

Penerapan Struktur Komposit Sederhana Sebagai Pengganti PCI pada Jembatan Basin

Application of Simple Composite Structures as a Replacement for PCI on Basin Bridges

Ruth Maria Momot¹, Lilis Zulaicha², Marwanto³

Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Informasi Artikel

Dikirim, 21 Juli 2025
Direvisi, 2 Februari 2026
Diterima, 3 Februari 2026

Korespondensi Penulis:

Ruth Maria Momot
Program Studi Teknik Sipil
Institut Teknologi Nasional
Yogyakarta
JL. Babarsari, Sleman,
Daerah istimewa Yogyakarta
Email: ruthmomot05@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan ini merupakan bagian dari proyek pembangunan Jalan Tol Solo–Yogyakarta, yang dibangun melintasi sebuah sungai di Desa Basin, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Wilayah ini dikategorikan sebagai daerah dengan aktivitas seismik sedang hingga tinggi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa struktur komposit baja-beton memiliki performa seismik yang lebih baik dibandingkan struktur beton konvensional. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang struktur atas jembatan dengan mengganti gelagar Precast Concrete I (PCI) menjadi struktur komposit baja-beton sederhana, mengacu pada SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000. Hasil analisis menunjukkan bahwa gaya dalam maksimum yang terjadi adalah momen lentur sebesar 755,477 kNm dan gaya geser sebesar 260,197 kN. Perencanaan tulangan mencakup Ø13-200 mm untuk parapet dan kombinasi Ø13-200 mm serta Ø16-200 mm untuk pelat lantai. Gelagar memanjang menggunakan profil IWF 500.300.18.11, gelagar melintang menggunakan profil IWF 400.400.21.13, dan wind bracing bawah menggunakan profil IWF 150.150.10.7. Sambungan dirancang menggunakan pelat sudut sama sisi dengan dimensi 90.90.11 mm.

Kata Kunci : struktur atas jembatan, jembatan komposit, SAP2000, komposit baja-beton

ABSTRACT

The bridge is part of the Solo–Yogyakarta Toll Road construction project, built across a river located in Basin Village, Klaten Regency, Central Java Province. This area is categorized as having moderate to high seismic activity. Previous studies have shown that steel-concrete composite structures exhibit better seismic performance compared to conventional concrete structures. Therefore, this study aims to redesign the bridge superstructure by replacing Precast Concrete I (PCI) girders with a simple steel-concrete composite structure, referring to SNI 1725:2016 and SNI 2833:2016. Structural analysis was carried out using SAP2000 software. The analysis results indicate that the maximum internal forces are a bending moment of 755.477 kNm and a shear force of 260.197 kN. The reinforcement design includes Ø13-200 mm for the parapet and a combination of Ø13-200 mm and Ø16-200 mm for the deck slab. Longitudinal girders use IWF 500.300.18.11 profiles, transverse girders use IWF 400.400.21.13 profiles, and bottom wind bracing uses IWF 150.150.10.7 profiles. The connections are designed using equal angle plates with dimensions of 90.90.11 mm.

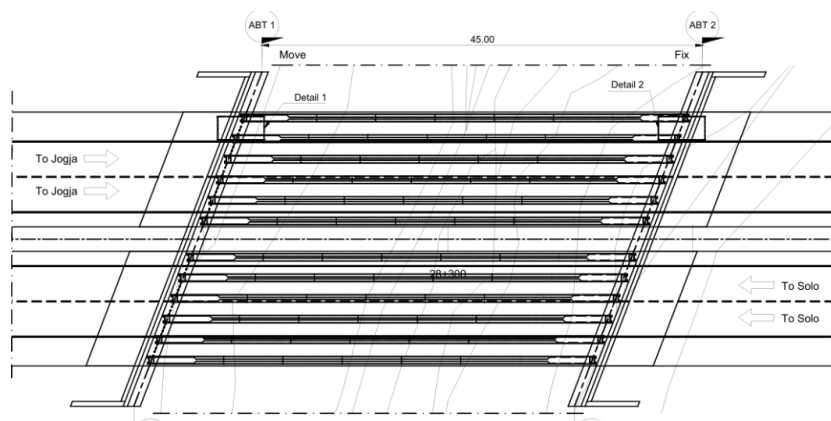
Keyword : bridge superstructure, composite bridge, SAP2000, steel-concrete composite

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang yang aktif dalam pembangunan infrastrukturnya. Pembangunan infrastruktur ini merupakan salah satu yang paling penting dilakukan. Tujuan utama dilakukan pembangunan infrastruktur ini yaitu dapat meningkatkan konektivitas, aksesibilitas, kualitas hidup serta membantu mendorong sektor pertumbuhan ekonomi dan sosial di berbagai daerah. Infrastruktur pembangunan salah satunya seperti pembangunan jembatan. Secara umum jembatan dapat didefinisikan sebagai salah satu infrastruktur pembangunan yang menghubungkan dua tempat atau titik terpisah. Pembagian komponen jembatan dibagi menjadi struktur atas jembatan dan struktur bawah jembatan.

