

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN JEMBATAN KLATAK KABUPATEN TULUNGAGUNG JALUR LINTAS SELATAN (JLS) LOT 6 DENGAN METODE KOMPOSIT

Aldhan Wahyu Samdigha¹, Bambang Suprpto² dan Azizah Rokhmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : aldhanwahyu12@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : bambang.suprpto@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : azizah.rokhmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Klatak Bridge is a bridge that connects Gemah and Klatak. This bridge uses "I" beam girder construction (PCI Girder) and will be planned using another alternative with a composite method spanning 40 meters with a width of 13.9 meters. The dimensions of the floor plate are 2388.12 kg / m, the girder self-load is 2583.6 kg / m, the live load is 787.5 kg / m, the line load: 12348 kg, the brake force is 4652 kg and the wind load is 1510.284 kg / m. Using longitudinal floor plate reinforcement $\varnothing$ 16 - 125 and transverse $\varnothing$ 16 - 250, girder flanges with a width of 60 cm, a thickness of 5.53 cm on the body, and 16.6 cm dimensions of each flange. The abutment planning obtained a height of 6.172 m, with a length of 13.5 m, a bottom width of 6.5 m, and an upper abutment width of 1.5 m. Using pile foundations, with a foundation diameter of 50 cm, a height of 36, a total of 18 foundations. The main reinforcement was obtained as much as 10 D14, and the spiral reinforcement was D10-42 mm.

Keywords: *Brigde Structure, Composite Bridge*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengertian jembatan secara umum adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus akibat beberapa kondisi seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain [1].

Konstruksi pada bangunan suatu jembatan terdiri dari item konstruksi bangunan atas, konstruksi bangunan bawah dan struktur pondasi. Berdasarkan dengan kaidah yang sesuai dalam istilahnya konstruksi bangunan yang atas berada pada bagian atas suatu jembatan yang menerima beban langsung dan berfungsi sebagai penampung semua beban yang ditimbulkan oleh lalu lintas kendaraan maupun orang dan muatan lainnya yang kemudian disalurkan ke bagian bawah [2].

Sedangkan pada konstruksi bangunan bawah terletak di bawah bangunan atas yang akan berfungsi untuk menerima atau memikul beban- beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkan ke pondasi. Pondasi pada konstruksi jembatan di desains agar berfungsi sebagai yang bangunan yang akan menerima beban- beban dari konstruksi bangunan bawah lalu disalurkan ke dalam tanah [3] Dan penggunaan Tipe pondasi yang akan digunakan sangat bergantung dari kondisi tanah dasarnya berdasarkan data-data riil dari kajian 2 langsung sehingga dapat menggunakan pilihan tiang pancang, tiang bor atau sumuran [4].

Jembatan Klatak merupakan jembatan yang menghubungkan antara gemah dan klatak. Jembatan ini sedang dalam poses pembangunan dan akan direncanakan dengan bentang 40 meter. Jembatan ini mempunyai

lebar 13,9 meter yang mana terdiri dari 2 jalur dan lantai trotoar yang berada pada sisi kanan dan sisi kiri jembatan. Metode yang digunakan yaitu konstruksi gelagar balok “I” (PCI Girder) dari beton pratekan sebagai gelagar utama. Sistem jembatan dengan gelagar beton pratekan mempunyai sisi kekurangan dalam menahan beban kendaraan yang melintas, sebagai contoh : Saat terjadi kegagalan konstruksi pada sambungan gelagar beton pratekan tidak terlihat tanda tandanya, beton pratekan tidak kokoh pada saat terjadi gaya vertikal dan horizontal yang disebabkan oleh gravitasi bumi, dan beton pratekan memiliki berat sendiri (self weight) yang besar karena adanya tambahan berat penampang baja (tendon) [5].

1.2. Identifikasi Masalah

1. Beban yang di terima cukup besar sehingga di perlukan alternatif perencanaan jembatan dengan struktur komposit.
2. Perencanaan struktur komposit lebih efisien menerima gaya vertikal dan horizontal dibandingkan beton pratekan.
3. Perencanaan struktur komposit memiliki kelebihan dari baja dan beton didapatkan suatu konstruksi yang ideal, aman, ekonomis, kuat, dan tahan lama.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa besar beban yang bekerja pada plat lantai jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung?
2. Berapa dimensi tulangan plat lantai kendaraan pada jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung?
3. Berapa dimensi balok gelagar pada jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung?
4. Berapa dimensi *Abutment* pada Jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung?
5. Berapa dimensi pondasi pada jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung?

2. TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan komposit adalah jembatan yang mengkombinasikan dua material atau lebih dengan sifat bahan yang berbeda dan membentuk satu kesatuan sehingga menghasilkan sifat gabungan yang lebih baik

[6]. Jembatan komposit yang umum digunakan adalah kombinasi antara bahan konstruksi baja dengan beton bertulang, yaitu dengan mengkombinasikan baja sebagai *deck* (gelagar) dan beton bertulang sebagai plat lantai jembatan. Perencanaan komposit mengasumsikan bahwa baja dan beton bekerjasama dalam memikul beban yang bekerja [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

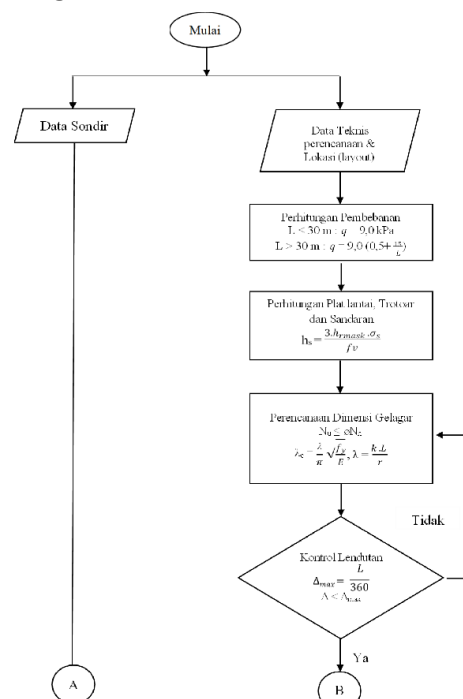
3.1 Lokasi Penelitian

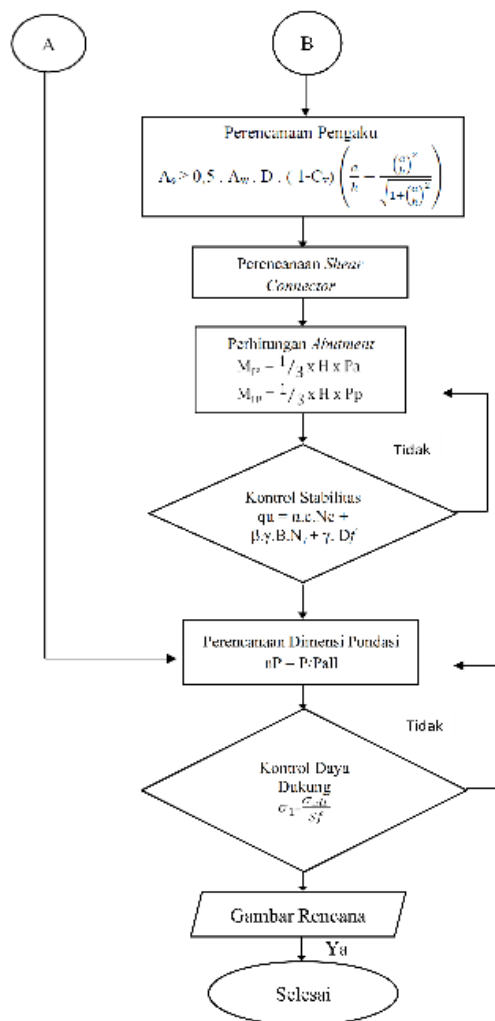
Jembatan yang di rencanakan berada di Desa Kebo Ireng, Kecamatan Besuki, Kabupaten Tulungagung, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta Jaringan Jalan
Sumber : Data Proyek

3.2 Diagram Alir Penelitian





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Penulis, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Perencanaan

1. Kelas Jembatan : B
2. Kelas Jalan : I
3. Panjang Jembatan : 40 m
4. Jumlah Bentang : 1
5. Lebar Total Jembatan : 13,9 m
6. Lebar Trotoar : 1,769 m
7. Jarak Gelagar Plat : 2,4 m
8. Jarak Diafragma : 5 m
9. Tipe Jembatan : Jembatan Komposit
10. Tebal Plat Lantai : 0,20 m
11. Tebal Trotoar : 0,20 m
12. Mutu Beton Plat Lantai : 30 Mpa
13. Mutu Baja : f_y 280 Mpa
14. Mutu Baja Tulangan : f_y 410 Mpa
15. Modulus Elastisitas Baja : $2,1 \times 10^6$

