

Perencanaan Modifikasi Jembatan Kali Legi Menggunakan Busur Baja dengan Lantai Kendaraan Di Tengah (*A Half Through Arch*)

Emilia Nur Apriani Sutisna dan Endah Wahyuni

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

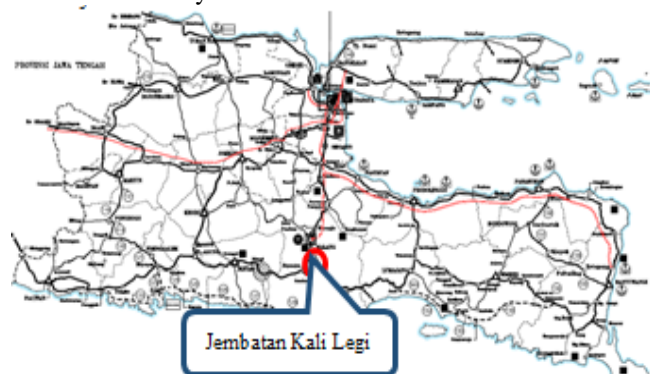
E-mail: endah@ce.its.ac.id

Abstrak—Jembatan Kali Legi yang berada di Kabupaten Blitar Jawa Timur merupakan akses utama transportasi menuju ke Malang, atau sebaliknya. Perencanaan awal jembatan ini merupakan jembatan dengan konstruksi gelagar beton prategang, dengan panjang total jembatan 325 meter. Dalam penulisan ini akan direncanakan Jembatan Kali Legi Blitar menggunakan sistem busur baja dengan lantai kendaraan di tengah (*A Half Through Arch Bridge*) 2 bentang 100 meter, dan 125 meter jembatan pratekan dengan 4 pilar. Pada perencanaannya, di dapatkan tebal pelat lantai Kendaraan 20 cm. Profil gelagar memanjang yang digunakan yaitu WF 450 x 200 x 9 x 14 serta profil gelagar melintang WF 900 x 300 x 18 x 34. Selanjutnya tahap perhitungan struktur utama dan sekunder dilakukan dengan menghitung beban-beban yang bekerja sehingga didapatkan profil box untuk rangka utama jembatan busur. Setelah dilakukan perhitungan dan kontrol jembatan busur, direncanakan dimensi dari bangunan bawah jembatan (pilar). Digunakan pilar dengan 1 kolom pier serta kebutuhan tiang pancang 36 buah dengan panjang 20 meter. Hasil perhitungan dituangkan dalam gambar teknik standar.

Kata Kunci—Jembatan busur, Box Baja, Pilar, Tiang Pancang.

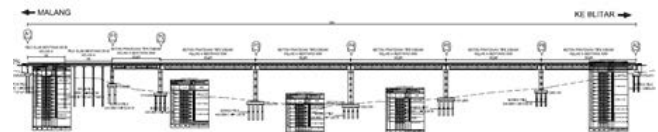
I. PENDAHULUAN

INFRASTRUKTUR merupakan sarana untuk memperlancar roda perekonomian dan mempengaruhi semua aspek kehidupan dalam memenuhi kebutuhan. Untuk menunjang peningkatan kebutuhan tersebut dibutuhkan infrastruktur yang memadai, salah satunya adalah jembatan. Guna meningkatkan kelancaran arus lalu lintas kendaraan dan barang khususnya pada jalur Blitar-Malang serta mendukung pembangunan Jalur Lintas Selatan (JLS), Dinas Pekerjaan Umum Propinsi Jawa Timur membuat Jembatan Kali Legi. Perencanaan jembatan ini diharapkan akan mampu mendorong pengembangan wilayah serta perekonomian untuk kedua wilayah tersebut.



Gambar 1. Lokasi Jembatan Kali Legi

Jembatan Kali Legi yang berada di Kabupaten Blitar Jawa Timur merupakan akses utama transportasi menuju ke Malang, atau sebaliknya (lihat Gambar 1). Perencanaan awal jembatan ini merupakan jembatan dengan konstruksi gelagar beton prategang. Lebar lantai dengan panjang total jembatan 325 meter. Jembatan ini dibagi delapan bagian dengan sembilan pilar, lima bagian dengan bentang 50 meter dan tiga bagian bentang satu bagian 25,00 meter (lihat Gambar 2). Penggunaan gelagar beton prategang dengan pilar banyak menimbulkan keborosan design jembatan ini dan terkesan kaku. Karena beton prategang hanya memiliki kapasitas bentang maksimal 40 m. Sedangkan pada kenyataannya bentang dipasang 50,60 meter. Dengan panjang total 325 meter maka dibutuhkan pilar yang banyak untuk menopang gelagarnya.