Penelitian ini dilakukan pada struktur atas jembatan Basin yang merupakan jembatan PCI (*Precast Concrete I girder*) dengan panjang bentang 45,8 meter. Jembatan ini merupakan jembatan yang dibangun melewati sungai yang berada pada desa Basin, kabupaten Klaten dan merupakan bagian dari pembangunan pada Proyek Jalan Tol Solo – Yogyakarta. Berdasarkan peta respons spektrum sesuai SNI 2833:2016 tentang standar ketahanan gempa untuk jembatan menunjukkan wilayah kabupaten Klaten tergolong dalam wilayah dengan tingkat zona gempa sedang hingga tinggi.

Kondisi pada wilayah tersebut menjadi dasar perencanaan sistem struktur yang responsif terhadap pembebanan yang terjadi. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah dengan menerapkan struktur komposit sederhana sebagai pengganti PCI. Analisis struktur atas jembatan dilakukan dengan bantuan *software* SAP2000 V.22.00 dengan acuan peraturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah SNI 1725:2016 tentang “Pembebanan untuk jembatan” dan SNI 2833:2016 tentang “Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan”.



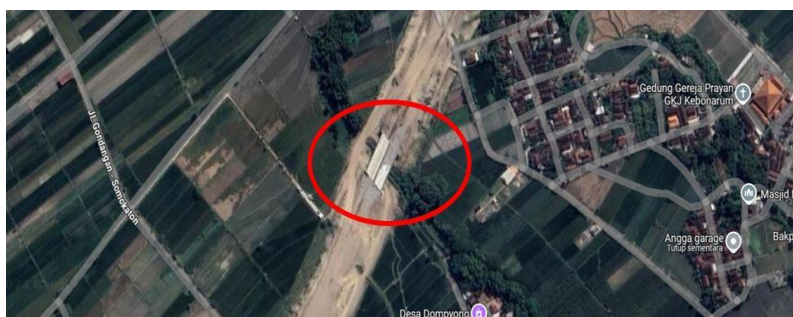
Gambar 1. Struktur Jembatan PCI

2. METODE PENELITIAN

Perencanaan struktur atas jembatan PCI menjadi komposit untuk mengetahui efisiensi dari jembatan komposit dalam menerima beban yang bekerja. Tahapan perencanaannya dilakukan dengan pengumpulan data, metode pengumpulan data yang digunakan yaitu metode observasi dan studi pustaka. pengolahan dan analisis data digunakan bantuan *software* SAP2000.

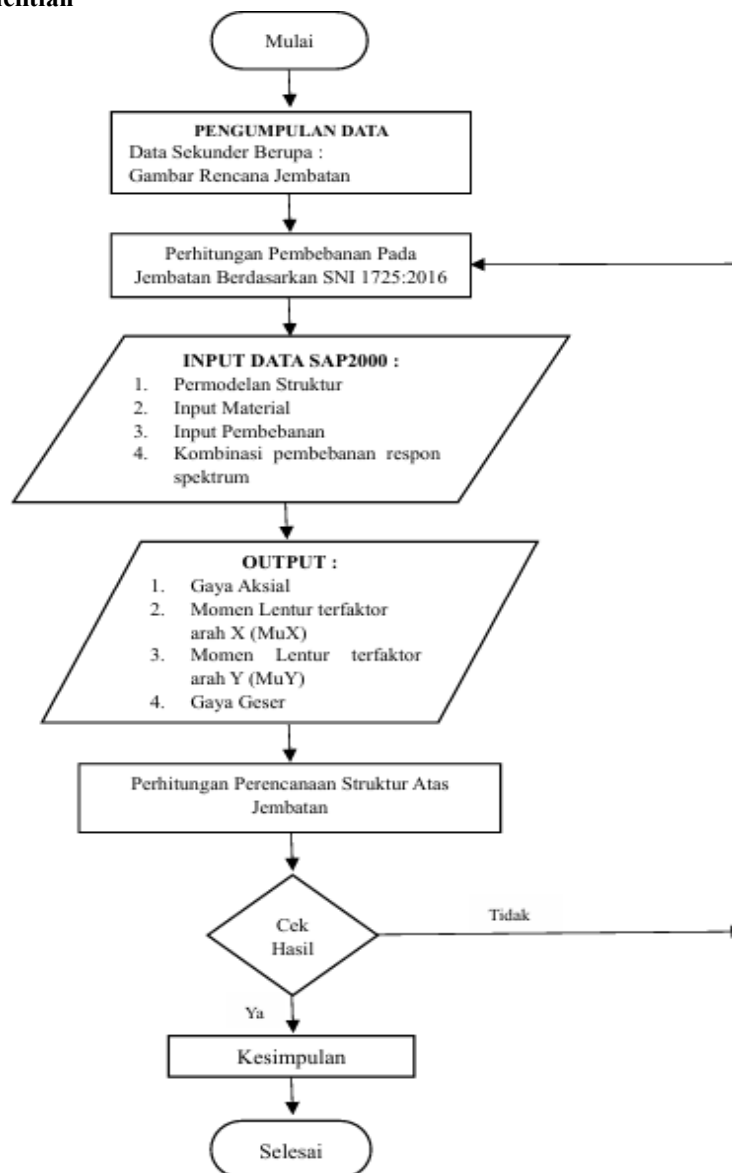
2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian yang berlokasi pada Desa Basin, Kecamatan Kebonarum, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Struktur yang ditinjau yaitu jembatan pada daerah Basin yang merupakan jembatan yang dibangun untuk melintasi Proyek Jalan Tol Solo – Jogja.