4.2. Perhitungan Plat Kendaraan dan Trotoar

4.2.1. Momen Plat Lantai

1. Momen akibat beban mati
Momen pada tumpuan = 573,149 Kg.m
Momen pada Kantilever = 49,016 kg.m
Momen pada lapangan = 521.044 Kg.m
Momen lapangan, tumpuan= 573,149 Kg.m

2. Momen akibat beban hidup

$$MT = ML = 7020 \text{ kg.m}$$

4.2.2. Penulangan Pada Tumpuan

$$M_u = 573,149 + 7020$$

$$= 7593,149 \text{ Kg.m}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$= 7593,149 / 0,8$$

$$= 9491,436 \text{ Kg.m}$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00839 \times 1000 \times 172$$

$$= 1443,283 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan rangkap D16 - 125 ;

$$= AS 2268,2 \text{ mm}$$

4.2.3. Penulangan Pada Lapangan

$$M_u = 573,149 + 7020$$

$$= 7593,149 \text{ Kg.m}$$

$$M_n = M_u / \phi$$

$$= 7593,149 / 0,8$$

$$= 9491,436 \text{ Kg.m}$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00839 \times 1000 \times 172$$

$$= 1443,283 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan rangkap D16 - 125 ; =

$$AS 2268,2 \text{ mm}$$

4.2.4. Penulangan Arah Memanjang

$$A_{smin} = 0,0018 \times b \times d$$

$$= 0,0018 \times 172 \times 1000$$

$$= 306,9 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan rangkap D16 - 250 ; =

$$AS 452,4 \text{ mm}^2$$

4.2.5. Momen Trotoar

$$\text{Momen} = 4,6184 \text{ kN.m}$$

$$M_n = M_u / \phi = 4618400 / 0,8$$

$$= 5773000 \text{ N.m}$$

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 0,00341 \times 1769 \times 164$$

$$= 989,30 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ pasang} = 113,04 \text{ mm}^2$$

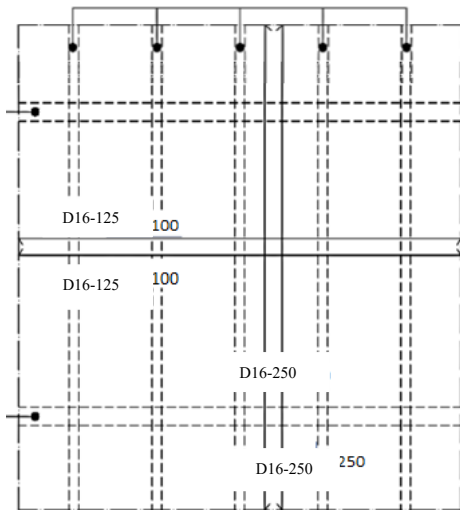
Dipasang tulangan geser D 12, maka

jarak minimum antar tulangan :

$$S = 202,233 \text{ mm}$$

Maka dipasang tulangan bagi

$$\phi 12 - 200 \text{ mm}$$

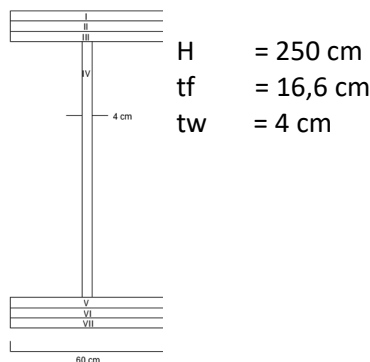


Gambar 3. Penulangan plat lantai kendaraan dan trotoar

Sumber : Hasil perhitungan, 2025

4.3. Perencanaan Gelagar Induk

Dicoba menggunakan profil



Gambar 4. Profil gelagar induk

Sumber : Perencanaan Pribadi

4.3.1. Perhitungan Pembebanan

1. Pembebanan sebelum komposit

Beban mati (qd1) = 49,717 kg/cm

2. Pembebanan setelah komposit

Beban mati (qd2) = 49,717 kg/cm

Beban terbagi rata = 7,875 kg/cm

Beban garis = 12348 kg/m

4.3.2. Kontrol Lendutan

1. Lendutan sebelum komposit

$$\begin{aligned}\Delta D1 &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s} \\ &= \frac{5 \times 49,717 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 15.279.052,6} \\ &= 5,42 \text{ cm}\end{aligned}$$

