

KAJIAN JEMBATAN KECAMATAN SENDANG (RUAS JALAN TUGU – PABYONGAN) KABUPATEN TULUNGAGUNG DENGAN METODE KOMPOSIT

Tri Yuli Purnomo¹, Lucia Desti Krisnawati², Yosef Cahyo SP³.

^{1,2,3} Fakultas Teknik, Universitas Kediri.

e-mail: ¹ triyulipurnomo@gmail.com, ² lucia_desti@unik-kediri.ac.id,
³ yosef.cs@unik-kediri.ac.id.

Abstract

Population growth in Tulungagung Regency, which is getting faster, must be balanced with adequate transportation infrastructure. Improvement of transportation facilities and infrastructure is in the form of bridge construction. In order to achieve good and truly mature planning, a careful feasibility study is required. From the results of research on the Sendang Bridge (Tugu - Pabyongan Road Section), the greatest force acting on the bridge includes: ultimate moment of support = 34.7 kNm and the ultimate moment of field = 23.8 kN, dead load = 101.12 kNm, live load = 11.09 kN / m, load 'D' = 304.73 kNm, load 'T' = 130 kN, brake load = 45.93 kNm, wind load = 14.70 kNm, earthquake load = 1, 1 kN / m. From the existing loading, a bridge plate with a thickness of 0.2 m is determined. The controls used were deflection requirements $d < Ls / 240$. $0.0313 < 10.8 / 240 \rightarrow OK$, control voltage $kip f = 16.77$ Mpa. The girder profile is used WF 400.200.8.13. By calculating the structural load and the force acting on the bridge, the use of girder profile is safe to accept stress and deflection due to the forces on the upper structure.

Keywords : Bridge, Composite, Upper structure, Transportation

Abstrak

Pertumbuhan penduduk di Kabupaten Tulungagung yang semakin pesat harus diimbangi dengan sarana prasarana transportasi yang memadai. Peningkatan sarana dan prasarana transportasi ini berupa pembangunan jembatan. Untuk mencapai perencanaan yang baik dan benar-benar matang maka diperlukan studi kelayakan yang teliti. Dari hasil penelitian pada Jembatan Sendang (Ruas Jalan Tugu – Pabyongan) dihasilkan Gaya yang terbesar yang bekerja pada jembatan meliputi : momen ultimate tumpuan sebesar = 34,7 kNm dan momen lapangan ultimate sebesar = 23,8 kN, beban mati = 101,12 kNm, beban hidup = 11,09 kN/m, beban 'D' = 304,73 kNm, beban 'T' = 130 kN, beban rem = 45,93 kNm, beban angin = 14,70 kNm, beban gempa = 1,1 kN/m. Dari pembebanan yang ada ditentukan Plat jembatan setebal 0,2 m. Kontrol – kontrol yang di gunakan syarat lendutan $d < Ls/240$. $0,0313 < 10,8/240 \rightarrow OK$, kontrol tegangan $kip f = 16,77$ Mpa. Profil gelagar digunakan WF 400.200.8.13, dengan perhitungan beban struktur dan gaya yang bekerja pada jembatan, penggunaan profil gelagar tersebut aman menerima tegangan dan lendutan akibat gaya-gaya pada struktur atas.

Kata Kunci : Jembatan, Komposit, Struktur atas, Transportasi

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu akses yang menghubungkan antara daerah yang satu dengan daerah lainnya yang terpisah karena keadaan alam, misalnya adanya lembah, jurang, sungai maupun rel kereta api. Pada kawasan perkotaan yang lalu lintasnya padat, jembatan juga bisa menjadi alternatif untuk menghindari kemacetan, [1][2].

Pada studi kajian ini, dengan adanya pembangunan Jembatan Kecamatan Sendang (Ruas Jalan Tugu – Pabyongan) dengan bentang 36 meter (3 x 12m) maka perlu adanya perhitungan kekuatan struktur guna mengetahui efektifitas dan factor ekonomis pembangunan jembatan tersebut, [3].

Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pembebanan berdasarkan statika yang ada?
2. Bagaimana pembebanan lantai kendaraan yang timbul?
3. Bagaimana desain yang digunakan untuk gelagar induk?
4. Bagaimana pembebanan plat injak?

