

STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN JEMBATAN MENGGUNAKAN METODE KOMPOSIT PADA JEMBATAN GANDU KABUPATEN BOYOLALI

Dimitri Auliya Urrahman¹, Warsito² dan Ita Suhermin Ingsih³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
e-mail : dimiau98@gmail.com

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

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

ABSTRAK

Gandu Bridge located at boyolali is under construction using the I-girder method with 40m of length because the existing bridge got damaged. The load is too big, it needs the composite type of the structure. Composite structure is using two different material to stand for an action. This Study will plan an alternative using Composite method. The calculation result shows that the load on the bridge is 878,31 kg/m and 26,325 kg. The upper structure use fy 360 MPa steel with 224 cm x 60 cm x 12 cm dimension. The lower structure used fc 30 and 6,2 m height for the abutment, fc 60 Mpa and 13 m height fore the foundation.

Keywords: *Brigde Structure, Composite Bridge*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan transportasi berkaitan dengan pembangunan prasana yang memadai dan sangat penting, salah satunya adalah prasana jembatan [1]. Jembatan berfungsi untuk menghubungkan dua jalan yang terputus karena adanya hambatan aliran sungai, lembah, selat atau laut, jalur kereta api, jalanan yang melintang, jurang, waduk, dan lainnya [2]. Jembatan Gandu merupakan jembatan yang berada di Desa Karanggatak, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali. Pada penelitian ini akan direncanakan sebagai alternatif karena jembatan yang tersedia rusak dengan menggunakan metode komposit karena beban yang diterima oleh jembatan cukup besar. Jembatan komposit adalah jembatan yang menggabungkan dua atau lebih material untuk hasil yang lebih baik [3]. Penggunaan tipe komposit sangat menguntungkan karena struktur komposit dapat menahan beban sekitar 33% hingga 50% lebih besar dari pada beban yang dapat dipikul oleh baja saja tanpa adanya perilaku komposit [4].

1.2. Identifikasi Masalah

1. Diperlukannya jembatan yang memadai untuk menyokong kegiatan lalu lintas pada daerah tersebut dikarenakan jembatan yang tersedia rusak.
2. Beban yang di terima cukup besar sehingga di perlukan alternatif perencanaan jembatan dengan struktur komposit .

1.3 Rumusan Masalah

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

1.4 Batasan Masalah

1. Perencanaan hanya membahas tentang perencanaan struktur atas dan bawah

Jembatan Gandu Boyolali dengan menggunakan struktur komposit.

- Perencanaan tidak membahas tentang perhitungan rancangan anggaran biaya (RAB) dan metode pelaksanaan secara detail.

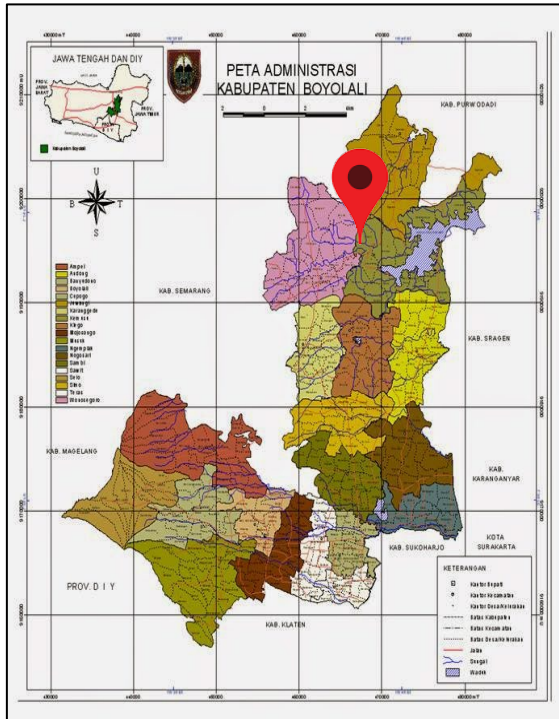
2. TINJAUAN PUSTAKA

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 [5]. 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 [6]. Perencanaan komposit mengasumsikan bahwa baja dan beton bekerjasama dalam memikul beban yang bekerja [7].