2. Lendutan sesudah komposit

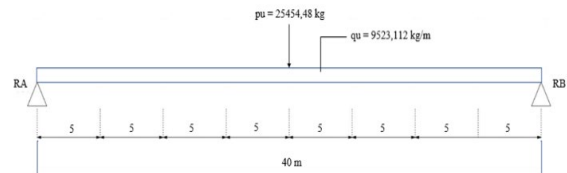
$$\Delta D2 = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s}$$

$$\begin{aligned}&= \frac{5 \times 49,717 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 23.403.962,15} \\ &= 3,541 \text{ cm} \\ \Delta BTR &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s} \\ &= \frac{5 \times 7,875 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 23.403.962,15} \\ &= 0,561 \text{ cm} \\ \Delta \text{Beban garis} &= \frac{PxL^3}{48xEI} \\ &= \frac{12348 \times 4000^3}{48 \times (2 \times 10^6) \times 23.403.962,15} \\ &= 0,352 \text{ cm} \\ \Delta \text{total} &= 3,541 + 0,561 + 0,352 \\ &= 4,454 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lendutan ijin :

$$\begin{aligned}\Delta &= \frac{1}{360} \times L = \frac{1}{360} \times 4000 \\ &= 11,111 \text{ cm} > 4,454 \text{ cm OKE}\end{aligned}$$

4.3.3. Perencanaan Pengaku



Gambar 5. Statika Pembebanan

Sumber : Pribadi

1. Pengaku Vertikal

Pengaku vertikal dibutuhkan apabila :

$$H/tw \geq 260$$

$250/4 = 62,5$ maka tidak dibutuhkan pengaku vertikal.

2. Pengaku

Digunakan $b = 15 \text{ cm}$

Syarat kelangsingan :

$$t \geq \frac{b}{0,56} \times \sqrt{\frac{fy}{E}}$$

$$4 \geq \frac{15}{0,56} \times \sqrt{\frac{280}{20000}}$$

$$4 \geq 1$$

Kuat tekan nominal penampang :

$$RA = (1/2 \times q \times L) + (1/2 \times P)$$

$$RA = (1/2 \times 9523,112 \times 40) + (1/2 \times 25454,48)$$

$$Ra = 203189,48 \text{ kg}$$

$$Nn = Ag \times fcr$$

$$Nn = 198 \times 2800$$

$$Nn = 554.400 \text{ kg}$$

$$\phi Nn = 0,85 \times 554.400$$

$$\phi Nn = 471.240 \text{ kg}$$

$$\phi Nn > RA$$

$$471.240 > 203189,48$$

Maka dapat digunakan

4.3.4. Perencanaan *Shear Connector*

Direnakan profil penghubung geser sebagai berikut :

$$Ds = 19,05 \text{ mm}$$

$$Hs = 76,2 \text{ mm}$$

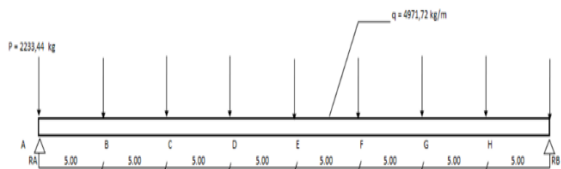
$$Ec = 0,041 \times W^{1,5} \times \sqrt{fc}$$

$$Ec = 0,041 \times 2320,15^{1,5} \times \sqrt{30} \\ = 25096,813 \text{ Mpa}$$

4.3.5. Tegangan Geser Yang terjadi

Dipakai 3 stud penghubung geser. Kekuatan nominal satu penghubung geser jenis stud dengan bentang 40 m adalah :

$$\begin{aligned} Qult &= 0,4 \times Ds^2 \times \sqrt{fc \times Ec} \\ &= 0,4 \times 1,91^2 \times \sqrt{300 \times 25.096,81} \\ &= 39.983,088 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 6. Skema Pembebanan

Sumber : Pribadi

Akibat beban mati :

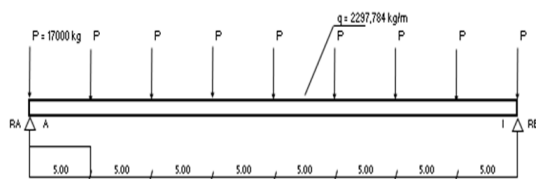
$$q = 2388,12 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat profil} = 2583,6 \text{ kg/m}$$

$$q \text{ total} = 4971,72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat diafragma} = 248,16 \text{ kg}$$

$$P = 248,16 \times 9 = 2233,4 \text{ kg}$$



Gambar 7. Skema Pembebanan

Sumber : Pribadi

Akibat beban hidup :

$$q = 787,5 \text{ kg/m}$$

$$qw = 1510,284 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{total}} = 2297,784 \text{ kg/m}$$

$$P = 12348 \text{ kg}$$

$$PR = 4652 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = 17000 \text{ kg}$$

