

Analisis Distribusi Beban Kereta Api terhadap Jembatan BH-03 (WTT-D) Proyek Pembangunan Kereta Api Yogyakarta International Airport KM 1 + 400

La Ode Muh. Izzul Islami N.¹, Retnowati Setioningsih^{1*}, Marwanto¹

Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta¹

Email: rsetioningsih@itny.ac.id

Abstrak. Pada tahun 2017, Presiden Indonesia melalui Perpres No 58 Tahun 2017 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional menerbitkan daftar Proyek Strategis Nasional (PSN) yang salah satunya adalah proyek pembangunan kereta api Yogyakarta International Airport (YIA). Proyek ini menggunakan jalan layang kereta api (*elevated track*) tipe WTT *double track*. Penelitian ini merupakan analisis mengenai dampak dan stabilitas dari segala macam pembebanan terhadap kekuatan struktur jembatan rangka baja untuk kereta api. Analisis yang dilakukan meliputi analisis pembebanan dengan menggunakan peraturan Pembebanan pada Jembatan Kereta Api (SNI 1725-2016) dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 serta analisis kapasitas penampang jembatan dengan menggunakan peraturan Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03-2005) dan Metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD). Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas jembatan kereta api BH-03 WTT-D dinyatakan aman terhadap stabilitas jembatan dan aman terhadap distribusi beban kereta api yang terjadi dengan nilai gaya momen lentur maksimal sebesar 4218,370 kN/m dan nilai kapasitas nominal lentur sebesar 5555,109 kN/m yang terletak pada batang kode F1 frame 6 (space frame). Gaya aksial tekan maksimal sebesar - 4218,367 kN dengan nilai kapasitas nominal aksial tekan sebesar - 9782,057 kN terletak pada batang kode A2 frame 34. Gaya aksial tarik maksimal sebesar 3883,592 kN dengan nilai kapasitas nominal aksial tekan sebesar -5578,848 kN terletak pada batang kode C1 frame 61. Gaya geser maksimal sebesar 3291,235 kN dengan nilai kapasitas nominal geser sebesar 18304,704 kN terletak pada batang kode E1 frame 147.

Kata Kunci : pembebanan, pemodelan struktur, analisis gaya dalam, analisis kapasitas

Abstrack. In 2017, the President of Indonesia through Presidential Decree No. 58 of 2017 concerning the Acceleration of Implementation of National Strategic Projects published a list of National Strategic Projects (PSN), one of which is the Yogyakarta International Airport (YIA) railway construction project. This project uses a WTT *double track elevated track*. This research is an analysis of the impact and stability of all kinds of loading on the strength of steel frame bridge structures for railways. The analysis carried out included loading analysis using the Loading Regulations on Railway Bridges (SNI 1725-2016) and the Minister of Transportation Regulation No. 60 of 2012 and analysis of the cross-sectional capacity of the bridge using the Standard Steel Structure Planning regulations for Bridges (RSNI T-03-2005) and the Load and Resistance Factor Design Method (LRFD). The results of the analysis show that the capacity of the BH-03 WTT-D railway bridge is declared safe against the distribution of train loads

that occur with a maximum bending moment force value of 4218.370 kN/m and a nominal bending capacity value of 5555.109 kN/m which is located on the F1 frame 6 (space frame) bar code. The maximum compressive axial force is -4218.367 kN with a nominal axial compressive capacity value of -9782.057 kN located on code bar A2 frame 34. The maximum axial tensile force is 3883.592 kN with a nominal axial compressive capacity value of -5578.848 kN is located on code bar C1 frame 61. The maximum shear force is 3291.235 kN with a nominal shear capacity value of 18304.704 kN located on bar code E1 frame 147.