Gambar 2. Layout Eksisting Jembatan Kali Legi

Dalam penulisan ini akan direncanakan Jembatan Kali Legi Blitar menggunakan sistem busur baja dengan lantai kendaraan di tengah (*A Half Through Arch Bridge*). Perencanaan jembatan busur baja pada jembatan ini karena untuk bentang 60-500 meter akan lebih efektif[1]. Bentuk busur pada jembatan ini berguna untuk mengurangi momen lentur di lapangan, sehingga lebih efisien daripada gelagar paralel. Pemilihan penampang box material baja sebagai pemikul utama juga memiliki kekuatan yang cukup tinggi dengan luas penampang relatif lebih langsing daripada material beton. Sifat daktilitas baja yang mengalami deformasi besar di bawah pengaruh tegangan tarik tinggi mampu mencegah robohnya struktur tiba-tiba[2], [3]. Struktur busur juga dapat mengurangi kebutuhan pilar jembatan sehingga tidak terjadi perubahan penampang sungai. Pada perencanaan Jembatan Kali Legi Blitar menggunakan sistem busur baja dengan lantai kendaraan di tengah (*A Half Through Arch Bridge*) 2 bentang 100 meter, dan 125 meter jembatan pratekan dengan 4 pilar. Dengan adanya desain Jembatan Kali Legi yang baru ini diharapkan mampu menjawab sebuah tantangan dalam merancang sebuah jembatan yang kuat dan efisien serta mampu meningkatkan nilai estetika dan memberi kesan monumental.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

Dalam merencanakan sebuah jembatan terdapat beberapa pertimbangan dalam segi ekonomis maupun teknis yang disesuaikan dengan tingkat kebutuhan. Secara umum, jembatan busur adalah sebuah jembatan yang mempunyai bentuk struktur setengah parabola dengan abutmen di kedua sisi jembatan. Struktur setengah parabola tersebut merupakan rangka utama dari jembatan yang fungsinya menerima semua gaya-gaya yang bekerja pada jembatan.

B. Jembatan Busur

Konstruksi pelengkung pada jembatan merupakan rangka utama dari jembatan yang berfungsi menerima semua gaya-gaya yang bekerja pada jembatan. Pada prinsipnya konstruksi dari jembatan busur dapat memberikan reaksi horizontal akibat beban vertikal yang bekerja, selain itu jembatan busur dapat menerima momen lentur lebih efisien dibandingkan dengan gelagar paralel.

C. Sambungan

1) Sambungan Baut

Sebuah sambungan baut yang memikul gaya terfaktor, R_u , harus direncanakan sedemikian rupa sehingga selalu terpenuhi[4], [5]:

$$R_u \leq \phi R_n \tag{1}$$

D. Struktur Bangunan Bawah

Struktur bangunan bawah jembatan adalah bagian dari struktur jembatan yang umumnya terletak di sebelah bawah bangunan atas dengan fungsi untuk menerima dan memikul beban dari bangunan atas agar dapat disalurkan kepada pondasi. Bangunan bawah dibagi menjadi 2 (dua) bagian yaitu kepala jembatan (abutment) atau pilar (pier) dan pondasi untuk kepala jembatan atau pilar. Struktur bangunan bawah perlu didesain khusus sesuai dengan jenis kekuatan tanah dasar dan elevasi jembatan.