Rekapitulasi gaya geser akibat beban hidup dan beban mati :

$$Da = 164623,52 \text{ kg}$$

$$Db = 89705,103 \text{ kg}$$

$$Dc = 76306,25 \text{ kg}$$

$$Dd = 61471,283 \text{ kg}$$

$$De = 45200,2 \text{ kg}$$

4.3.6. Jarak dan Jumlah *Shear Connector*

Daya dukung penghubung geser :

$$q = \frac{D \times S}{l_{cp}}$$

$$qa = \frac{164623,52 \times 102225,791}{23.403.962,15}$$

$$= 719,056 \text{ kg/cm}$$

$$qb = \frac{89705,103 \times 102225,791}{22.512.700,73}$$

$$= 391,822 \text{ kg/cm}$$

$$qc = \frac{76306,25 \times 102225,791}{22.512.700,73}$$

$$= 333,297 \text{ kg/cm}$$

$$qd = \frac{61471,283 \times 102225,791}{22.512.700,73}$$

$$= 268,499 \text{ kg/cm}$$

$$qe = \frac{45200,2 \times 102225,791}{22.512.700,73}$$

$$= 197,429 \text{ kg/cm}$$

Jarak dan jumlah penghubung geser :

$$M = \frac{Q}{q}$$

$$Ma = \frac{11.949,264}{719,056}$$

$$= 16,62 \text{ maka dipakai } 17 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 17 = 29,41$$

Maka digunakan 29 buah stud

$$Mb = \frac{11.949,264}{391,822}$$

$$= 30,5 \text{ maka dipakai } 31 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 31 = 16,13$$

Maka digunakan 16 buah stud

$$Mc = \frac{11.949,264}{333,297}$$

$$= 35,85 \text{ maka dipakai } 36 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 36 = 13,8$$

Maka digunakan 14 buah stud

$$Md = \frac{11.949,264}{268,499}$$

$$= 44,5 \text{ maka dipakai } 45 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 45 = 11,1$$

Maka digunakan 61 buah stud

$$Me = \frac{11.949,264}{197,429}$$

$$= 60,52 \text{ maka dipakai } 61 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 61 = 8,2$$

Maka digunakan 8 buah stud

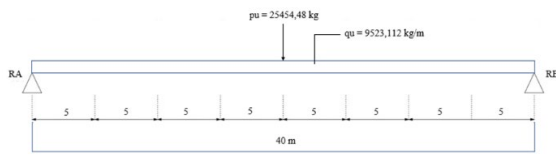
Jadi jumlah total penghubung geser untuk satu gelagar :

$$29 + 16 + 14 + 11 + 8 = 78 \text{ buah}$$

$$78 \times 3 = 234 \times 2$$

$$= 468 \text{ buah}$$

4.3.7. Penyambungan Plate Girder



Gambar 7. Pembebanan Penyambungan Gelagar

Sumber : Gambar Perencanaan

Perhitungan sambungan :

$$M = 896.908,5 \text{ kg.m}$$

$$I_{\text{profil}} = 23.403.962,15 \text{ cm}^4$$

Direncanakan plat penyambung sayap dengan ukuran 4cm x 60cm menggunakan baut A325 diameter 25mm.

Jumlah baut :

$$\begin{aligned} n &= sflens / N_g \\ &= 278923,95 / 30357,422 \\ &= 9,19 \end{aligned}$$

Maka digunakan 10 baut

Jarak baut :

$$\begin{aligned} \text{Jarak tepi} &= 1,5 \times db < S < (4 \times tp + 100\text{mm}) \text{ atau } 200 \text{ mm} \\ &= 1,5 \times 25 < (4 \times 30 + 100\text{mm}) \\ &\text{atau } 200 \text{ mm} \\ &= 37,5 < S < 220 \text{ atau } 200 \end{aligned}$$

Maka digunakan Jarak tepi 55 mm

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tengah} &= 3 \times db < S < 15 \times tp \text{ atau } 200 \text{ mm} \\ &= 75 < S < 450 \text{ atau } 200 \end{aligned}$$

Maka digunakan jarak tengah 130 mm.

Baut 10 buah dibagi menjadi 5 baris.