Keyword : *loading, structure modelling, internal force analysis, capacity analysis*

1. Pendahuluan

Pembangunan jalur kereta api Bandara Internasional Yogyakarta (YIA) di Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu proyek dalam Proyek Strategis Nasional yang di terbitkan oleh Presiden pada tahun 2017 yaitu Peraturan Presiden No. 58 Tahun 2017 (JDIH BPK, 2017). Pembangunan jalur kereta api YIA, digunakan jalan layang kereta api (elevated track) tipe WTT *double track* yang dirancang untuk menampung beban kereta api dari dua jalur.

Jembatan WTT menggunakan material baja yang memiliki ketahanan tinggi terhadap tegangan tarik dan tekan. Penelitian ini merupakan analisis mengenai dampak dan stabilitas dari segala macam pembebanan terhadap kekuatan struktur jembatan rangka baja untuk kereta api. Analisis yang dilakukan meliputi analisis pembebanan dengan menggunakan peraturan Pembebanan pada Jembatan Kereta Api (Badan Standardisasi Nasional, 2016) dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 serta analisis kapasitas penampang jembatan dengan menggunakan peraturan Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03, 2005) dan Metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai stabilitas kapasitas struktur atas Jembatan Kereta Api BH-03 (WTT-D) pada Pembangunan Kereta Api Bandara YIA KM. 1+400 dan untuk mengetahui kelayakan struktur atas Jembatan Kereta Api BH-03 (WTT-D) pada Pembangunan Kereta Api Bandara YIA KM. 1+400.

Penelitian mengenai analisis pembebanan terhadap struktur jembatan jalan kereta api sebelumnya sudah pernah dilakukan. Wiradarma (2022) menganalisis struktur atas jembatan kereta api Mbeling I BH. 2034 dengan mencari nilai kapasitas penampang struktur jembatan kereta api. Masagala (2022), penelitiannya bertujuan untuk mengetahui hasil analisis kekuatan dan keamanan struktur jembatan serta lendutan pada jembatan kereta api BH. 935. Ismayana (2019), penelitiannya menganalisis jembatan kereta api dengan struktur rangka baja tipe warren di wilayah Sumatera yang merupakan infrastruktur yang telah ada sejak jaman kolonial Belanda. Jaya (2018), penelitian ini menganalisis antara jembatan busur atas dan busur bawah dengan bentang yang sama untuk dua jalur kereta, sehingga diperoleh pilihan jembatan yang lebih efektif dan efisien secara kekuatan dan pembiayaan. Adhi (2017), pada penelitiannya merupakan modifikasi perencanaan Jembatan Kereta Api Lahor dengan menggunakan konstruksi busur rangka baja dengan lebar 5 m (satu jalur kereta) dan panjang bentang 160 m menerus dengan 2 pilar, terbagi menjadi 3 bentang dengan panjang masing – masing bentang 40 m – 80 m – 40 m.

2. Metode Penelitian

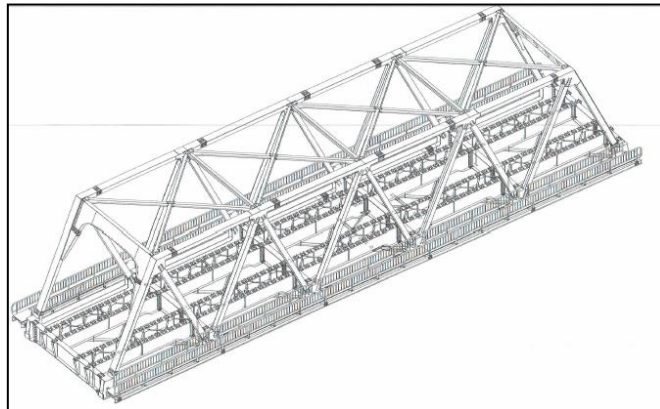
Jembatan jalan kereta api rangka baja pada Proyek Pembangunan Jalan Kereta Api Yogyakarta International Airport KM. 1 + 400 terletak di Jalan Raya Wates-Purworejo, Kecamatan Temon, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari PT. KAI Daerah Operasi (DAOP) VI Yogyakarta. Setelah data didapatkan, langkah-langkah analisa data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung beban-beban yang bekerja pada jembatan sesuai dengan peraturan Pembebanan pada Jembatan Kereta Api (SNI 1725-2016) dan Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012.
- b. Melakukan pemodelan struktur atas jembatan menggunakan program software SAP 2000 v.14.
- c. Melakukan running analysis menggunakan program software SAP 2000 v.14.
- d. Melakukan pengolahan data dan menganalisis hasil respon struktur yang terjadi pada jembatan.
- e. Pembahasan mengenai hasil dari nilai perhitungan setiap komponen jembatan yang di analisis.
- f. Menyimpulkan hasil analisis struktur atas Jembatan Jalan Kereta Api YIA BH-03 Rangka Baja Tipe Welded Through Truss Double Track.