1) Pilar Jembatan (Pier)

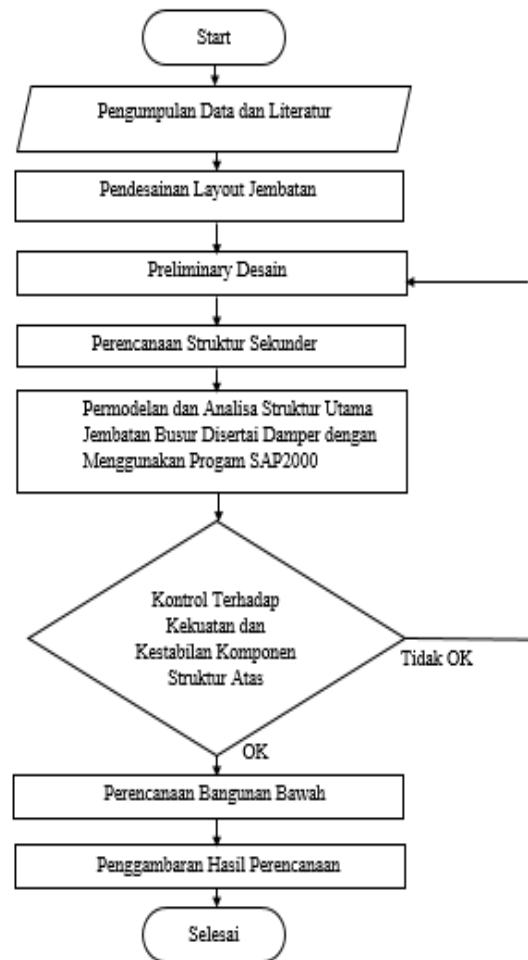
Pada umumnya, pilar diletakkan ditengah bentang jembatan sehingga terkena pengaruh aliran sungai. Untuk menanggulangi masalah tersebut maka pada perencanaannya, direncanakan selain segi kekuatannya juga di lihat pula dari segi keamanannya.

2) Pondasi

Pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas dan bangunan bawah ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya.

III. METODOLOGI

Tahapan- tahapan dari Modifikasi Struktur Jembatan Kali Legi ini, dimulai dengan *preliminary design* jembatan busur, lalu perencanaan struktur sekunder dan dilanjutkan tahap pemodelan dan analisa struktur untuk mendapatkan dimensi pada struktur utama jembatan busur. Pada tahap pemodelan struktur di analisa pada 2 kondisi yaitu kondisi normal dan kondisi putus kabel. Setelah didapatkan dimensi pada struktur atas dilanjutkan perhitungan struktur bawah. Semua hasil perencanaan modifikasi jembatan Kali Legi dituangkan dalam bentuk gambar struktur. Sehingga dapat dilihat tahapan-tahapan pengerjaan studi ini pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir

IV. HASIL PENGOLAHAN DATA

A. Pembebanan

Studi ini memodelkan Jembatan Busur sesuai dengan pembebanan yang diatur pada SNI 1725-2016, yaitu sebagai berikut[6]:

Beban Mati

Beton = 2277 kg/m³

Aspal = 2200 kg/m³

Beban Lajur D

$$Q_{UDL} = q \times \gamma_{UD} = 18.0 \text{ kN/m}^2$$

$$Q_{BGT} = p \times \gamma_{UD} = 98.0 \text{ kN/m}$$

Beban Truck

$$Q_{TT} = 112,5 \text{ kN} \times (1 + FBD) \times \gamma_{TT} = 292,5 \text{ kN}$$

Beban Temperatur

Temperatur = 25⁰ celcius

Beban Angin

1) Beban Angin Horizontal

$$v_{DZ} = 2,5 v_o \left(\frac{v_{10}}{v_B} \right) \ln \left(\frac{z}{z_o} \right)$$

$v_{DZ} = 119,11 \text{ km/jam}$

2) Beban Angin pada Struktur

Untuk rangka, kolom, dan pelengkung

PD tekan = 0,0042 Mpa

PD hisap = 0,0021 MPa

Beban Gempa

Untuk perhitungan gaya gempa direncanakan menggunakan perhitungan analisa statik berdasarkan RSNI gempa 2833-2013 tentang tata cara pembebanan gempa untuk jembatan, sebagai berikut[7]:

$$EQ = \frac{C_m}{R} W_t \quad (2)$$

Dimana :

- EQ : gaya gempa horizontal statis
- C_m : koefisien respon gempa elastik
- W_t : berat total struktur
- R : faktor modifikasi respon

Untuk perencanaan gaya gempa yang dihasilkan pada analisa dinamis, dimana letak bangunan terletak pada zona 4. Berdasarkan data tanah yang telah dihitung tanah termasuk tanah lunak (N<15), maka:

- Percepatan puncak di batuan dasar (PGA) : 0,334g
- Percepatan 0,2 detik di batuan dasar (S_s) : 0,643g
- Percepatan 1 detik di batuan dasar (S₁) : 0,34 g

Kemudian mencari periode dari SAP 2000 berdasarkan untuk perhitungan koefisien respon gempa elastik (C_m), didapatkan:

- T arah x = 0,539 → T₀ > T > T_s
- T arah y = 0,6629 → T₀ > T > T_s

Berdasarkan angka tersebut maka termasuk dalam ketentuan C_m = SDS = 0.7716.