Agar pembahasan tugas akhir ini mencapai sasaran dan tujuan dengan tepat, maka perlu diberi batasan masalah. Adapun batasan masalah dalam skripsi ini meliputi:

1. Perhitungan sandaran dan tiang sandaran
2. Perhitungan lantai kendaraan
3. Perhitungan gelagar induk
4. Perhitungan plat injak

Maksud penelitian ini antara lain :

1. Memahami perhitungan analisa struktur jembatan dengan sistem komposit antara baja dan beton.
2. Mengetahui kekuatan struktur pada Jembatan Sendang.

Tujuan dari penelitian ini adalah memberikan alternatif perencanaan dengan pertimbangan faktor- faktor yang terkait dengan dasar tujuan untuk mengusahakan agar konstruksi alternatifnya memberi beberapa keuntungan atau kelebihan jika dibandingkan dengan konstruksi yang sudah ada, .

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

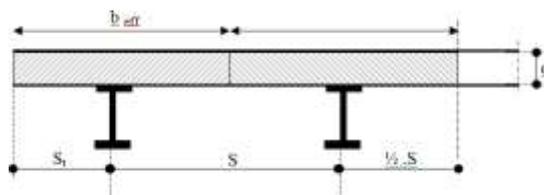
Metode penelitian yaitu pengambilan data yang erat dikaitkan dalam penulisan tugas akhir ini seperti data gambar, data lalu lintas kendaraan, kemudian dihitung struktur pembebanan dan gaya yang bekerja pada jembatan, kemudian ditarik kesimpulan kekuatan struktur pada Jembatan Sendang tersebut, [4][5].

2.2 Jembatan

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang permukaannya lebih rendah, [6][7]. Rintangan ini biasanya (jalan, air, atau jalan lalu lintas). Jembatan merupakan investasi tertinggi dari semua elemen yang dapat di jumpai pada sistem jalan raya. Setiap kerusakan pada konstruksi tidak hanya merupakan suatu reduksi dalam investasi, akan tetapi lebih penting lagi dapat merupakan penyebab timbulnya gangguan-gangguan dalam kelancaran perputaran roda ekonomi serta dapat menimbulkan kecelakaan bagi manusia, [8][9].

2.3 Jembatan Komposit

Penampang komposit terbentuk jika dua buah komponen bahan (Baja-Beton) digabung menjadi satu kesatuan penampang dan terjadi interaksi antara komponen-komponen tersebut yang berupa Lantai beton dan Balok baja dalam menahan beban kerja, masing-masing karakteristik dasar dan materialnya dari dua komponen tersebut dimanfaatkan secara optimal [10]. Agar terbentuknya interaksi yang baik antara dua komponen tersebut, gaya geser yang terjadi antara lantai beton dan balok baja ditahan oleh Penghubung Geser (Shear Connector), [11].



Gambar 1. Penampang Komposit

2.4 Dimensi Balok Gabungan Komposit

Umumnya gelagar baja terdiri dari profil IDIN dengan plat perkuatan sayap tepi bawah, tetapi gelagar baja biasa tidak mencukupi maka dibuat dari profil tersusun, diman plat sayap dan badan dihubungkan dengan las. Dimensi balok gabungan ini kita hubungan dengan sistem coba-coba. Dengan tebal plat lantai beton minimum 15 cm sehingga kita kontrol tegangan-tegangan yang terjadi berdasarkan :

Bila waktu pemasangan lantai beton tidak diadakan tumpuan pembantu (perancah/bekesting). Tegangan yang timbul akibat berat sendiri (lantai beton sebelum mengeras + gelagar) dipikul oleh gelagar baja, beban bergerak dengan tumbukan dipikul oleh gelagar composite. Tetapi akibat muatan-muatan lainnya seperti (sandaran, aspal, trotoar) karena pada umumnya dikerjakan setelah bagian-bagian utama selesai/mengeras atau lantai beton yang menimbulkan tegangan tambahan. Perhitungan tegangan tambahan ini memungkinkan beton dalam keadaan plastis, sehingga kita tidak menggunakan beton dalam keadaan modulus elastis, tetapi menggunakan beton dengan yang lebih besar yaitu n plastis.