3. Hasil Penelitian

3.1 Pendahuluan

Penelitian ini menganalisis perhitungan distribusi beban dan kapasitas jembatan menggunakan kondisi kuat batas atau metode LRFD dengan mengkalkulasikan distribusi beban kereta api berupa beban permanen atau beban mati, beban hidup kendaraan yang terjadi, beban angin dan beban gempa untuk melakukan analisis gaya-gaya dalam yang terjadi pada jembatan dengan menggunakan bantuan software SAP 2000 v.14. Perhitungan pembebanan mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan No.60 Tahun 2012 dan Pembebanan pada Jembatan Kereta Api (Badan Standardisasi Nasional, 2016) sementara itu, perhitungan analisis kapasitas jembatan mengacu pada Peraturan Standar Teknis Kereta Api Indonesia untuk Struktur Jembatan Baja (RSNI T-03, 2005) dan Metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD).



Gambar 1. Perspektif Jembatan BH-03

3.2 Perhitungan Pembebanan

Data Teknis Jembatan:

1. Nama jembatan = BH-03
2. Jenis jembatan = *Welded through truss*
3. Panjang bentang = 46,5 m.
4. Lebar bentang = 9,2 m
5. Tinggi jembatan = 10 m
6. Mutu baja = Bj 37
7. Jenis lintasan = *Double track*
8. Klasifikasi jalan KA = 2
9. Kecepatan KA (V_{max}) = 100 km/jam
10. Jenis rel = R.54

- 11. Berat Rel = 54,43 kg/m atau 0,534 kN/m
- 12. Bantalan rel = Kayu
- 13. Jumlah bantalan tiap rel = 76 buah
- 14. Dimensi penambat rel = 0,00069 m²
- 15. Jumlah penambat tiap rel = 152 buah

a. Beban Mati

Beban mati adalah beban yang berasal dari berat jembatan itu sendiri dan segala unsur beban tambahan tetap yang merupakan satu kesatuan dengan jembatan. Berat beban mati struktur atas jembatan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Beban Struktur Atas Jembatan

No	Keterangan	Beban (kN)
1	Connection	0,382
2	Cover Plate	0,467
3	Fitting	54,417
4	Filler Plate	1,549
5	Grating	33,003
6	Hanger	1,663
7	Handrail	50,694
8	Lower Lateral Brace	64,003
9	Main Truss Brace	357
10	Main Truss Lower	293,384
11	Main Truss Upper	201,837
12	Support Platform	132,142
13	Splice Plate	144,691
14	Filler Plate	1,549
15	Stringer Beam	376,521
16	Stringer Horizontal	17,731
17	Upper Lateral Brace	132,142
Berat Total Upperstructure		1843,63

Berat beban mati tambahan terdiri dari beban rel kereta, bantalan rel, dan penambat rel. Perhitungan beban mati tambahan adalah sebagai berikut:

- 1. Perhitungan berat rel kereta adalah sebagai berikut:

$$Q_{rel} = W \times \text{jumlah rel}$$

$$= 0,534 \times 4 = 2,136 \text{ kN/m}$$

- 2. Perhitungan berat dari bantalan adalah sebagai berikut:

$$\text{Volume} = 1,8 \times 0,22 \times 0,24 = 0,095 \text{ m}^3$$

$$Q_{bantalan} = \frac{\text{Volume} \times \text{Massa jenis kayu} \times \text{Jumlah bantalan}}{\text{Panjang jembatan}} = \frac{0,095 \times 8 \times 76}{46,5} = 1,242 \text{ kN/m}$$