Eq_x arah memanjang (X)

$$Eq = \frac{0.7716}{1.5} \times 3948.119 \text{ KN} = 2030,912 \text{ KN}$$

Eq_y arah melintang (Y)

$$Eq = \frac{0.7716}{1.5} \times 3948.119 \text{ KN} = 2030,912 \text{ KN}$$

Kombinasi beban yg digunakan sesuai SNI 1726:2016 Tabel 1[6]:

- KUAT 1 : 1,3MS+2MA+1.8TD+1.8TB+1.8TP+1EUn
- KUAT 3 : 1.3MS+2MA+1.4EWs+1Eun
- EKSTREM 1 : 1.3MS+2MA+0.5TD+0.5TB+0.5TP+0.3EQx+1EQy

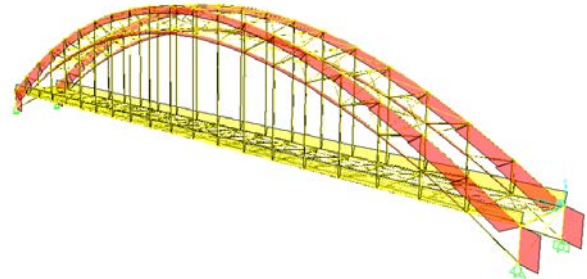
Pada permodelan struktur jembatan menggunakan SAP2000, digunakan permodelan 3 dimensi untuk mencari gaya aksial batang maksimum sesuai garis pengaruh batang akibat beban berjalan yang kemudian dijadikan acuan untuk mendesain profil batang yang digunakan sesuai gaya batang yang terjadi. Berikut ini adalah pemodelan struktur dari perencanaan untuk mendapatkan dimensi buhsur dan dikontrol sesuai dengan peraturan SNI T-03-2005[8], [9].



Gambar 4. Aksial Forces Akibat Kombinasi Kuat 1



Gambar 5. Aksial Forces Akibat Kombinasi Kuat 3



Gambar 6. Aksial Forces Akibat Kombinasi Ekstrem 1

B. Pelat Lantai

Sehingga direncanakan :

Tebal = 200 mm

Tebal aspal = 50 mm (SNI 1725:2016 Ps1. 7.3.1) [9]

Penulangan Lentur Pelat

$$\rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{maks}$$

$$0,0039 < 0,0064 < 0,0314 \text{ (OK)}$$

$$A_{Sperlu} = \rho_{perlu} \times b \times d_x = 978,319 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D16-200 mm

$$A_{Spakai} = 1005,31 \text{ mm}^2$$

Syarat:

$$A_{Spakai} > A_{Sperlu}$$

$$1005,31 \text{ mm}^2 > 978,319 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Penulangan Susut Pelat

$$A_{Sperlu} = 0,002 \times b \times d_y$$

$$= 278 \text{ mm}^2$$

Jadi dipasang tulangan Ø13-450mm

$$A_{Spakai} = 295,08 \text{ mm}^2$$

Syarat:

$$A_{Spakai} > A_{Ssusut}$$

$$295,08 \text{ mm}^2 > 278 \text{ mm}^2 \text{ (OK)}$$

Kontrol Geser Pons

$$V_u < \phi V_c$$

$$292,5 \text{ kN} < 386,519 \text{ kN (OK)}$$

C. Balok Memanjang

Profil Yang Digunakan WF 450.200.9.14

Kontrol Kapasitas Momen

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$423,081 \text{ kNm} > 399,7 \text{ kNm (OK)}$$

Kontrol Kapasitas Geser

$$\phi V_n \geq V_a$$

$$634,23 \text{ kN} > 292,5 \text{ kN (OK)}$$

Interaksi Geser dan Lentur

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$1,233 < 1,375 \text{ (OK)}$$