Jarak tepi 7,5 cm dan tengah 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Panjang Total plat penyambung sayap :} \\ (6 \times 13) + (4 \times 5,5) + 1 = 101 \text{ cm} \end{aligned}$$

Merencanakan plat siku dengan ukuran

$$\text{Plat L } 200 \times 100 \times 18 \text{ A profil } = 51 \text{ cm}^2$$

Jumlah baut plat siku :

$$\begin{aligned} N &= \phi T_n / N_g \\ &= 121.380 / 30357,422 \\ &= 3,998 \end{aligned}$$

Digunakan 4 baut untuk plat L

Plat Penyambung badan

$$M = 896.908,5 \text{ kg.m}$$

$$D = 155.573,92 \text{ kg}$$

Direncanakan dengan tebal 30 mm

Digunakan baut A490 dengan diameter 30 mm $F_u^b = 1035 \text{ MPa}$

Jumlah baut :

$$N = \phi T_n / N_{tp}$$

$$= 2.520.000 / 46.980$$

$$= 53,64$$

Digunakan 54 baut sehingga jumlah baut

pada 2 irisan adalah $2 \times 54 = 108$ baut

Jarak tepi $= 1,5 \times d \leq s_1 \leq 3 \times d$ atau $6 \times t$

$$= 4,5 \leq s_1 \leq 9 \text{ atau } 18$$

Dipakai jarak tepi 5 cm

$$\begin{aligned} \text{Jarak tengah horizontal} &= s_2 \leq 7 \times d - (0,5 \times s_1) \\ &= s_2 \leq 18,5 \end{aligned}$$

Dipakai jarak tengah horizontal 13,33 cm

Jarak tengah vertikal menggunakan

27,5cm.

$$N_{tp} = 4.6980 \text{ kg}$$

$$N_{maks} = 6.310,571 \text{ kg}$$

$$N_{tp} > N_{maks}$$

$$46.980 > 6.310,571 \text{ maka pola baut}$$

cukup kuat.

4.4. Bantalan Elastomer

4.4.1. Data Perencanaan

Mutu Plat baja = 240 Mpa

Mutu Elastomer = 0,55 Mpa

Dimensi = 480 x 480 x 142

Tebal cover = 5 mm

Tebal lapisan = 16 mm

Tebal plat baja = 2,5 mm

Jumlah lapisan = 7 buah

Tebal total = 142 mm

4.4.2. Kontrol Elastomer

1. Faktor bentuk

$$4 < S < 12 \quad (\text{AASHTO LRFD 2007})$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{A}{l_p \cdot h_{ri}} \\ &= \frac{480 \times 480}{(1920 \times 16)} \\ &= 7,5 \text{ (OKE)} \end{aligned}$$

2. Deformasi Geser

$$\text{Tebal total} \geq 2 \cdot \Delta_s$$

$$122 \geq 100 \text{ mm (OKE)}$$

3. Cek Rotasi

$$\begin{aligned} \sigma_s &\geq 0,5 G.S \left(\frac{L}{h_{ri}} \right)^2 \frac{\theta_{s,x}}{n} \\ \sigma_s &\geq 0,5 \times 0,55 \times 7,5 \times \left(\frac{480}{16} \right)^2 \frac{0,005}{7} \\ 1,378 &\geq 1,326 \text{ Mpa (OKE)} \end{aligned}$$

4. Cek Stabilitas

$$H \leq L/3$$

$$142 \leq 480/3$$

$$142 \leq 160 \text{ (OKE)}$$

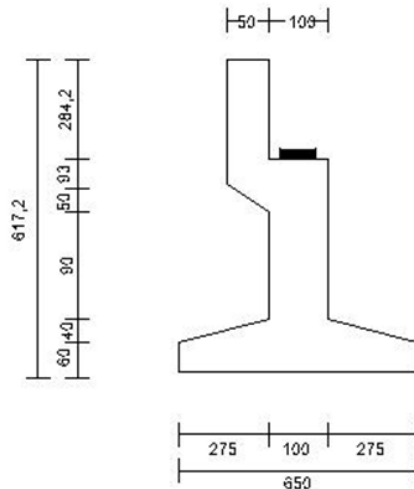
$$H_{cover} \leq 0,7 \times h_{ri}$$

$$H_{cover} \leq 0,7 \times 16$$

$$5 \text{ mm} \leq 11,2 \text{ mm (OKE)}$$

4.5. Perencanaan Abutment

4.5.1. Data Perencanaan



Gambar 8. Dimensi Abutment

Sumber : Perencanaan Pribadi

Panjang	= 13,9 m
Lebar atas	= 1,5 m
Lebar bawah	= 6,5 m
Tinggi	= 6,172 m
Kedalaman	= 36 m
Tekanan konus (qc)	= 162 kg/cm ²
Sudut geser	= 45°
Mutu Beton	= 35 MPa
BSV beton	= 2320,15 kg/m ³
BSV tanah	= 1755 kg/m ³