- 3. Perhitungan penambat rel adalah sebagai berikut:

$$\text{Volume} = 0,00069 \times 0,5 = 0,000345 \text{ m}^3$$

$$Q_{penambat} = \frac{\text{Volume} \times \text{Massa jenis} \times \text{Jumlah penambat}}{\text{Panjang jembatan}} = \frac{0,000345 \times 78,5 \times 152}{46,5} = 0,089 \text{ kN/m}$$

Perhitungan beban mati tambahan atau beban *track* sebagai berikut:

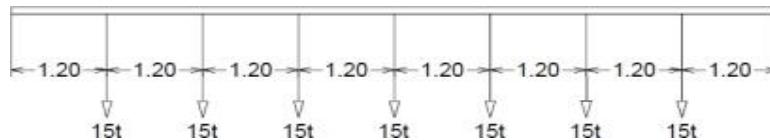
$$Q_{track} = Q_{rel} + Q_{bantalan} + Q_{penambat} = 2,136 + 1,242 + 0,089 = 3,467 \text{ kN/m}$$

b. Beban Hidup

Perhitungan beban hidup terdapat 2 jenis komponen beban yang digunakan yaitu beban hidup statis terpusat terdiri dari distribusi beban rencana muatan dan beban statis bergerak yaitu beban lokomotif atau beban gerbong/kereta.

1. Beban hidup statis terpusat

Berdasarkan peraturan pemerintah PM No. 60 Tahun 2012 pada rencana muatan 1921 (RM. 1921) diperoleh beban statis terpusat dengan lokomotif tipe CC 206 sebesar 15 Ton atau 147,1 kN dengan jarak 1,2 m.



Gambar 2. Ada 6 atau 7 Gandar yang dapat Tempat Perhitungan
(Sumber: RM, 1921)

2. Beban statis bergerak

Tipe kereta = CC 206

Berat kereta (W) = 90 ton = 882,599 kN

Panjang = 15,849

$Q_{\text{Statis bergerak}} = \frac{W}{\text{Panjang kereta}} = \frac{90}{15,849} = 5,68 \text{ ton/m} = 55,702 \text{ kN/m}$



Gambar 3. Lokomotif tipe CC 206
(Sumber: <https://www.balai3d.web.id>)

c. Beban Kejut

Faktor (i) = $0,2 + \frac{25}{50+L} = 0,2 + \frac{25}{50+46,5} = 0,459$

$Q_{\text{kejut}} = \text{factor } i \times \text{beban kereta} = 0,459 \times 55,702 = 25,567 \text{ kN/m}$

Jumlah joint = 116 joint

$Q_{\text{kejut terpusat}} = \frac{Q_{\text{kejut}}}{\text{Jumlah joint}} = \frac{25,567}{116} = 0,22 \text{ kN}$

d. Beban Lateral

$Q_{\text{kereta}} = 55,702 \text{ kN/m}$

$Q_{\text{lateral}} = 20\% \times 55,702 = 11,14 \text{ kN/m}$

e. Beban rem dan Traksi

$Q_{\text{kereta}} = 55,702 \text{ kN/m}$

Jumlah joint = 104 joint

$Q_{\text{rem dan traksi}} = 25\% \times 55,702 = 13,926 \text{ kN/m}$

$Q_{\text{rem dan traksi terpusat}} = \frac{Q_{\text{rem dan traksi}}}{\text{Jumlah joint}} = \frac{13,926}{104} = 0,134 \text{ kN}$

f. Beban rel longitudinal

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 beban rel panjang longitudinal adalah 10 kN/m.