Kontrol Lendutan

$$\delta_{(T)} \leq \delta_{ijin}$$

$$0,568 \leq 0,63 \text{ (OK)}$$

D. Balok Melintang

Profil Yang Digunakan WF 900.300.18.34

Kontrol Kapasitas Momen

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$2844,9 \text{ kNm} > 400,85 \text{ kNm (OK)}$$

Kontrol Kapasitas Geser

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$2536,92 \text{ kN} > 828,8 \text{ kN (OK)}$$

Interaksi Geser dan Lentur

$$\frac{M_u}{\phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\phi V_n} \leq 1,375$$

$$0,33 < 1,375 \text{ (OK)}$$

Kontrol Lendutan

$$\delta_{(T)} \leq \delta_{\text{ijin}}$$

$$0,797 \leq 1,125 \text{ (OK)}$$

Sambungan Balok Melintang dan Balok Memanjang

Baut Tipe A325 tipe friksi

Diameter baut (db) = 20 mm

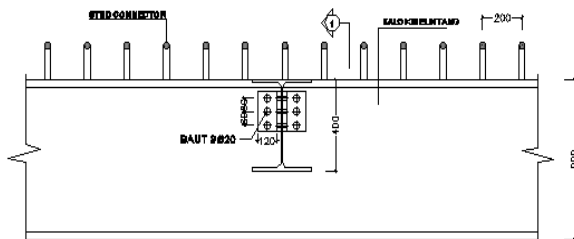
Diameter lubang (d1) = 22 mm

Pelat Siku 120 x 120 x 15

$$\text{Jumlah baut pada balok memanjang } n = \frac{V_u}{\phi R_n} = \frac{32215,31}{11470} = 3$$

$$\text{Jumlah baut pada balok melintang } n = \frac{V_u}{\phi R_n} = \frac{32215,31}{11470} = 3$$

Jarak antar baut = 60 mm



Gambar 7. Sambungan Balok Melintang dan Balok Memanjang

E. Ikatan Angin Atas

Profil Yang Digunakan Box 180 x 180 x 6,3 x 6,3

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 62128,48 \text{ Kg} > P_u = 25060,9 \text{ Kg (OK)}$$

Kontrol Tarik

$$\text{Kuat Putus } \phi P_n = 15275,55 \text{ Kg} > 1188,3 \text{ Kg (OK)}$$

$$\text{Kuat Leleh } \phi P_n = 13549,995 \text{ Kg} > 1188,3 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Ikatan Angin Atas tipe tumpu dan geser

Diameter baut (db) = 24 mm

Diameter lubang (d1) = 22 mm

$$\text{Kebutuhan baut } n = \frac{R_u}{\phi R_n} = \frac{32844,5}{8305,5} = 4 \text{ buah baut}$$

Jarak antar baut = 80 mm

F. Bracing Portal Akhir

Profil Yang Digunakan Box 180 x 180 x 6,3 x 6,3

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 147007,71 \text{ Kg} > P_u = 29818,19 \text{ Kg (OK)}$$

Kontrol Tarik

$$\text{Kuat Putus } \phi P_n = 39800,72 \text{ Kg} > 20590,46 \text{ Kg (OK)}$$

$$\text{Kuat Leleh } \phi P_n = 35304,75 \text{ Kg} > 20590,46 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Bracing Portal Akhir tipe friksi

Diameter baut (db) = 20 mm

Kebutuhan baut = 6 buah

Jarak antar baut = 100 mm

G. Kolom Portal Akhir

Profil Yang Digunakan Box 500 x 500 x 20 x 20

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 1250809,796 \text{ Kg} > P_u = 1236427,76 \text{ Kg (OK)}$$

(OK)

Interaksi Aksial dan Lentur

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$0,84 < 1 \text{ (OK)}$$

H. Ikatan Silang angin atas

Profil Yang Digunakan Box 180 x 180 x 6,3 x 6,3

Kontrol Tarik

$$\text{Kuat Putus } \phi P_n = 15275,55 \text{ Kg} > 8050 \text{ Kg (OK)}$$

(OK)

$$\text{Kuat Leleh } \phi P_n = 13549,995 \text{ Kg} > 8050 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Bracing Portal Akhir tipe tumpu dan geser