4.5.2. Kombinasi Pembebanan

1. Beban vertikal

$$\sum V = 2090529,816 \text{ kg}$$

$$\sum M_v = 7491595,038 \text{ kg.m}$$
2. Beban horizontal

$$\sum H = 846667,276 \text{ kg}$$

$$\sum M_H = 2935651,776 \text{ kg.m}$$

4.5.3. Kontrol Stabilitas

1. Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{7491595,038}{2935651,776}$$

$$= 2,552 > 1,5 \text{ (OKE)}$$
2. Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{\sum V \cdot \tan \theta}{\sum H}$$

$$= \frac{2090529,816 \times \tan 40}{846667,276}$$

$$= 2,072 > 1,5 \text{ (OKE)}$$
3. Stabilitas terhadap eksentrisitas

$$e = \frac{1}{2} B - \frac{\sum M_v - \sum M_H}{\sum H} < \frac{1}{6} B$$

$$= \left(\frac{1}{2} \times 6,5 \right) - \frac{7491595,038 - 2935651,776}{2090529,816} < \left(\frac{1}{6} \times 6,5 \right)$$

$$= 1,071 < 1,083 \text{ (OKE)}$$

4. Stabilitas terhadap tegangan tanah

$$Q_{ijin} = \frac{qu}{3}$$

$$= \frac{3582239,71}{3}$$

$$= 1194079,902 \text{ kg/m}^2$$

$$Q_n = \frac{\sum V}{B \times L} \times \left(1 \pm \frac{6 \times e}{B} \right)$$

$$Q_{max} < Q_{ijin}$$

$$46012,836 < 1194079,902 \text{ (OKE)}$$

$$Q_{min} < Q_{ijin}$$

$$263,419 < 1194079,902 \text{ (OKE)}$$

4.6. Perencanaan Pondasi

4.6.1. Data Perencanaan

Kedalaman	= 36 m
Tekanan Konus	= 162 kg/cm ²
Panjang tiang	= 30 m
Diameter tiang	= 60 cm
Mutu baja	= 360 MPa
Mutu beton	= 30 MPa
BJ beton	= 2308,7 kg/m ³
Beban vertikal	= 2090529,816 kg
Momen vertikal	= 7491595,038 kg.m

4.6.2. Daya Dukung Tiang Pancang

1. Berdasarkan kekuatan material bahan

$$\phi P_n maks$$

$$= 0,85 \cdot \phi [(0,85 \cdot f_c \times (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})]$$

$$= 0,85 \times 0,7 [(0,85 \times 30 \times (196250 - 153,86) + 400 \times 153,86)]$$

$$= 3011887,364 \text{ N} = 3011,887 \text{ kN}$$

$$= 301,189 \text{ ton}$$
2. Berdasarkan kemampuan terhadap kekuatan tanah

$$Kedalaman = 36 \text{ m}$$

$$q_c = 160 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_a = 3,14 \times 0,5 = 1,57 \text{ m}$$

$$P_a = \frac{q_c \times A_g}{3} + \frac{K_a \times JHP}{5}$$

$$= \frac{162 \times 0,196}{3} + \frac{16 \times 1,57}{5}$$

$$= 15,477 \text{ ton}$$

Daya dukung berdasarkan kekuatan tanah:

$$B_{S_{Tiang}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,5^2 \times 30 \times 2,3087$$

$$= 13,592 \text{ ton}$$

$$Q_{sp} = 216,342 - 13,592 \text{ ton}$$

$$= 202,75 \text{ ton}$$
3. Perhitungan jumlah tiang pancang

$$n = \frac{\sum V}{Q_{sp}}$$

$$= \frac{1078,902}{202,75}$$

$$= 10,311 \rightarrow 18 \text{ buah}$$

Maka digunakan 10 buah tiang pancang

4. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang

$$\begin{aligned}\theta &= \text{Arc.tan} \frac{d}{s} \\ &= \text{Arc.tan} 50200 \\ &= 14,036 \\ \eta &= 1 - \frac{14,036}{90} \left[\frac{(6-1)3 + (3-1)6}{3 \times 6} \right] \\ &= 0,766\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Daya dukung tiang} &= \eta \times Q_{sp} \\ &= 0,766 \times 202,75 \\ &= 155,307 \text{ ton}\end{aligned}$$