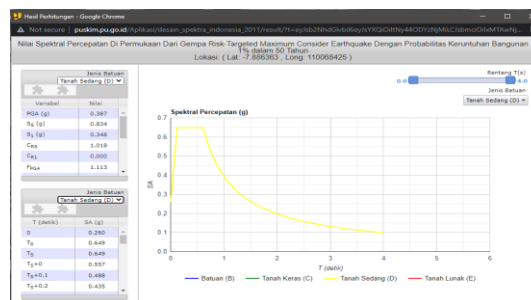
g. Beban angin

Luas bidang sisi jembatan ($d=0,41$) = $(10 \times (0,41 \times 11,03)) + (9 \times (0,41 \times 9,3)) = 79,54 \text{ m}^2$. Untuk jembatan rangka diambil 30% luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah joint pada jembatan} &= 22 \text{ joint} \\ \text{Gaya angin tanpa kereta} &= 79,54 \times 3 \times 30\% = 71,586 \text{ kN} \\ \text{Q tiap-tiap joint} &= \frac{71,586}{22} = 3,254 \text{ kN} \\ \text{Gaya angin dengan kereta} &= 79,54 \times 1,5 \times 30\% = 35,793 \text{ kN} \\ \text{Q tiap-tiap joint} &= \frac{35,793}{22} = 1,63 \text{ kN} \end{aligned}$$

h. Beban gempa

Lokasi = Lintas Stasiun Kedundang – Stasiun Bandara YIA
 Latitude = -7.886363
 Longitudinal = 110.068425



Gambar 4. Desain Nilai Spectra Indonesia
 (Sumber: puskim.pu.go.id,2023)

Berdasarkan parameter diatas diperoleh data berdasarkan *Website* puskim sebagai berikut:

1. $PGA = 0,387 \text{ g}$
2. $S_s = 0,834 \text{ g}$
3. $S_1 = 0,348 \text{ g}$
4. $F_{PGA} = 1,113$
5. $F_a = 1,166$
6. $F_v = 1,704$

Berdasarkan tabel 6 SNI 2833:2016 didapatkan nilai Faktor Modifikasi Respon (R) sebesar 1. Sehingga perhitungan beban gempa (E_Q) dengan $C_{sm} = 0,976 \text{ g}$ dan $R = 1$ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} W_t &= \text{Beban mati} + \text{beban hidup} = ((3,467 \times 46,5) + 1843,63) + (147,1 + 882,599) = 3034,545 \text{ kN} \\ E_Q &= \frac{C_{sm}}{R} \times W_t = \frac{0,976}{1} \times 3034,545 \text{ kN} = 2961,715 \text{ kN} \\ \text{Jumlah total joint pada jembatan} &= 132 \text{ joint} \\ E_{Qx} &= \frac{2961,715}{132} = 22,437 \text{ kN} \text{ dan } E_{Qy} = \frac{2961,715}{132} = 22,437 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kombinasi pembebanan yang dipakai pada struktur jembatan ini mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 60 Tahun 2012 tentang jembatan kereta api. Berdasarkan hasil analisis beban kombinasi, diperoleh hasil *output* beban kombinasi terbesar yaitu beban kombinasi 2.

3.3 Pemodelan dan Analisis Program SAP2000 v.14

Tahapan-tahapan pemodelan jembatan menggunakan program SAP200 v.14 adalah memasukkan material jembatan, dimensi profil (*frame properties*), menentukan jarak titik antar batang (*grid system*), dan menentukan tumpuan (*restraint*). Pemodelan akhir program SAP2000 v.14 serta rekapitulasi hasil analisis gaya-gaya dalam yang terjadi berdasarkan beban kombinasi 2 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Analisis Gaya Dalam Struktur Jembatan

