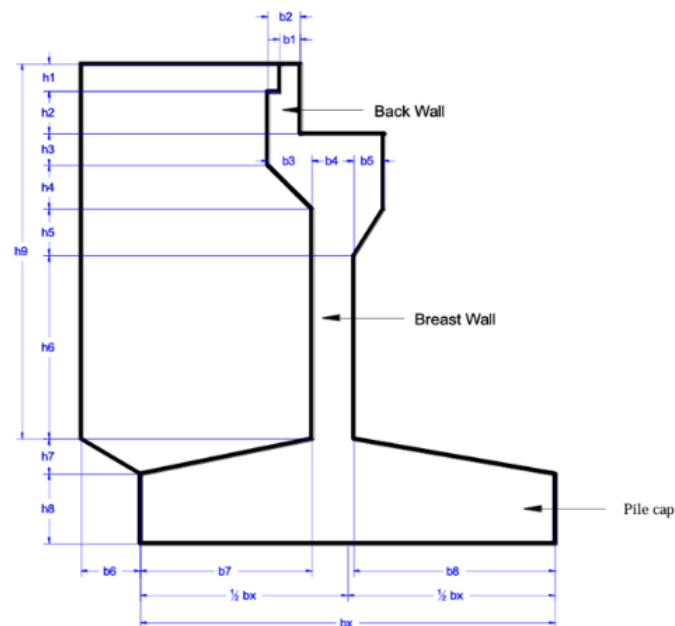
Kohesi tanah asli $C = 15,00$

Mutu Baja tulangan $F_y = 320 \text{ Mpa}$

Mutu Beton $F_c = 30 \text{ mpa}$

c) Dimensi Rencana Abutmen & Wing Wall

Dimensi utama diambil berundak (segmented) sesuai Tabel Dimensi, dengan tinggi total dinding $\pm 6,5 \text{ m}$ dan tapak (footing) $b_x = 4,70 \text{ m}$, $b_y = 10,0 \text{ m}$. Wing wall tebal $0,5\text{--}1,0 \text{ m}$.



Gambar 15. Dimensi Abutmen.

Tabel 4. Keterangan Dimensi Abutmen.

Notasi	(m)	Notasi	(m)
h1	0.5	b1	0.5
h2	0.7	b2	0.7
h3	0.55	b3	0.75
h4	0.75	b4	1
h5	0.8	b5	0.5
h6	3.2	b6	1
h7	0.6	b7	1.7
h8	1.2	b8	2
h9	6.5		
Keterangan		Notasi	(m)
Lebar Abutmen		bx	4.7
Panjang Abutmen		by	10
Tebal Wing Wall		hw	0.5
(kiri-kanan)		hw	1

d) Pemeriksaan Stabilitas (SNI 8460:2017)

Stabilitas abutmen diuji berdasarkan ketentuan SNI 8460:2017, yang mencakup kontrol terhadap guling, geser, serta distribusi tegangan alas terhadap daya dukung tanah.

Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor keamanan terhadap guling baik pada arah longitudinal maupun transversal bernilai lebih dari 2,0, yang berarti lebih besar dari syarat minimum. Hal ini menandakan abutmen stabil terhadap potensi rotasi akibat beban horizontal maupun tekanan tanah aktif. Pada kontrol geser, faktor keamanan yang diperoleh lebih besar dari 1,10, sehingga pergeseran horizontal dapat dicegah secara aman dengan bantuan gesekan dasar pondasi dan perlawanan tanah.

Selain itu, evaluasi terhadap tegangan alas pondasi menunjukkan bahwa nilai tegangan maksimum yang timbul masih lebih kecil dari daya dukung tanah ijin. Distribusi tegangan juga berada dalam batas wajar sehingga tidak menimbulkan risiko penurunan berlebihan maupun keruntuhan geser tanah dasar.

Secara keseluruhan, hasil pemeriksaan membuktikan bahwa abutmen hasil perencanaan memenuhi semua kriteria stabilitas dan dapat diandalkan untuk menahan kombinasi beban ultimit maupun beban kerja.

8. Kebutuhan Material

Estimasi kebutuhan material jembatan meliputi beton untuk struktur atas maupun bawah, serta baja profil sebagai elemen rangka utama. Dari hasil perencanaan, kebutuhan beton untuk pelat lantai kendaraan mencapai sekitar 73,8 m³, sedangkan untuk dua buah abutmen diperoleh volume total sekitar 282,6 m³. Dengan demikian, kebutuhan keseluruhan beton pada jembatan ini adalah kurang lebih 356,4 m³.

Pada bagian rangka baja, perhitungan menunjukkan bahwa total berat baja profil yang diperlukan adalah sekitar 122,4 ton, angka ini hanya mencakup profil baja utama tanpa memperhitungkan material sambungan seperti baut, pelat penyambung, maupun stud geser.

Jika menggunakan harga pasar material di wilayah Surabaya tahun 2025, kebutuhan beton tersebut diperkirakan menelan biaya sekitar Rp 360 juta, sedangkan baja profil berada pada kisaran Rp 1,5 hingga 1,8 miliar, bergantung pada fluktuasi harga per kilogram. Dengan demikian, total perkiraan biaya material utama jembatan berada pada kisaran Rp 1,9 hingga 2,2 miliar.