Bila gelagar tersebut diberi tumpuan pembantu (perancah/bekisting) pada saat pengecoran lantai beton sampai mengering mencapai 75 % dari kekuatan seharusnya (kekuatan setelah 28 hari) baru tumpuan pembantu tersebut dibuka, sehingga baik akibat berat sendiri maupun beban bergerak maupun beban bergerak diperhitungkan yang memikul adalah gelagar komposit, [12][13].

2.5 Beton Bertulang

Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan ini digunakan untuk merencanakan jembatan jalan raya dan jembatan pejalan kaki di Indonesia, yang menggunakan komponen struktur beton bertulang dengan panjang bentang tidak lebih dari 100 meter, [14]. Untuk jembatan berbentang panjang (> 100 m), atau yang menggunakan sistem struktur khusus, atau material khusus, atau cara pelaksanaan yang khusus, perlu diperhatikan kondisi-kondisi khusus yang sesuai, di mana usulan dan analisis struktur yang telah memperhitungkan kondisi-kondisi khusus tersebut harus dilakukan secara rinci, dan diserahkan kepada yang berwenang beserta semua pembuktian kebenarannya. Beton normal yang dimaksud dalam standar ini adalah beton yang dibuat dengan menggunakan semen portland, mempunyai massa jenis sekitar 2400 kg/m³, dan mempunyai kuat tekan (berdasarkan benda uji silinder) antara 20 MPa sampai dengan 60 MPa (setara dengan K250 – K700 berdasarkan benda uji kubus), termasuk beton ringan yang mempunyai massa jenis tidak kurang dari 2000 kg/m³ dan mempunyai kuat tekan antara 20 MPa sampai dengan 40 Mpa [15]. Walaupun demikian, standar ini bisa berlaku untuk penggunaan beton bermutu tinggi dengan kuat tekan yang lebih tinggi dari 60 MPa, atau beton ringan dengan massa jenis yang kurang dari 2000 kg/m³, asalkan bila dianggap perlu bisa dilakukan penyesuaian pada perilaku material beton tersebut, berdasarkan suatu acuan teknis atau hasil penelitian yang bisa diterima oleh yang berwenang, [16].

a.) Menentukan tebal plat

Berdasarkan SK SNI T-15-1991 pasal 3.2.5 bahwa tebal plat minimum diambil rumus :

$$h_{\min} = l_n / 28 (0,4 + f_y/700) \dots\dots\dots [17]$$

Dimana :

l_n = Panjang bersih bentang yang terpanjang

f_y = Tegangan leleh baja

b.) Penulangan beton

Beton bertulang direncanakan runtuh secara perlahan dan bertahap, hal ini dimungkinkan apabila tulangan tarik beton terlebih dahulu meleleh sebelum renggangannya beton mencapai maksimum (under reinforced), [18][19].

Dengan dasar perencanaan tersebut, jumlah tulangan yang digunakan pada penampang beton dibatasi menurut SKSNI-1991 pasal 3.3.3. Anggapan pembatasan jumlah tulangan tersebut

berkaitan dengan rasio penulangan (ρ) yaitu perbandingan antara luas penampang tulangan baja tarik (A_s) dengan luas efektif penampang. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\rho = A_s / (b \times d)$$

Pembatasan tulangan yang dimaksud dalam SKSNI T-15-1991-03 pasal 3.3.3 adalah rasio penulangan maksimum yang diijinkan, dibatasi sebesar 0,75 dari rasio penulangan dalam keadaan seimbang (ρ_b).

$$\rho_{max} = 0,75 \cdot \rho_b$$

Besarnya rasio penulangan dalam keadaan seimbang menurut SKSNI T-15-1991-03 pasal 3.3.3 adalah :

$$\rho_b = (0,85 \times f_c) / f_y \times \beta \times 600 / (600 + f_y) \dots \dots \dots [17]$$

Sedangkan untuk rasio penulangan minimum menurut SKSNI T-15-1991-03 pasal 3.3.5.1 adalah :

$$\rho_{min} = 1,4 / f_y \dots \dots \dots [17]$$

Syarat rasio penulangan dalam beton bertulang harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

Struktur harus direncanakan hingga semua penampang harus mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban gaya terfaktor. Persamaan tersebut disederhanakan menjadi :

$$M_u = \phi M_n$$

Untuk mencari rasio penulangan (ρ) yang akan menentukan luas tulangan dari penampang beton , dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho = (0,85 \cdot f_c) / f_y [1 - \sqrt{1 - (2 \cdot R_n) / (0,85 \cdot f_c)}] \dots \dots \dots [20]$$