Gambar 2. Lokasi Penelitian

2.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Perencanaan Jembatan

Tabel 1. Data Jembatan

Tipe Gelagar	:	IWF (1 Wide Flange)
Panjang total jembatan	:	45,8 m
Panjang bentang	:	11,45 m
Lebar jembatan	:	26,9 m
Tebal aspal (ta)	:	10 cm
Tebal pelat (ts)	:	20 cm
Jarak antar gelagar (s)	:	2 m
Jarak antar diafragma	:	5,72 m
Mutu beton (f_c')	:	30 MPa
Mutu baja	:	Bj 50
Gelagar memanjang	:	500.300.18.11
Gelagar melintang	:	400.400.21.13
Ikatan angin bawah	:	150.150.10.7

3.2. Pembebanan Jembatan

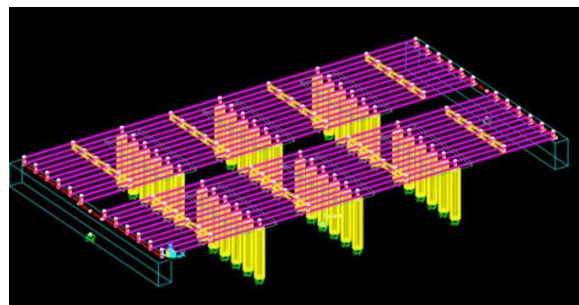
Pada perencanaan ulang jembatan komposit diperlukan perhitungan pembebanan yang bekerja pada struktur jembatan. Perhitungan pembebanan berdasarakan SNI 1725:2016, beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban mati tambahan, beban lajur, beban truk, beban angin dan beban gempa.

Tabel 2. Hasil Perencanaan Beban

Beban Mati (MS)	
Pelat lantai	: 6,5 kN/m
Gelagar memanjang	: 128 kg/m
Gelagar melintang	: 172 kg/m
Beban Mati Tambahan (MA)	
Aspal	: 4,4 kN.m
Sandaran	: 0,185 kN
Air hujan	: 0,98 kN/m
Beban Hidup	
Beban truk	: 112,5 kN (SNI 1725:2016)
Beban lajur	: BTR = 9,0 kN/m ² BGT = 68,6 kN/m
Beban Aksi Lingkungan	
Beban angin	: 0,751 KN
Beban gempa	: SNI 2833:2016

3.3. Analisis Struktur

Berdasarkan hasil analisis menggunakan bantuan software SAP2000 didapatkan output data yang digunakan dalam perencanaan elemen – elemen pada struktur jembatan. Output yang dihasilkan berupa momen ultimit (Mu), Gaya geser (Vu) dan gaya aksial (P).



Gambar 4. Permodelan SAP2000

3.4. Hasil Output

Dari hasil analisis menggunakan software SAP2000 didapatkan momen yang terjadi pada pelat arah memanjang (M11) = 1,896 kNm, pelat arah melintang (M22) = 9,451 kNm. Momen yang terjadi pada gelagar yaitu 755,477 kNm dan gaya geser yang terjadi pada gelagar melintang yaitu 260,197 kN.