Estimasi ini masih bersifat perkiraan awal karena belum memasukkan komponen biaya tambahan seperti sambungan baja, bantalan elastomer, bekisting, pengecatan, transportasi, dan pekerjaan ereksi. Namun, informasi ini memberikan gambaran kuantitatif yang cukup jelas mengenai skala kebutuhan material dan besarnya biaya utama yang diperlukan untuk pembangunan Jembatan Semut tipe rangka baja bentang tunggal.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang, Jembatan Semut dengan bentang tunggal rangka baja tipe Howe sepanjang 45 meter dan lebar 14 meter dinyatakan memenuhi persyaratan teknis sesuai standar perencanaan yang berlaku. Analisis SAP2000 menunjukkan bahwa defleksi dan rasio interaksi batang masih berada dalam batas ijin. Abutmen yang direncanakan juga terbukti aman terhadap guling, geser, dan daya dukung tanah. Estimasi kebutuhan material menghasilkan volume beton total sekitar 356,4 m³ dan baja profil 122,4 ton, dengan perkiraan biaya utama sebesar 1,9–2,2 miliar rupiah.

Sebagai saran, perlu dilakukan investigasi geoteknik yang lebih detail agar perencanaan pondasi dan abutmen memiliki dasar parameter tanah yang lebih akurat. Selain itu, dalam tahap pelaksanaan, perlu dipertimbangkan biaya tambahan untuk sambungan baja, pelapisan antikarat, serta transportasi dan metode ereksi, agar hasil perencanaan lebih mendekati kondisi riil di lapangan. Untuk penelitian selanjutnya, evaluasi kelayakan ekonomis dan umur layanan

jembatan rangka baja dibandingkan alternatif struktur lainnya dapat menjadi topik yang bermanfaat.

DAFTAR REFERENSI

- Adryana, V. N., Warsito, W., & Suprpto, B. (2019). Studi perencanaan struktur jembatan rangka baja pada Jembatan Ake Toduku Halmahera Barat. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 208–215.
- Anggara, R. A. D., & Saputra, A. (2023). Studi penambahan struktur beton bertulang menjadi komposit dengan baja bergelombang pada overpass Pucung Lor Kroya. *Teknisia*, 26(2), 62–72. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol26.iss2.art1>
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung (SNI 03-1729-2002)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). *Standar pembebanan untuk jembatan (SNI 1725:2016)*.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *Persyaratan perancangan geoteknik (SNI 8460:2017). Standar Nasional Indonesia*, 8460, 1–323.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847:2019)*. SNI 2847-2019(8), 720.
- Badan Standarisasi Nasional. (2020). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726:2019)*.
- Dapas, A. S. S., Dapas, C. O., & Kaseke, O. H. (2016). Optimasi teknik struktur atas jembatan beton bertulang (Studi kasus: Jembatan di Kabupaten Pegunungan Arfak). *Jurnal Sipil Statik*, 4(4), 233–240.
- Guntorojati, I. (2025). Analisis kerentanan seismik pada jembatan beton bertulang eksisting dengan kolom pendek: Tinjauan terkini. *Jurnal Teknik Sipil*, 32(1). <https://doi.org/10.5614/jts.2025.32.1.9>
- Indriyantho, B. R., Susanty, A., Sumardi, & Nuroji. (2023). Concrete structures evaluation and analysis of the Kalikuto Bridge on the Batang Semarang Toll Road Segment. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 29(1). <https://doi.org/10.14710/mkts.v29i1.54785>
- Lathiefah, U. (2023). *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. <https://repository.umy.ac.id/>
- Nugraha, W., Chairulloh, R., & Pusat Litbang Jalan dan Jembatan. (2018). Analisis metode pengangkatan gelagar boks baja modular untuk jembatan lintas atas sungai (Ereksi method analysis of modular steel box girder for bridge over the river). *Jurnal Jalan-Jembatan*, 2(2), 84–98.
- Putro, A. F. P., Zuraidah, S., & Hastono, K. B. (2023). Studi perencanaan struktur jembatan baja (Trogh Howe Truss) pada Jembatan Pagerluyung Mojokerto. *Concrete: Construction and Civil Integration Technology*, 1(2), 76–84.
- Sastrawiria, R. P. P., & Seigo, N. (2024). The intention of bridge asset management implementation in Indonesia. *Buildings*, 14(3), 622. <https://doi.org/10.3390/buildings14030622>
- Silaban, P. A. R., Faisal, & Sutandar, E. (2023). Perencanaan jembatan baja type truss di Jembatan Melawi II, Kecamatan Nanga Pinoh, Kabupaten Melawi. 1–10.

- Sukmono Aji, N., Kristanto, L., Khamid, N., Tarigan, J., & Siregar, M. M. (2024). Implementasi retrofit pada kerusakan struktur beton bertulang. *Jurnal Teknik Sipil Pertahanan*, 11(1), 18–29. <https://doi.org/10.63824/jptsp.v11i1.154>
- Ximenes, F. (2014). *Perencanaan ulang bangunan atas jembatan rangka baja tipe Parker Truss dengan metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung* (Skripsi, Universitas [Nama Universitas]).
- Yatnikasari, S., Asnan, M. N., & Liana, U. W. M. (2021). Alternatif perencanaan jembatan rangka baja dengan menggunakan metode LRFD di Jembatan Gelatik Kota Samarinda. *Rang Teknik Journal*, 4(2), 282–294. <https://doi.org/10.31869/rtj.v4i2.2518>