Dimana :

$$R_n = M_u / (b \cdot d^2)$$

Dengan M_u = momen ultimate/momen terfaktor penampang

Jika ρ yang diperoleh lebih kecil dari ρ_{min} , maka yang diambil adalah ρ_{min} , sehingga luas tulangan dapat dicari dengan rumus :

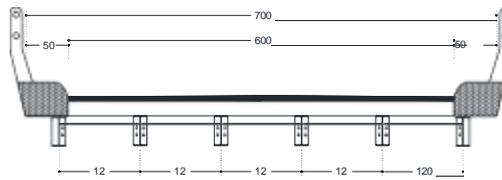
$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

Jarak tulangan perlu dihitung dengan menggunakan rumus :

$$S = (1/4 \times [\phi_{tul}]^2 \times b) / A_s \dots \dots \dots [20]$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Beban



Gambar 2. Potongan Melebar Jembatan

Tabel 1. Data Teknik Jembatan

KETERANGAN	SIMBOL	NILAI	SATUAN
Tebal slap lantai jembatan		0,2	m
Tebal lapisan aspal		0,1	m
Tebal genangan air hujan		0,05	m
Jarak antara girder baja		1,2	m
Lebar Jalur Lalu-lintas		6	m
Lebar trotoar		0,5	m
Lebar total Jembatan		7	m
Panjang bentang jembatan		12	m
Mutubaja	Bj		24
Tegangan leleh baja	f_y	24	Mpa
Tegangan dasar	$F_s = F_y / 1.5$	16	Mpa
Modulus elastis baja,	E_s	210000	Mpa
Ntuk baja tulangan dengan $\varnothing > 12m$	m U		39
Tegangan leleh baja,	$F_y = U * 10$	390	Mpa
Ntuk baja tulangan dengan $\varnothing > 12m$	m U		24
Tegangan leleh baja,	$F_y = U * 10$	240	Mpa
MutuBeton	K		300
Kuat tekan beton,	f_c'	24,9	Mpa
Modulus elastis beton	$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$	23453	Mpa
Angka Poisson	ν		0,2
Modulus Geser	$G = E_c / [2 * (1 + \nu)]$	9772,1	Mpa
Koefisien Muai Panjang untuk	α	1,E-05	Mpa
SpesificGrafty			
Berat baja	w_s	77,0	kN/ m ³
Berat beton bertulang	w_c	25,0	kN/ m ³
Berat beton tidak bertulang	$w'c$	24,0	kN/ m ³
Berat Lapisan Aspal	w_a	22,0	kN/ m ³

Sumber : Analisa Pengamatan

a.) Beban Mati

Beban mati pada plat lantai jembatan ditinjau selebar 1 m

Berat jenis beton = 2,5 t/m³

Tebal plat lantai = 0,2 m

Berat sendiri plat (Q_{MS}) = 1 x 0,2 x 2,5 = 0,5 t/m = 5 kN/m

b.) **Beban Mati Tambahan**

Untuk lebih mudahnya perhitungan dapat dilihat pada tabel di bawah

Tabel 2. Perhitungan beban mati tambahan

NO	JENIS	TEBAL (m)	BERAT JENIS (kN/m ³)	BEBAN (kN/m)
1	Lapisan aspal	0,10	22	2,2
2	Air hujan	0,05	10	0,5
BEBAN MATI TAMBAHAN (Q_{MA})				2,7

Sumber : Analisa Pengamatan

Tabel 3. Perhitungan tegangan yang timbul

Tegangan yang terjadi pada sisi			Atas beton	Atas baja	Bawah baja
No	Jenis beban	Momen	Ftc (Mpa)	fts (Mpa)	fbs (Mpa)
1	Berat sendiri	101,12	1,391	4,357	24,854
2	Beban mati tambahan	59,05	0,563	1,762	10,050
3	Beban lajur "D"	304,73	1,925	6,028	34,384
4	Gaya rem	45,93	0,304	0,951	5,424
5	Beban angin	14,70	0,140	0,438	2,500
6	Beban gempa	16,039	0,197	0,618	3,523