3.5. Perencanaan Sandaran

Lebar (b) = 1000 mm

Tinggi (h) = 150 mm

Selimut beton (d) = 25 mm

Diameter tulangan = 13 mm

Momen ultimit (Mu) = 2,051 kNm

Momen nonimal (ϕM_n) = Mu/ ϕ

$$= 2,051 \times 10^{0,8}$$

$$= 2563671,204 \text{ Nmm}$$

Tinggi efektif (d') = h – d – (0,5 x ϕ tulangan)

$$= 300 - 30 - (0,5 \times 13)$$

$$= 263,5 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio penulangan penampang seimbang } (\rho_b) &= 0,85 \times (\beta \times f_c' / f_y) \times (600 / 600 + f_y) \\ &= 0,85 \times (0,85 \times 30 / 240) \times (600 / 600 + 240) \\ &= 0,0645 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio penulangan maksimum } (\rho_{maks}) &= 0,75 \times (\rho_b) \\ &= 0,75 \times 0,0645 \\ &= 0,0484 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Faktor tahanan } (R_n) &= M_n / b x d^2 \\ &= 2563671,204 / 1000 \times 263,5^2 \\ &= 0,0369 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio penulangan minimum } (\rho_{min}) &= 1,4 / f_y \\ &= 1,4 / 240 \\ &= 0,016 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rasio penulangan } (\rho) &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{9,41} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,41 \times 0,0369}{240}} \right) \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

Dengan syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{maks} = 0,016 < 0,0002 < 0,0484$
Digunakan $\rho_{min} = 0,016$

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan diperlukan } (A_s) &= \rho \times b \times d \\ &= 0,016 \times 1000 \times 263,5 \\ &= 4252,213 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan } (s) &= \pi / 4 \times \emptyset^2 \\ &= \pi / 4 \times 13^2 \\ &= 132,665 \text{ mm,} \\ \text{Digunakan tulangan } &\emptyset 13 - 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penulangan gaya geser } V_u &= 1,67 \text{ kN} \\ &= 1670 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat geser beton } V_c &= 1/6 \times \sqrt{f_c'} \times b \times d \\ &= 1/6 \times \sqrt{30} \times 1000 \times 263,5 \\ &= 240541,49 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat geser tereduksi } \emptyset V_c &= 0,6 \times V_c \\ &= 0,6 \times 240541,49 \\ &= 180406,12 \text{ N} \end{aligned}$$

$\emptyset V_c > V_u = 180406,12 \text{ N} > 1670 \text{ N}$; maka tidak diperlukan sengkang
Digunakan sengkang praktis $\emptyset 8 - 200 \text{ mm}$

3.6. Perencanaan Pelat Lantai

Momen arah memanjang = 1,897 kNm

Momen arah melintang = 9,451 kNm

Tegangan leleh (f_y) = 420 Mpa

Selimut beton (d) = 35 mm

Tinjauan pelat beton selebar = 1000 mm

Diameter tulangan pokok = 16 mm

Tinggi efektif (d') = $h - d - (0,5 \times \emptyset)$

$$= 200 - 35 - (0,5 \times 16)$$

$$= 157 \text{ mm}$$

$$\text{Rasio penulangan penampang seimbang } (\rho_b) = 0,85 \times (\beta \times f_c' / f_y) \times (600 / 600 + f_y)$$

$$= 0,85 \times (0,85 \times 30 / 420) \times (600 / 600 + 420)$$

$$= 0,030$$

$$\text{Rasio penulangan maksimum } (\rho_{maks}) = 0,75 \times (\rho_b)$$

$$= 0,75 \times 0,030$$

$$= 0,022$$

$$\text{Rasio penulangan minimum } (\rho_{min}) = 1,4 / f_y$$

$$= 1,4 / 420 = 0,0035$$

$$\text{Momen nominal rencana } (M_n) = M_u / \phi$$

$$= 1,897 \times 10^6 / 0,9$$

$$= 2107777,778 \text{ Nmm}$$

$$\text{Faktor tahanan } (R_n) = M_n / b x d^2$$

$$= 2107777,778 / 1000 \times 157^2$$

$$= 0,0855 \text{ Nmm}$$

$$\text{Rasio penulangan } (\rho) = \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times R_n}{0,85 \times f_c'}} \right)$$

$$= \frac{1}{420} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,0855}{0,85 \times 30}} \right)$$

$$= 0,000203$$

$$P_{min} < P_{perlu} < P_{maks} = 0,0033 < 0,000203 < 0,0227$$

Digunakan $P_{min} = 0,003$

$$\text{Luas tulangan yang diperlukan } A_s \text{ Perlu} = p \times b \times d$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 157$$

$$= 523,333 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ } \phi 16 = \frac{1}{4} \times \pi \times \phi^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2$$