Diameter baut (db) = 16 mm

Kebutuhan baut = 3 buah

Jarak antar baut = 100 mm

I. Ikatan Vertikal angin atas

Profil Yang Digunakan Box 180 x 180 x 6,3 x 6,3

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 34732,22 \text{ Kg} > P_u = 6412,7 \text{ Kg (OK)}$$

Kontrol Tarik

$$\text{Kuat Putus } \phi P_n = 15275,55 \text{ Kg} > 6412,7 \text{ Kg (OK)}$$

$$\text{Kuat Leleh } \phi P_n = 13549,995 \text{ Kg} > 6412,7 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Bracing Portal Akhir tipe tumpu dan geser

Diameter baut (db) = 16 mm

Kebutuhan baut = 4 buah

Jarak antar baut = 100 mm

J. Batang Pelengkung Busur

- Profil Yang Digunakan Box 500 x 500 x 25 x 25 pada tepi busur atas segmen 1

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 1298272,26 \text{ Kg} > P_u = 1189298,4 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Busur Batang Atas

Alat penyambung yang dipakai adalah :

Baut → db = 30 mm ; A 325

Maka jumlah baut yang dipakai = 90

Jarak antar baut = 100 mm

- Profil Yang Digunakan Box 400 x 400 x 16 x 16 pada tepi busur bawah

Kontrol Tekan

$$\phi P_n = 625537,26 \text{ kg} > P_u = 386780,8 \text{ Kg (OK)}$$

Kontrol Tarik

$$\text{Kuat Putus } \phi P_n = 1127627 \text{ Kg} > 224360,1 \text{ Kg (OK)}$$

$$\text{Kuat Leleh } \phi P_n = 729054 \text{ Kg} > 224360,1 \text{ Kg (OK)}$$

Sambungan Busur Batang Atas

Alat penyambung yang dipakai adalah :

Baut → db = 30 mm ; A 325

Maka jumlah baut yang dipakai = 36

Jarak antar baut = 100 mm

- Profil Yang Digunakan Box 180 x 180 x 8 x 8 pada busur vertikal

Kontrol Tarik

Kuat Putus $\phi P_n = 190323,075 \text{ Kg} > 165276,9 \text{ Kg}$ (OK)

Kuat Leleh $\phi P_n = 168823,8 \text{ Kg} > 165276,9 \text{ Kg}$ (OK)

Sambungan Busur Batang Atas

Alat penyambung yang dipakai adalah :

Baut $\rightarrow db = 30 \text{ mm}$; A 325

Maka jumlah baut yang dipakai = 14

Jarak antar baut = 100 mm

K. Batang Tarik Busur

Profil Yang Digunakan Box 500 x 500 x 19 x 19

Kontrol Tarik

Kuat Putus $\phi P_n = 1252732,13 \text{ Kg} > 532784,4 \text{ Kg}$ (OK)

Kuat Leleh $\phi P_n = 1079919 \text{ Kg} > 532784,4 \text{ Kg}$ (OK)

Sambungan Batang Tarik dan Balok Melintang

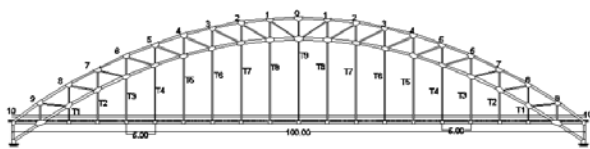
Baut Tipe A325

Diameter baut (db) = 20 mm

$$\text{Jumlah baut pada balok memanjang } n = \frac{V_u}{\phi R_n} = \frac{532784,4}{13249,25} = 28$$

Jarak antar baut = 90 mm

L. Batang Penggantung



Gambar 8. Konstruksi Pemikul Utama

Diketahui:

Syarat:

$P_u \text{ SAP} = 104395,02 \text{ Kg}$

DWIDAG diameter 47 mm dengan P ijin = 104395,02 Kg

$P_u < \phi P_n$

$104395,02 \text{ Kg} < 1310395,185 \text{ kg}$ (OK)

Sambungan Batang Penggantung

baut dengan diameter 30 mm

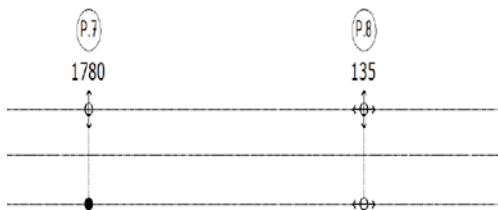
Kekuatan geser

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 1,13 \times \mu \times m \times T_b \\ &= 1,13 \times 0,35 \times 1 \times 33500 \\ &= 13249 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$n = \frac{R_u}{\phi R_n} = \frac{104395,02 \text{ kg}}{13249 \text{ kg}} = 7,879 \rightarrow 8 \text{ baut}$$

jarak antar baut 100 mm

M. Perletakan



Gambar 9. Denah Perletakan Posisi Pot Bearing

Jenis perletakan pada studi ini adalah Pot Bearing dengan brosur dari Freyssinet.