Sumber : Analisa Pengamatan

c.) **Beban Truk “T”**

Beban hidup pada lantai jembatan berupa beban roda ganda oleh Truk (beban T) yang besarnya T = 100 kN. Factor beban dinamis untuk pembebanan truk diambil DLA = 0,3, maka :

$$\begin{aligned}
 \text{Beban truck } P_{TT} &= (1 + \text{DLA}) \times T \\
 &= (1 + 0,3) \times 100 = 130 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d.) **Beban Angin**

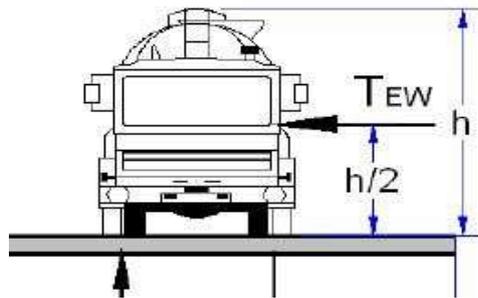
Beban garis merata tambahan arah horisontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan di atas jembatan dihitung dengan rumus :

$$T_{EW} = 0,0012 W(V_w)^2$$

Dengan : C_w = koefisien seret = 1,2

V_w = kecepatan angin rencana = 35 m / det

$$T_{EW} = 0,0012 \times 1,2 \times (35)^2 = 1,764 \text{ kN/m}$$



Gambar 3. Kendaraan yang terkena beban angin

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2,00 m di atas lantai jembatan ($h = 2,00$ m). Nilai transfer beban angin ke lantai kendaraan :

$$P_{EW} = \frac{\frac{1}{2} \times h}{X \times T_{EW}} \dots\dots\dots X = \text{jarak antar roda kendaraan} = 1,75 \text{ m}$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 2}{1,75 \times 1,764} = 1,008 \text{ kN}$$

3.2 *Section Properties Sebelum Komposit*

Bentang jembatan antar pilar = 12 m.

a.) Penampang

$$\frac{Ls}{d} > \frac{1,25 \times b}{tf}$$

$$\frac{10800}{400} > \frac{1,25 \times 200}{13}$$

$$27 > 19,230 \dots\dots\dots (\text{OK})$$

$$\frac{d}{tw} < 75$$

$$\frac{400}{8} < 75 \dots\dots\dots 50 < 75 \dots\dots\dots (\text{OK})$$

b.) Lendutan pada baja sebelum komposit

Qt = 11,09 kN/m

Ls = 10,80 m

Es = 210000

Mpa = 210000000 kpa

Ix = 2,37.10⁵mm⁴ = 0,00237 m²

$$d = \frac{\frac{5}{384} \times Qt \times Ls^4}{Es \times Ix}$$

$$= \frac{\frac{5}{384} \times 11,09 \times 10,80}{210000000 \times 0,00237}$$

Syarat lendutan d < Ls/240

0,0313 < 10,8/240

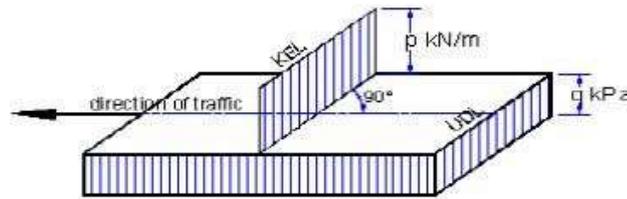
0,0313 < 0,045 (OK)

c.) Beban lajur “D”

Beban kendaraan yang berupa beban lajur “ D “ terdiri atas beban terbagi rata (Uniformly Distributed Load), UDL dan beban garis (Knife Edge Load), KEL. UDL mempunyai intensitas q (Kpa) yang besarnya tergantung pada panjang total yang dibebani lalu lintas atau dinyatakan dengan rumus :

$$q = 8 \text{ kpa} \dots\dots\dots \text{untuk bentang} \leq 30 \text{ m}$$

$$q = 8 \times (15$$



Gambar 4. Beban “ D “

mempunyai intensitas sebesar $P = 44 \text{ kN/m}$

Faktor beban dinamis (Dynamic Load Allowance) untuk KEL diambil sebagai berikut :