$$= 200,96$$

$$\text{Jumlah tulangan } (n) = A_s \text{ perlu} / A_s \phi 16$$

$$= 523,333 / 200,96$$

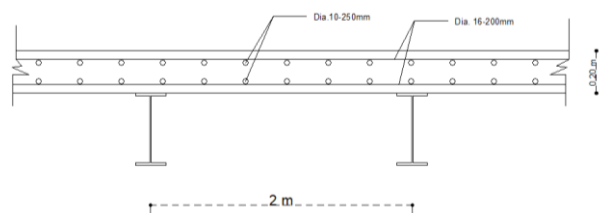
$$= 2,604 \approx 5 \text{ buah}$$

$$\text{Jarak tulangan } (s) = b / h$$

$$= 1000 / 5$$

$$= 200 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan D16 – 200mm



Gambar 5. Penuulangan Pelat lantai Kendaraan

3.7. Perencanaan Gelagar Memanjang

Berat profil baja (w) = 128 kg/m
 Tinggi (h) = 500 mm
 Lebar (b) = 300 mm
 Tebal badan (t_w) = 11 mm
 Tebal sayap (t_f) = 18 mm
 Tahanan momen (Z_x) = 3194864 mm³
 Luas penampang (A) = 16350 mm²



Sebelum Komposit :

Beban pelat lantai = 6,5 kN/m
 Beban hidup = 100 x 2
 = 200 kg/m \approx 2 kN/m
 Total = 6,5 + 2 = 8,461 kN/m

Beban terfaktor (q) = (1,1DL) + (1,0 LL)
 = (1,1 x 6,5) + (1,0 x 2)
 = 9,1113 kN/m

Momen ultimit (M_u) = $1/8 \times q \times l^2$
 = $1/8 \times 9,1113 \times 11,45^2$
 = 52,162 kN/m

Kapasitas momen = $Z_x \times F_y$
 = 3194864 x 290
 = 926510560 Nmm \approx 926510,56 Nm

ϕM_n = (0,9 x 926510,56)/1000
 = 833,8595 kNm

Kontrol : $\phi M_n > M_n = 833,8595 \text{ kNm} > 149,315 \text{ kNm}$OK
 Sesudah Komposit

Kuat tekan pada lantai beton C = $0,85 \times f_c' \times B_e \times T_p + (A \cdot f_y) \cdot c$
 = $(0,85 \times 30 \times 20000 \times 200) + (6 \times (1/4 \times 3,14 \times (16^2) \times 290))$
 = 10549670,4 N

Kuat tarikan pada gelagar
 $T = (A_f y) b f + (A_f y) t f + (A_f y) w$
 = $((300 \text{ mm} \times 290 \text{ MPa}) 18 \text{ mm}) + ((300 \text{ mm} \times 290 \text{ MPa}) 18 \text{ mm}) + (500 - (2 \times 18 \text{ mm}) \times 290 \text{ MPa}) \times 11 \text{ mm}$
 = 2170360,00 N

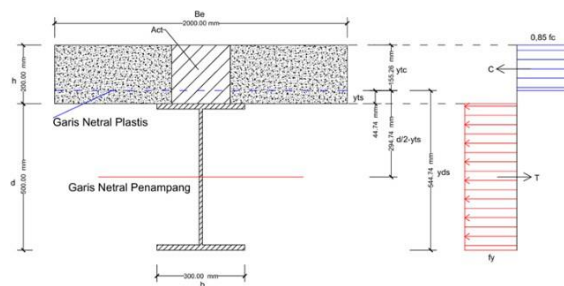
$C = 10549670,4 \text{ N} > T = 2170360,00 \text{ N}$, maka garis netral berada pada lantai beton
 Karena garis betral berada dekat dari tepi atas lantai maka, tulangan bawah memikul tekanan dari atas Lengan gaya

$D1 = h/2 + t - a/2$
 = $((500/2) + 200) - (2,440 / 2)$
 = 447,559 mm

Kuat momen nominal $M_n = C \times d1$
 = $10549670,4 \times 447,559$
 = 4721602293 Nmm

Kuat nominal rencana $\phi M_n = 0,9 \times 4721602293$
 = 4249442063,7 Nmm

Syarat : $\phi M_n > M_u = 4721602293 \text{ Nmm} > (755,477 \times 1000000)$
 $= 4249442063,44 \text{ Nmm} > 755477485,2 \text{ Nmm} \dots \text{OK}$