Dimana :

- : pot bearing tipe unidirectional
- : pot bearing tipe fixed (memungkinkan tidak adanya gerakan)
- : pot bearing tipe multidirectional (memungkinkan 2 gerakan arah lateral)
- Unidirectional pot bearing, direncanakan unidirectional pot bearing tipe GG24000-1200-50

- Multidirectional pot bearing, direncanakan multidirectional pot bearing tipe GL8000-50-20
- Fixed pot bearing, direncanakan fixed pot bearing tipe FX28000-1400

N. Pilar

Data Perencanaan

Dimensi pilar = 3000 x 3000 mm

Panjang pilar = 18,5 m

Mutu beton ($f'c$) = 40 MPa

Diameter Tul. Utama (ϕ) = 32 mm

Mutu Baja (f_y) = 400 MPa

Elastisitas (E_s) = 200000 MPa

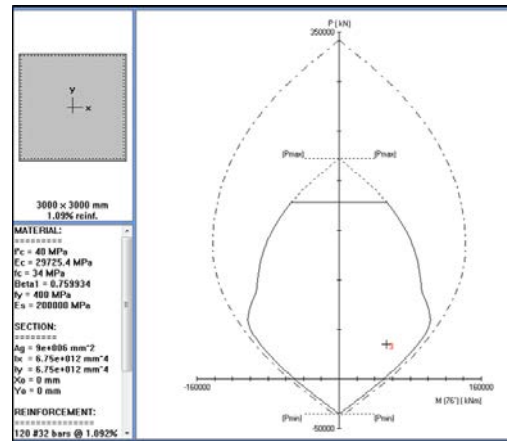
Selimut beton = 50 mm

Syarat:

$$35236293 \text{ N} < 0,10 f'c A_g$$

$$35236293 \text{ N} < 0,10 \times 40 \text{ MPa} \times 3000 \text{ mm} \times 3000 \text{ mm}$$

$35236293 \text{ N} < 36000000 \text{ N}$ (Tekan diabaikan) Direncanakan menggunakan tulangan 120D32 (As = 108108 mm²) sesuai diagram interaksi pada Gambar 10.



Gambar 10. Diagram Interaksi Pilar

Penulangan Geser Pilar

Syarat:

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$0,75 \times 12,031,81 \text{ kN} \geq 5207,655 \text{ kN}$$

$$9,023,86 \text{ kN} > 5207,655 \text{ kN}$$
 (OK)

Jadi dipasang sengkang D19-150 mm

O. Tiang Pancang

Data Perencanaan

Kedalaman tiang pancang = 20 m

Diameter tiang pancang (d) = 80 cm

Keliling tiang pancang (A_s) = $\pi d = 251,33 \text{ cm}$

$$\begin{aligned} \text{Luas tiang pancang (} A_p \text{)} &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \pi (80 \text{ cm})^2 \\ &= 5026,55 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tiang pancang produksi WIKA Type C.

Sehingga P ijin bahan = 367,6 Ton.

Jumlah Tiang

$$n = \frac{\sum P}{P_{E_k}} = \frac{3523,629 \text{ Ton}}{439,25 \text{ Ton}} = 9 \approx 36 \text{ buah}$$