$$DLA = 0,4 \text{ untuk } L \leq 50$$

$$DLA = 0,4 - 0,0025 * (L - 50) \text{ untuk } 50 < L < 90$$

$$DLA = 0,3$$

Untuk $L > 90$

$$\text{Beban lajur “ D “} = QTD = q \times S = 8 \times 1,2 = 9,6 \text{ kN/m}$$

$$\text{Beban garis (PTD)} = (1 + DLA) \times p \times S = (1 + 0,4) \times 44 \times 1,2 = 54,92 \text{ kN}$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} \times QTD \times Ls^2 + \frac{1}{4} \times PTD \times L$$

$$V_{max} = \frac{1}{2} \times QTD \times Ls + \frac{1}{2} \times PTD$$

$$= \frac{1}{8} \times 9,6 \times 10,8^2 + \frac{1}{4} \times 54,92 \times 12$$

$$= \frac{1}{2} \times 9,6 \times 10,8 + \frac{1}{2} \times 54,92$$

$$= 304,73 \text{ kNm}$$

$$= 79,30 \text{ kN}$$

d.) Gaya Rem

Besarnya gaya rem tergantung pada panjang total jembatan (L) sebagai berikut :

$$\text{Gaya rem, TTB} = 250 \text{ kN untuk } L < 80 \text{ m}$$

$$\text{Gaya rem, TTB} = 250 + 2,5 (L - 80) \text{ kN untuk } 80 < L < 180 \text{ m}$$

$$\text{Gaya rem, TTB} = 500 \text{ kN untuk } L > 180 \text{ m}$$

$$\text{Besarnya gaya rem (TTB)} = \frac{250}{n} = \frac{250}{5} = 50 \text{ kN}$$

Jarak lengan terhadap pusat tampang grider (y)

$$y = 1,8 + 0,1 + 0,304$$

$$= 2,204$$

$$M_{max} = \frac{1}{2} \times TTB \times y$$

$$V_{max} = \frac{TTB \times y}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times 50 \times 2,204$$

$$= \frac{45,93 \times 2,204}{85,2}$$

e.) Beban Angin

Beban garis merata tambahan arah horizontal pada permukaan lantai jembatan akibat angin yang meniup kendaraan di atas jembatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TEW = 0,0012 \times C_w \times (V_w)^2$$

Dimana,

$$C_w = \text{koefisien seret} = 1,2$$

$$V_w = \text{Kecepatan angin rencana} = 35 \text{ m/det}$$

$$TEW = 0,0012 \times 1,2 \times 35^2 = 1,764 \text{ kN}$$

Bidang yang terkena gaya angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2 m dengan lebar antar as roda (x) = 1,75 m.

$$\text{Transfer beban angin kelantai kendaraan (QEW)} = \frac{\frac{1}{2} \times h}{x} \times TEW$$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times 2}{1,75} \times 1,764 = 1,008 \text{ kN/m}$$

Momen dan gaya geser maksimum pada girder akibat beban angin :

$$M_{max} = \frac{1}{8} \times QEW \times Ls^2$$

$$V_{max} = \frac{1}{2} \times QEW \times Ls$$

$$= \frac{1}{8} \times 1,008 \times 10,8^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1,008 \times 10,8 = 14,70 \text{ kNm} = 5,44 \text{ kN}$$

f.) Beban Gempa

Gaya gempa vertical pada balok dihitung dengan menggunakan percepatan vertical kebawah sebesar 0,1 x g, dengan g = percepatan gravitasi

$$\text{Gaya gempa vertical rencana (QEQ)} = 0,1 \times W_t$$

$$W_t = \text{Beban Struktur (Qms + Qma)}$$

$$QEQ = 0,1 \times (6,94 + 4,05) = 1,1 \text{ kN/m}$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} \times QEQ \times Ls^2$$

$$V_{max} = \frac{1}{2} \times QEQ \times Ls$$

$$= \frac{1}{8} \times 1,1 \times 10,8^2 = \frac{1}{2} \times 1,1 \times 10,8 = 16,039 \text{ kNm} = 5,94 \text{ kN}$$

3.3 Kontrol Tegangan Pada Girder Komposit

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh :

- $W_{tc} = 12873890,7 \text{ mm}^3$
- $W_{ts} = 88662844,8 \text{ mm}^3$
- $W_{bs} = 8229291,3 \text{ mm}^3$
- $N = 9,13$