Gambar 6. Garis Netral Komposit

Kontrol profil gelagar memanjang

Kontrol penampang badan :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$h/t_w \leq 3,76 \times \sqrt{(E/f_y)}$$

$$500/11 \leq 3,76 \times \sqrt{(210000/290)}$$

$$45,454 \leq 101,18 \dots \text{OK (Penampang Kompak)}$$

Sayap :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$b/(2.t_f) \leq 0,56 \times \sqrt{(E/f_y)}$$

$$300/2.18 \leq 0,56 \times \sqrt{(210000/290)}$$

$$8,333 \leq 15,069 \dots \text{OK (Penampang Kompak)}$$

Kontrol pelat badan

$$6,37 \times \sqrt{(E/f_y)} = 6,37 \times \sqrt{(210000/290)}$$

$$= 171,4154964$$

$$h/t_w = 500/11$$

$$= 45,454 \text{ sehingga,}$$

$$h/t_w < 6,37 \times \sqrt{(E/f_y)}$$

$$45,454 < 171,415 \text{ (tidak perlu pengaku)}$$

Kontrol pengaruh tekuk lokal :

$$M_n = M_p$$

$$= f_y \times Z_x$$

$$= 290 \text{ Nmm}^2 \times 3194864 \text{ mm}^3$$

$$= 926510560 \text{ Nmm} = 926510,56 \text{ Nm}$$

Kontrol momen terhadap tekuk lokal :

$$\phi M_n > M_u$$

$$(0,9 \times 926510,56) / 1000 > 755,4775 \text{ kNm}$$

$$833,8595 \text{ kNm} > 755,4775 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$

Kontrol momen terhadap tekuk lateral :

$$\phi M_n > M_u$$

$$0,9 \times 19144,49334 > (755,477 \times 1000) / 9,81$$

$$83386 \text{ kgm} > 77010,957 \text{ kgm}$$

$$833,859 \text{ kNm} > 755,477 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$

Kontrol geser :

$$V_u = 260,1976 \text{ kN}$$

$K_n = 5 + [5 / ((a/h)^2)]$ dikarenakan tidak ada pengaku, maka :

$$K_n = 5$$

$$1,10 \sqrt{((k_n \cdot E) / f_y)} = 1,10 \sqrt{(5 \cdot 200000 / 290)} = 66,1894$$

Dengan demikian :

$$\begin{aligned} h/tw < 1,10\sqrt{(kn.E)/fy} &= 500/11 < 1,10\sqrt{(66,189 \times 210000)/290} \\ &= 45,454 < 66,1894 \dots \text{OK} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_n &= 0,6 \times fy \times A_w \\ &= 0,6 \times 290 \times (500 \times 11) \\ &= 957000 \text{ Kg} = 9388,17 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi V_n &= 0,9 \times 9388,17 \\ &= 8449,353 \text{ Kn} \end{aligned}$$

$$V_u < \phi V_n = 260,1976 \text{ kN} < 8449,353 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

3.8. Perencanaan Gelagar Melintang

Berat profil baja (w) = 172 kg/m

Tinggi (h) = 400 mm

Lebar (b) = 400 mm

Tebal badan (tw) = 13 mm

Tebal sayap (tf) = 21 mm

Tahanan momen (Z_x) = 3600133 cm^4

Luas penampang (A) = 218,7 cm^2

Kontrol profil gelagar memanjang Kontrol penampang badan :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$h/tw \leq 3,76 \times \sqrt{(E/fy)}$$

$$500/11 \leq 3,76 \times \sqrt{(210000/290)}$$

$$45,454 \leq 101,181 \dots \text{OK (Penampang Kompak)}$$

Sayap :

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$b/(2 \cdot tf) \leq 0,56 \times \sqrt{(E/fy)}$$

$$300/2 \cdot 18 \leq 0,56 \times \sqrt{(210000/290)}$$

$$8,333 \leq 15,069 \dots \text{OK (Penampang Kompak)}$$

Kontrol pelat badan

$$\begin{aligned} 6,37 \times \sqrt{(E/fy)} &= 6,37 \times \sqrt{(210000/290)} \\ &= 171,4154964 \end{aligned}$$

$$h/tw = 500/11$$

$$= 45,454 \text{ sehingga,}$$

$$h/tw < 6,37 \times \sqrt{(E/fy)}$$

$$45,454 < 171,415 \text{ (tidak perlu pengaku)}$$

Kontrol pengaruh tekuk lokal :

$$M_n = M_p$$

$$= fy \times Z_x$$

$$= 290 \text{ Nmm}^2 \times 3194864 \text{ mm}^3$$

$$= 926510560 \text{ Nmm} = 926510,56 \text{ Nm}$$

Kontrol momen terhadap tekuk lokal :

$$\phi M_n > M_u$$

$$(0,9 \times 926510,56) / 1000 > 755,4775 \text{ kNm}$$

$$833,8595 \text{ kNm} > 755,4775 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$