5. Kekuatan tiang pancang menerima gaya eksentrisitas

Diketahui:

$$\begin{aligned}\sum V &= 2090529,816 \text{ kg} \\ &= 2090,53 \text{ ton} \\ \sum M_v = \sum M_x &= 2935651,776 \text{ kg.m} \\ &= 2935,652 \text{ ton.m} \\ N_x &= 6 \\ N_y &= 3 \\ X_{\max} &= 1,625 \\ Y_{\max} &= 5 \\ \sum X^2 &= 2 \times 3 \times (1,625)^2 + 2 \times 3 \times \\ &\quad (1,625)^2 \\ &= 31,688 \text{ m}^2 \\ \sum Y^2 &= 6 \times 3 \times 5^2 \\ &= 450 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Maka, kekuatan tiang pancang:

$$\begin{aligned}P &= \frac{\sum V}{n} \pm \frac{\sum M_x \times Y_{\max}}{N_x \times \sum Y^2} \\ P_{\max} &= \frac{2090,53}{18} + \frac{2935,652 \times 5}{6 \times 450} \\ &= 121,577 \text{ ton} \\ P_{\min} &= \frac{2090,53}{18} - \frac{2935,652 \times 5}{6 \times 450} \\ &= 110,704 \text{ ton} \\ P_{\max} &< Q_{\text{tiang}} \\ 121,577 \text{ ton} &< 155,307 \text{ ton} \quad (\text{OKE})\end{aligned}$$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban yang bekerja pada plat lantai jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung adalah untuk beban mati didapatkan beban air hujan 100 kg/m, beban aspal 291,85 kg/m dan berat plat beton 603,2 kg/m sedangkan untuk beban hidup Beban T didapatkan 22.500 kg atau tekanan roda 11.250 kg dan beban T ultimit 29.250 kg.

2. Dimensi tulangan plat lantai jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung adalah untuk tulangan memanjang $\varnothing 16 - 125$ dengan mutu $f_y 410$ MPa dan tulangan melintang $\varnothing 16 - 250$ dengan mutu $f_y 280$ MPa.
3. Balok gelagar pada jembatan Klatak Tulungagung menggunakan baja konstruksi Bj 28 = $f_y 280$ MPa dengan tinggi 250 cm, flens atas 16,6 cm dan bawah 16,6 cm, dengan masing – masing badan flens memiliki tebal 5,53 cm, dan tebal badan 5,53 cm.
4. Abutment pada jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung menggunakan mutu beton $f_c 35$ MPa dengan tinggi 6,172 m, panjang abutment 13,5 m, lebar atas abutment 1,5 m, dan lebar bawah abutment 6,5 m.
5. Pondasi pada jembatan Klatak Tulungagung Tulungagung menggunakan tipe pondasi tiang pancang dengan mutu beton $f_c 30$ MPa, tinggi 30 m, dan diameter 50 cm sejumlah 18 buah.

5.2 Saran

1. Dalam perencanaan struktur jembatan dapat direncanakan dapat digunakan metode atau jenis struktur lain seperti jembatan rangka baja dan *box girder*.
2. Dalam penelitian ini digunakan pondasi tiang pancang, sebagai alternatif dapat juga digunakan pondasi jenis *bored pile*.
3. Dalam analisis struktur jembatan ini dapat menggunakan aplikasi STAAD PRO, MIDAS CIVIL, CSI BRIDGE, ETABS dan lain-lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pratiwi, N. D., Warsito, W., & Rokhmawati, A. (2023). Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Jalan Lingkar Selatan Kabupaten Sampang Madura Menggunakan Konstruksi Struktur Baja. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, 13(1), 648-655.
- [2] Anggraini, A. S., Warsito, W., Suprpto, B. 2021. Studi Alternatif Perencanaan Jembatan dengan Struktur Rangka Baja Type Pratt pada Jembatan Petak Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-jurnal)*, 10(1), 24-36.
- [3] Anonim. 2008. "SNI 2833:2008 Standar perencanaan ketahanan gempa untuk

- jembatan.” Badan Standard Nasional.
- [4] Anonim. 2015. “Perancangan bantalan Elastomer untuk perletakan jembatan.”Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- [5] Anonim. 2016. “SNI-1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan”. Badan Standard Nasional.
- [6] Anonim. 2012. “SNI-1726-2012 Tata Cara Perencanaan Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung ”. Badan Standard Nasional.
- [7] Anonim. 2005. “RSNI T-03-2005 Perencanaan struktur baja untuk jembatan”.Badan Standard Nasional