Tegangan pada girder komposit :

$$\text{Tegangan pada sisi atas beton (ftc)} = \frac{M \times 10^6}{n \times W_{tc}}$$

$$\text{Tegangan pada sisi atas baja (fts)} = \frac{M \times 10^6}{W_{ts}}$$

$$\text{Tegangan pada sisi bawah baja (fbs)} = \frac{M \times 10^6}{W_{bs}}$$

Hasil perhitungan tegangan pada girder komposit di sajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4. Perhitungan tegangan yang timbul

Tegangan yang terjadi pada sisi			Atas beton	Atas baja	Bawah baja
No	Jenis beban	Momen	Ftc (Mpa)	fts (Mpa)	fbs (Mpa)
1	Berat sendiri	101,12	1,391	4,357	24,854
2	Beban mati tambahan	59,05	0,563	1,762	10,050
3	Beban lajur "D"	304,73	1,925	6,028	34,384
4	Gaya rem	45,93	0,304	0,951	5,424
5	Beban angin	14,70	0,140	0,438	2,500
6	Beban gempa	16,039	0,197	0,618	3,523

Sumber : Analisa Pengamatan

Tabel 5. kombinasi-kombinasi:

Tegangan yang terjadi pada sisi			Atas beton	Atas baja	Bawah baja
No	Jenis beban	Momen	Ftc (Mpa)	fts (Mpa)	fbs (Mpa)
1	Berat sendiri		1,391	4,357	24,854
2	Beban mati tambahan		0,563	1,762	10,050
3	Beban lajur "D"		1,925	6,028	34,384
4	Gaya rem		0,304	0,951	5,424
5	Beban angin		0,140	0,438	2,500
6	Beban gempa		0,197	0,618	3,523
Jumlah			4,520	14,155	80,734
Syarat			< 14,94	< 312	< 312
Keterangan			OK	OK	OK

Sumber : Analisa Pengamatan

4. KESIMPULAN

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, banyak permasalahan yang timbul dalam pelaksanaan pekerjaan Jembatan Sendang (Ruas Jalan Tugu - Pabyongan).

Dari hasil kajian dapat diambil kesimpulan bahwa Jembatan Sendang (Ruas Jalan Tugu - Pabyongan) dengan bentang 36 meter (12 meter + 12 meter + 12 meter) dengan lebar 6 meter, yaitu :

1. Gaya yang terbesar yang bekerja pada jembatan meliputi : momen ultimate tumpuan sebesar = 34,7 kNm dan momen lapangan ultimate sebesar = 23,8 kN, beban mati = 101,12 kNm ,beban hidup = 11,09 kN/m, beban 'D' = 304,73 kNm, beban 'T' = 130 kN, beban rem = 45,93 kNm, beban angin = 14,70 kNm, beban gempa =1,1 kN/m
2. Dari pembebanan yang ada ditentukan Plat jembatan setebal 0,2 m dengan tulangan pokok $\phi 14 - 100$ dan memakai tulangan sengkang $\phi 10 - 200$.
3. Kontrol – kontrol yang di gunakan syarat lendutan $d < Ls/240$ $0,0313 < 10,8/240 \rightarrow OK$, kontrol tegangan kip $f = 16,77$ Mpa
4. Profil gelagar digunakan WF 400.200.8.13 , dengan perhitungan beban struktur dan gaya yang bekerja pada jembatan, penggunaan profil gelagar tersebut aman menerima tegangan dan lendutan akibat gaya-gaya pada struktur atas.

Untuk mencapai perencanaan yang baik dan benar-benar matang maka diperlukan studi kelayakan yang teliti dan referensi yang lengkap.