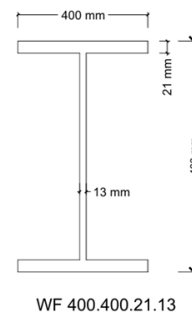
Kontrol momen terhadap tekuk lateral :

$$\phi M_n > M_u$$

$$0,9 \times 19144,49334 > (755,477 \times 1000) / 9,81$$

$$83386 \text{ kgm} > 77010,957 \text{ kgm}$$

$$833,859 \text{ kNm} > 755,477 \text{ kNm} \dots \text{OK}$$



Kontrol geser :

$$V_u = 260,1976 \text{ kN}$$

$K_n = 5 + [5 / ((a/h)^2)]$ dikarenakan tidak ada pengangku, maka :

$$K_n = 5$$

$$1,10 \sqrt{(k_n \cdot E) / f_y} = 1,10 \sqrt{(5 \cdot 200000 / 290)} \\ = 66,1894$$

Dengan demikian :

$$h/t_w < 1,10 \sqrt{(k_n \cdot E) / f_y} = 500 / 11 < 1,10 \sqrt{(66,189 \times 210000) / 290} \\ = 45,454 < 66,1894 \dots \text{OK}$$

$$V_n = 0,6 \times f_y \times A_w$$

$$= 0,6 \times 290 \times (500 \times 11)$$

$$= 957000 \text{ Kg} = 9388,17 \text{ kN}$$

$$\phi V_n = 0,9 \times 9388,17$$

$$= 8449,353 \text{ kN}$$

$$V_u < \phi V_n = 260,1976 \text{ kN} < 8449,353 \text{ kN} \dots \text{OK}$$

3.9. Perencanaan Ikatan Angin

Berdasarkan hasil analisis SAP2000 diperoleh gaya dalam yang terjadi yaitu momen maksimum (M_u)

= 101,688 kNm, Gaya geser maksimum (V_u)=113,85 kN dan gaya aksial (P)=11,267 kN. Berat profil baja (w) = 31,5 kg/m

Tinggi (h) = 150 mm

Lebar (b) = 150 mm

Tebal badan (t_w) = 7 mm

Tebal sayap (t_f) = 10 mm

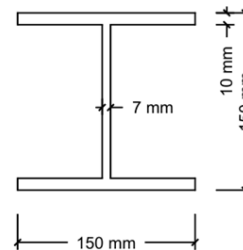
Luas penampang (A) = 40,14 cm⁴

Kontrol profil :

Kontrol kelangsingan

$$\lambda_x \geq \lambda_x$$

$$L_{kx} / I_x \geq L_{kx} / I_y = (1 \times 572) / 6,39 \geq (1 \times 200) / 3,75 \\ = 89,514 \geq 53,333$$



Kontrol aksial :

Gaya aksial berdasarkan data diatas yaitu :

$$P_u = 11,567 \text{ kN}$$

$$P_u < P_n$$

$$11,567 < (0,8 \times F_y \times A) / 6,28$$

$$11,567 < 1575,56$$

Kontrol momen :

Momen berdasarkan data diatas yaitu :

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi M_n = \phi M_p$$

$$= \phi \times 1,12 \times S_x \times F_y$$

$$= 0,9 \times 1,12 \times 219 \times 290$$

$$= 640181 \text{ Kgcm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$640181 \text{ Kgcm} \geq 103657,4924 \text{ Kgcm}$$

Kontrol gaya geser :

Gaya geser berdasarkan data diatas yaitu :

$$V_u = 113,85 \text{ kN}$$

$$V_n = 0,6 \times F_y \times A_w$$

$$= 0,6 \times 290 \times (150 - 2 \times 7)$$

$$= 236640 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned}
 V_u &< \phi V_n \\
 11605,5 &< 0,9 \times 236640 \\
 11605,5 \text{ kg} &< 212976 \text{ Kg} \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

3.10. Perencanaan Sambungan Baut

Perencanaan Baut Pada Gelagar Memanjang

$$\begin{aligned}
 A_b &= 1/4 \times \pi \times \phi_{\text{baut}}^2 \\
 &= 1/4 \times 3,14 \times 2^2 \\
 &= 3,14 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser desaian

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= (0,6 \times F_{nv}) \times r_1 \times A_b \times m \\
 &= (0,6 \times 4690) \times 0,4 \times 3,14 \times 2 \\
 &= 7068,768 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Jumlah baut :

$$\begin{aligned}
 N &= V_u / \phi R_n \\
 &= 26523,709 / 7068,768 \\
 &= 3,75 \approx 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Jarak baut :