No	Nama Profil	Kode	Gaya Aksial (KN)		Gaya Geser 2 (KN)		Gaya Geser 3 (KN)		Momen 2 (KN/m)		Momen 3 (KN/m)	
			Frame	Nilai	Frame	Nilai	Frame	Nilai	Frame	Nilai	Frame	Nilai
1	Batang Tepi Atas (upper chord)	A1	11	-3062,07	44	75,371	44	1,904	10	8,8454	44	-315,43
		A2	15	-4218,37	34	56,732	15	0,575	15	2,6755	34	-209,98
2	Batang Tepi Bawah (lower chord)	B1	1	971,16	1	-48,583	1	0,19	1	0,8854	1	-207,73
		B2	3	2617,56	4	-53,67	3	0,042	3	0,1956	4	-214,52
		B3	5	3005,63	26	-13,461	26	0,00092	26	0,0043	26	-20,89
3	Batang Diagonal (diagonal member)	C1	36	3883,59	61	-4,623	61	0	61	0	61	0
		C2	38	-1311,83	63	-4,109	63	0	63	0	63	0
		C3	40	1275,52	65	-2,781	65	0	65	0	65	0
		C4	68	18,45	68	-2,642	68	0	68	0	68	0
4	Portal Ujung (end post)	D	43	-4020,47	58	-6,726	58	0	58	0	58	0
		E1	46	254,42	46	-13,018	46	0,00525	46	0,0236	46	-19,525
5	Gelagar Memanjang (stringer)	E2	240	582,78	203	3051,92	172	9,378	172	5,4512	203	1791,46
		E4	69	126,93	331	4,133	69	8,779	69	5,1027	267	-0,0489
		E4 (SSL)	283	-11,61	114	3,14	318	0,397	114	0,2578	303	0,7468
6	Gelagar Melintang (floor beam)	F1	9	6863,86	6	6864,26	6	619,403	9	-6347,4	6	-6347,8
		F2	12	-292,46	8	2287,9	14	488,439	8	452,403	8	-2114,4
7	Ikatan Angin Atas (upper lateral bracing)	G1	52	-363,22	52	9,792	50	0,092	50	0,5921	52	-43,354
		G2	55	-261,28	55	6,705	56	0,094	56	0,6065	55	-23,067
		G3	48	431,68	48	3,836	48	0,00013	48	-0,0006	47	-5,7548
		G4	49	364,34	49	3,886	49	0,00012	49	-0,0005	49	-5,8295
8	Ikatan Angin Bawah (lower lateral bracing)	H1	16	160,28	19	3,17	29	0,061	29	0,3969	16	-8,7006
		H2	20	219,69	20	2,992	20	0,086	27	0,5568	27	-7,4735
		H3	30	201,13	30	-2,636	30	-0,068	30	-0,4408	30	-5,6863
		H4	31	200,48	31	2,618	31	0,068	31	-0,4402	31	-5,6477
		H5	377	-30,42	377	11,319	377	1,914	377	-1,244	376	-7,2118
		H6	380	40,05	380	0,711	375	0,037	375	-0,0501	375	-0,7735

3.4 Analisis Kapasitas Penampang

Analisis kapasitas dilakukan dengan perhitungan manual mengacu pada RSNI T-03-2005 dan metode LRFD menggunakan bantuan program Ms-Excel dan program SAP2000 v.14 untuk mencari rekapitulasi dari masing-masing gaya *ultimate* pada penampang.

Perhitungan analisis kapasitas analisis kapasitas tampang terdiri dari:

- Kapasitas nominal aksial komponen struktur batang tarik
Komponen-komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial harus memenuhi persyaratan $P_u \leq \phi P_n$ atau $N_u \leq \phi N_n$, dengan $\phi = 0,90$ untuk kondisi leleh dan $\phi = 0,75$ untuk kondisi fraktur
- Kapasitas nominal aksial komponen struktur batang tekan
Komponen-komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial harus memenuhi persyaratan $P_u \leq \phi P_n$ atau $N_u \leq \phi N_n$, dengan $\phi = 0,85$
- Kapasitas nominal komponen struktur momen lentur

Komponen-komponen struktur yang memikul gaya lentur harus memenuhi persyaratan $M_u \leq \phi M_n$, dengan $\phi = 0,90$