5. SARAN

Dalam pelaksanaan dengan memperhatikan dan mengamati jenis pekerjaan jembatan dan untuk mendapatkan hasil yang maksimal, maka diperlukan :

- 1) Mengadakan Perhitungan yang matang untuk menciptakan suatu struktur jembatan yang berdaya guna
- 2) Perlu diadakan survey lokasi yang mendetail dalam perencanaan struktur jembatan
- 3) Mengadakan estimasi tentang kemungkinan-kemungkinan yang akan terjadi di masa yang akan datang sehingga konstruksi hasil perencanaan tersebut dapat memenuhi standart untuk masa kini dan masa yang akan datang.
- 4) Pekerjaan diperlukan tenaga-tenaga ahli yang benar-benar berpengalaman sehingga kualitas konstruksi dapat sesuai dengan hasil perencanaan.
- 5) Untuk menghindari kerusakan jembatan dengan metode komposit baja dan beton yaitu dengan memperbesar faktor keamanan serta mempertahankan segi perawatan yang lebih hemat, mudah dan ekonomis serta mampu memenuhi harapan dalam pelaksanaan bagi kita semua.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan artikel ini, penulis ucapkan terimakasih kepada dosen pembimbing dan Universitas Kadiri. Penulis berharap agar artikel ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. J. Struyk and K. H. C. W. Van Der Veen, “Jembatan,” *PT. Pradnya Paramita*, 1984.
- [2] A. Sunanda, J. T. Sipil, and F. Teknik, “Kajian stabilitas pondasi kelompok tiang pancang rencana jembatan mualaf kecamatan tenggarong,” *KURVA S J. Mhs.*, vol. 4, no. 2, pp. 519–524, 2016.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, “RSNI T-02-2005 Pembebanan untuk Jembatan.” 2005.
- [4] Hadi Y. CE, “Perhitungan Konstruksi Baja,” *Yustadi Offset*, 2000.
- [5] ULP Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Kabupaten Tulungagung, “Dokumen Lelang Jembatan Sendang (Ruas Jalan Tugu - Pabyongan),” 2016.
- [6] A. I. Candra, S. Anam, Z. B. Mahardana, and A. D. Cahyono, “Studi Kasus Stabilitas Struktur Tanah Lempung Pada Jalan Totok Kerot Kediri Menggunakan Limbah Kertas,” *UkaRsT*, vol. 2, no. 2, pp. 88–97, 2018.
- [7] R. M. Simatupang, L. Susanti, and E. A. Perkasa, “Studi Analisis dan Eksperimental Pengaruh Perkuatan Sambungan Pada Struktur Jembatan Rangka Canai Dingin Terhadap Lendutannya,” *Rekayasa Sipil*, vol. 10, no. 3, pp. 205–210, 2016, doi: 10.21776/ub.rekayasasipil.2016.010.02.05.
- [8] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, “Pd T-04-2004-B Perencanaan Beban Gempa Untuk Jembatan.” 2004.
- [9] E. Sari, “Analisis Resiko Proyek Pada Pekerjaan Jembatan Sidamukti – Kadu Di Majalengka Dengan Metode Fmea Dan Decision Tree,” *J-Ensitem*, vol. 2, no. 02, pp. 38–46, 2016, doi: 10.31949/j-ensitem.v2i02.306.
- [10] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 07-2052-2002 Baja tulangan beton,” 2002.
- [11] R. Gunawan, “Tabel Profil Konstruksi Baja,” *Yogyakarta : Kanisius*, 1988.
- [12] Direktorat Jendral Marga Bina, “Standard spesifikasi untuk jembatan jalan raya type balok gabungan,” *Jakarta Badan Penerbit Pekerj. Umum*, 1976.
- [13] Badan Standardisasi Nasional, “Standar perencanaan ketahanan gempa untuk jembatan,” *SNI*, 2008.
- [14] Badan Standarisasi Nasional, “SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan,” 2016.
- [15] J. Ikhsan and W. Hidayat, “Pengaruh bentuk pilar jembatan terhadap potensi gerusan lokal,” *J. Ilm. Semesta Tek.*, vol. 9, no. 2, pp. 124–132, 2006.

- [16] Badan Standardisasi Nasional, “RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan.” 2004.
- [17] Departmen Pekerjaan Umum, “SKSNI T-15-1991 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung,” 1991.
- [18] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 03 – 2847 - 2002 SNI Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung,” 2002.
- [19] J. Onding, L. S. Balamba, O. B. A. Sompie, and A. N. Sarajar, “Analisis Kestabilan Pondasi Jembatan Studi Kasus : Jembatan Essang-Lalue,” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 11, pp. 730–744, 2013.
- [20] Departmen Pekerjaan Umum, “RSNI T-03-2005 Perencanaan struktur baja untuk jembatan,” 2005.