Diambil jarak baut (S) = 7 cm dan diambil jarak tepi baut = 4cm

Perencanaan Baut Pada Gelagar Melintang :

$$\begin{aligned}
 A_b &= 1/4 \times \pi \times \phi_{\text{baut}}^2 \\
 &= 1/4 \times 3,14 \times 2^2 \\
 &= 3,14 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Kuat geser desaian

$$\begin{aligned}
 \phi R_n &= (0,6 \times F_{nv}) \times r_1 \times A_b \times m \\
 &= (0,6 \times 4690) \times 0,4 \times 3,14 \times 2 \\
 &= 7068,768 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Jumlah baut :

$$\begin{aligned}
 N &= V_u / \phi R_n \\
 &= 26523,709 / 7068,768 \\
 &= 3,75 \approx 4 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Jarak baut :

Diambil jarak baut (S) = 7 cm dan diambil jarak tepi baut = 4cm

4. KESIMPULAN

Struktur atas jembatan Basin yang semula merupakan desain struktur tipe PCI (*Precats Concrete I- Girder*) telah direncanakan ulang menjadi jembatan tipe komposit baja beton. Pada penelitian ini struktur jembatan direncanakan dengan menggabungkan balok profil baja dengan pelat lantai beton bertulang. Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan ulang, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

Spesifikasi material terdiri dari beton bermutu sedang $f_c' = 30 \text{ MPa}$ dan baja profil dengan mutu tinggi BJ 50.

Perencanaan ulang jembatan menggunakan tebal pelat 20 cm dengan tulangan lapangan menggunakan diameter tulangan pokok $\phi 16-200\text{mm}$, tulangan bagi $\phi 10-250\text{mm}$ dan tulangan tumpuan diameter tulangan pokok $\phi 16-70\text{mm}$, tulangan bagi $\phi 10-50\text{mm}$.

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *software SAP2000* didapatkan gaya dalam berupa Momen Ultimit (M_u) = 755,477 kNm dan Gaya Geser (V_u) = 260,197 kN.

Gelagar memanjang digunakan profil IWF 500.300.18.11, dari hasil perhitungan didapatkan $\phi M_n = 833,859 \text{ kNm} > M_u = 755,477 \text{ kNm}$. Kontrol gaya geser diperoleh $\phi V_n = 8449,353 > V_u = 260,197 \text{ kN}$.

Gelagar melintang digunakan profil IWF 400.400.21.13, dari hasil perhitungan didapatkan $\phi M_n = 939,634 \text{ kNm} > M_u = 755,477 \text{ kNm}$, kontrol gaya geser diperoleh $\phi V_n = 7988,479 \text{ kN} > V_u = 260,197 \text{ kN}$.

Ikatan angin bawah digunakan profil IWF 150.150.10.7. berdasarkan hasil analisis didapatkan momen maksimum (M_u) = 101,688 kNm, gaya geser (V_u) = 113, 85 kN, didapatkan hasil perhitungan $\phi M_n = 640181$ Kgcm > $M_u = 103657,492$ kgcm dan gaya geser $\phi V_n = 212976$ kg > $V_u = 11605,5$ kg.

Sambungan baut digunakan profil pelat siku sama kaki dengan ukuran 90.90.11. Mutu baut yang digunakan A490, diameter baut yaitu $\varnothing 20$ mm. Jumlah baut pada gelagar memanjang sebanyak 4 buah dan gelagar melintang sebanyak 4 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurahman Helmi, Fery Desromi, Lucyana. (2022). *Perencanaan Ulang Struktur Atas Jembatan Komposit*. Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil, 1, 18-23.
- [2] Abraham Setiawan Umbu Hina, (2024). *Analisis Kekuatan Pada Struktur Atas Jembatan Komposit Kiringan (studi Kasus;Kecamatan Imogiri,Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta)*. Yogyakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional . (SNI 1725:2016.). *Pembebanan Untuk Jembatan*. Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. (SNI 2833:2016).*Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Jembatan*. Jakarta.
- [5] Henok Pangkurei . (2024). *Perencanaan Ulang STuktur Atas Jembatan Kenet Selopamioro, Imogiri, Bantul Menggunakan Rangka Baja Tipe Warren Truss Beradsarkan SNI 1725:2016 dan SNI 2833:2016*. Yogyakarta.
- [6] Lailatul Umroniah. (2023). *Perencanaan Jembatan Rangka Baja Tipe Parker Bentang 78 Meter Menggunakan SNI 1725:2016 dan SNI 1729:2020*. Surabaya.