P. Poer

Data Perencanaan

•Dimensi Poer (B x L) = 9200 x 11600 mm

•Tebal Poer = 1500 mm

•Mutu Beton ($f'c$) = 35 MPa

•Diameter Tul. Utama (ϕ) = 32 mm

Mutu Baja (f_y) = 400 MPa

Elastisitas (Ef) = 200000 MPa
 •Tebal Selimut Beton = 40 mm
 Penulangan X
 $As_{perlu} = 0,0113 \times 1000 \times 1460 = 16454 \text{ mm}^2$
 $S_{perlu} = 98 \text{ mm}$
 Dicoba pasang tulangan 2D32 – 90 mm
 $As_{perlu} \leq As_{pasang}$
 $16454 \text{ mm}^2 \leq \frac{1/4 \pi d^2 b}{s_{pasang}}$
 $16454 \text{ mm}^2 \leq 17872 \text{ mm}^2$
 Penulangan Y
 $As_{perlu} = 0,0068 \times 1000 \times 1460 = 9964 \text{ mm}^2$
 $S_{perlu} = 161 \text{ mm}$
 Dicoba pasang tulangan 2D32 – 150 mm
 $As_{perlu} \leq As_{pasang}$
 $9964 \text{ mm}^2 \leq \frac{1/4 \pi d^2 b}{s_{pasang}}$
 $9964 \text{ mm}^2 \leq 10723 \text{ mm}^2$

V. KESIMPULAN

1. Profil struktur sekunder dan primer menggunakan mutu baja BJ 55 dengan $f_y = 355 \text{ MPa}$ dan $f_u = 565 \text{ MPa}$ [14]. Dari hasil perhitungan struktur primer jembatan busur didapatkan:
 - Batang penggantung DWIDAG 47 mm
 - Batang atas busur segmen 1 box 500 x 500 x 25 x 25
 - Batang atas busur segmen 2 box 500 x 500 x 19 x 19
 - Batang atas busur segmen 3 box 500 x 500 x 16 x 16
 - Batang bawah busur box 400 x 400 x 16 x 16
 - Batang vertikal busur box 180 x 180 x 8 x 8
 - Batang diagonal busur box 180 x 180 x 10 x 10
 - Batang tarik box 500 x 500 x 25 x 19
 - Bracing portal akhir box 180 x 180 x 6,3
 - Kolom Portal akhir box 500 x 500 x 25 x 25
 - Ikatan silang angina rangka box 180 x 180 x 6,3 x 6,3
2. Perletakan menggunakan pot bearing dengan tipe:

- Undirectional tipe GG24000-1200-50
 - Multidirectional tipe GL8000-50-20
 - Fixed tipe FX28000-1400
3. Pilar jembatan berukuran tinggi 18,5 meter dengan kolom pilar panjang 3 meter dan lebar 3 meter di sertai *pier head* panjang 11 meter, lebar 4 meter, tinggi 1,5. Dimensi poer berukuran panjang 21,2 meter lebar 9,2 meter dan tebal 3,5 meter. Mutu beton yang dipakai yaitu $f'_c = 25 \text{ MPa}$ dan 40 MPa.
 4. Pondasi struktur menggunakan tiang pancang PT. WIKA BETON dengan $D = 80 \text{ cm}$ (type C) dengan kedalaman 20 m berdasarkan hasil Daya Dukung Tanah dan material yang digunakan. Jumlah kebutuhan tiang pancang yaitu 36 buah pada masing-masing pilar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. G. Septiawan, "Desain jembatan baru pengganti jembatan kutai kartanegara dengan sistem busur," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2012.
- [2] R. Prasmoro, H. S. Masiran, and E. Wahyuni, "Modifikasi jembatan sembayat baru II menggunakan sistem jembatan busur rangka," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. C13–C18, Mar. 2017.
- [3] B. Mahardhika and E. Wahyuni, "Perencanaan modifikasi rangka busur baja pada jembatan pemali dengan damper sebagai longitudinal stopper," *J. Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, pp. D7–D11, Mar. 2017.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, "Bridge management system (BMS) peraturan perencanaan teknik jembatan," Jakarta, 1992.
- [5] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *SNI 03-172-2002, Tata cara perencanaan struktur baja untuk bangunan gedung*. Badan Standardisasi Nasional (BSN): Departemen Pekerjaan Umum, 2002.
- [6] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1725:2006, Pembebanan untuk jembatan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2016.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2833:2016, Perencanaan jembatan terhadap beban gempa*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2016.
- [8] Badan Standardisasi Nasional (BSN), *RSNI T-03-2005, Standar perencanaan struktur baja untuk jembatan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2005.
- [9] A. Setiawan, *Perencanaan struktur baja dengan metode LRFD, Edisi Kedua*. Semarang: Erlangga, 2008.