Rekapitulasi hasil perhitungan analisis kapasitas penampang struktur jembatan jalan kereta api BH-03 (WTT-D) Bandara Yogyakarta *International Airport* (YIA) dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Tabel Rekapitulasi Perhitungan Analisis Kapasitas Penampang

Kode Profil	Nama Profil	Aksial Ultimit (Pu)	Aksial Nominal Maksimal (ϕP_n) (kN)	Syarat Aman (Pu < ϕP_n)	Jenis	Geser Ultimit Maksimal (Nu)	Geser Nominal Maksimal (ϕN_n) (kN)	Syarat Aman (Nu < ϕN_n)	Lentur Ultimit Maksimal (Mu)	Lenyut Nominal Maksimal (ϕM_n) (kN)	Syarat Aman (Mu < ϕM_n)
A1	Upper Chord	-3062,066	-6373,032	Aman	Tekan	75,371	1009,584	Aman	315,433	3913,962	Aman
A2	Upper Chord	-4218,367	-9782,057	Aman	Tekan	56,732	1328,400	Aman	209,984	1929,943	Aman
B1	Lower Chord	971,164	3538,080	Aman	Tarik	48,583	478,224	Aman	207,732	707,527	Aman
B2	Lower Chord	2617,555	6821,280	Aman	Tarik	53,670	1009,584	Aman	214,521	327,965	Aman
B3	Lower Chord	3005,626	8117,280	Aman	Tarik	13,461	1009,584	Aman	20,890	60,233	Aman
C1	Diagonal Member	3883,592	5578,848	Aman	Tarik	4,623	952,301	Aman	0,000	0,000	Aman
C2	Diagonal Member	-1311,829	-4682,902	Aman	Tekan	4,190	725,760	Aman	0,000	0,000	Aman
C3	Diagonal Member	1275,515	3356,640	Aman	Tarik	2,781	635,040	Aman	0,000	0,000	Aman
C4	Diagonal Member	18,448	3188,160	Aman	Tarik	2,642	559,872	Aman	0,000	0,000	Aman
D1	End Post	254,420	8117,280	Aman	Tarik	6,726	1009,584	Aman	0,000	0,000	Aman
D2	End Post	-4020,470	-7569,462	Aman	Tekan	13,018	1009,584	Aman	19,525	42105,498	Aman
E1	Stringer	682,817	5528,304	Aman	Tarik	3291,235	18304,704	Aman	1948,169	6333,269	Aman
E4 (SSL)	Stringer Lateral	-11,613	-391,241	Aman	Tekan	3051,923	18304,704	Aman	1782,682	6897,500	Aman
F1	Floor Beam	-143,626	-7776,643	Aman	Tekan	3036,812	11664,000	Aman	0,049	105,932	Aman
F2	Floor Beam	-292,460	10653,855	Aman	Tekan	4,133	116,640	Aman	0,747	2922,980	Aman
G1	Upper Lateral Bracing	-363,218	-1275,063	Aman	Tekan	3,140	2272,147	Aman	4218,370	55551,096	Aman
G2	Upper Lateral Bracing	-261,283	-1325,117	Aman	Tekan	2287,904	3572,942	Aman	2114,440	59841882,571	Aman
G3	Upper Lateral Bracing	431,679	2397,600	Aman	Tarik	9,792	522,547	Aman	43,354	11035,318	Aman
G4	Upper Lateral Bracing	364,344	2419,200	Aman	Tarik	6,705	541,210	Aman	23,067	8709,427	Aman
H1	Lower Lateral Bracing	160,281	1187,136	Aman	Tarik	3,836	522,547	Aman	5,755	3023,117	Aman
H2	Lower Lateral Bracing	219,685	1194,912	Aman	Tarik	3,886	541,210	Aman	5,830	3490,299	Aman

4. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian Analisis Stabilitas Distribusi Beban pada Struktur Kereta Api Terhadap Jembatan BH-03 (WTT-D) Proyek Pembangunan Kereta Api Yogyakarta International Airport KM. 1+ 400 dapat disimpulkan bahwa struktur atas Jembatan Kereta Api tersebut dinyatakan aman terhadap stabilitas jembatan dan aman terhadap distribusi beban kereta api dan jembatan tersebut layak untuk digunakan sesuai dengan peraturan pembebanan yang mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor : PM.60 Tahun 2012, Standar Teknis Kereta Api untuk Jembatan Baja 2006 dan literasi lainnya serta analisis tumpang baja yang mengacu pada RSNI T-03-2005 dan literasi Metode LRFD.

Berdasarkan analisis tersebut didapatkan nilai gaya momen lentur maksimal sebesar 4218,370 KNm dan nilai kapasitas nominal lentur sebesar 5163,5 kNm yang terletak pada batang kode F1 frame 6 (space frame). Gaya aksial tekan maksimal sebesar - 4218,367 kN dengan nilai kapasitas nominal aksial tekan sebesar - 9782,057 kN terletak pada batang kode A2 frame 34. Gaya aksial tarik maksimal sebesar 3883,592 kN dengan nilai kapasitas nominal aksial tarik sebesar 5578,848 kN terletak pada batang kode C1 frame 61. Gaya geser maksimal sebesar 3291,235 kN dengan nilai kapasitas nominal geser sebesar 18304,704 kN terletak pada batang kode E1 frame 147.

Daftar Pustaka

- Adhi. (2017) Modifikasi Perencanaan Jembatan Kereta Api Lahor Dengan Menggunakan Konstruksi Busur Rangka Baja. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Badan Standardisasi Nasional. (2016). SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Badan Standardisasi Nasional, 1–67.
- Gessa K., Desmalia E., Nuranita B. 2021. Evaluasi Perencanaan Jembatan Kereta Api Rangka Baja Double track bentang 50 meter. Reka Racana Jurnal Online ITENAS. 6 (3): 1-5
- Ismayana R.P. 2019. Evaluasi Jembatan Kereta Api Rangka Baja Tipe Warren Bentang 42 Meter Berdasarkan SNI 2833:2016 dan Peta Gempa 2017. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Jaya, Teguh. 2018. Perbandingan Jembatan Rangka Baja Kereta Api dengan Sistem Busur Atas dan Bawah. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- JDIH BPK. (2017). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 58 Tahun 2017: Proyek Strategis Nasional.
- RSNI T-03. (2005). Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan. RSNI T-03-2005.
- Masagala, Algazt A. 2022. Evaluasi Jembatan Kereta Api Rangka Baja Jalur Tunggal Tipe Welded Through Truss. Jurnal Karsaka. 8 (2): 1-7.
- Mahendra, A. W. 2021. Analisis Daya Dukung Fondasi Bored Pile pada Proyek Pembangunan Kereta Api Bandara YIA dengan Menggunakan Metode Analitik dan Program Plaxis. Skripsi. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta, Yogyakarta.
- Menhub RI. 2006. (Standar Teknis Kereta Api Indonesia untuk Jembatan Baja). Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian. Jakarta.
- Menhub RI. 2012. (Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api). Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perkeretaapian. Jakarta.
- Rosyidi, S. A. 2015. Rekayasa Jalan Kereta Api. Penerbit LP3M UMY. Yogyakarta
- Setiawan, Agus. 2002. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Sumarto, Sukarno. 2023. Proyek Strategis Nasional PSN. URL: <https://www.bpkp.go.id/jateng/konten/2688/PROYEK-STRATEGIS-NASIONAL-PSN>. Diakses tanggal 11 Januari 2023.
- Utomo, Suryo H. 2009. Jalan Rel. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wiradarma, Lalu R. 2022. Analisis Struktur Atas Jembatan Kereta Api Mbeling I BH. 2034 (Structural Analysis of Mbeling I Railway Bridge BH. 2034)". Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.