3. METODOLOGI PENELITIAN

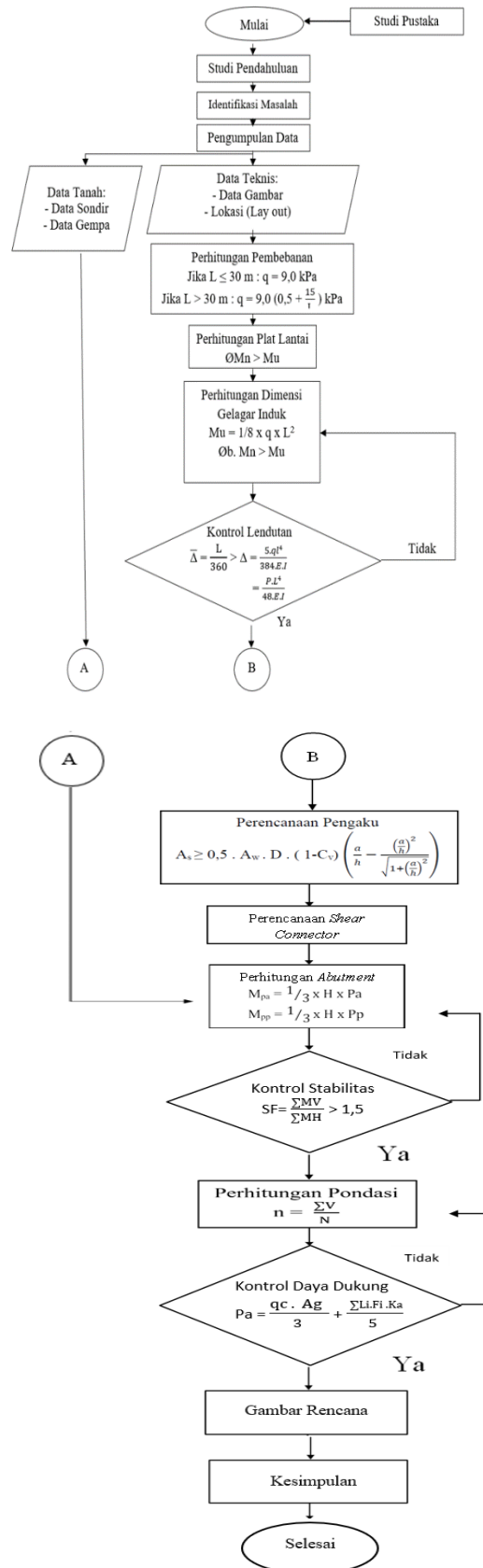
3.1 Lokasi Penelitian

Jembatan yang di rencanakan berada di Desa Karanggatak, Kecamatan Klego, Kabupaten Boyolali, Jawa Tengah.



Gambar 1. Peta Administrasi Kabupaten Boyolali
Sumber : Pemerintah Kab.Boyolali,2025

3.2 Diagram Alir Penelitian



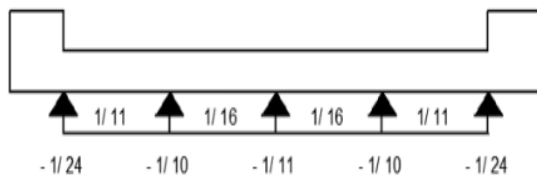
Gambar 2. Diagram Alir Penelitian
Sumber: Penulis, 2025

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Perencanaan

1. Kelas Jembatan : B
2. Kelas Jalan : II
3. Panjang Jembatan : 40 m
4. Jumlah Bentang : 1
5. Lebar Total Jembatan : 7 m
6. Jarak Gelagar Plat : 1,5 m
7. Jarak Diafragma : 5 m
8. Tipe Jembatan : Jembatan
Girder Plat
9. Tebal Plat Lantai : 0,20 m
10. Tebal Trotoar : 0,20 m
11. Mutu Beton Plat Lantai : 30 Mpa
12. Mutu Baja : f_y 360 Mpa
(BJ 52)
13. Mutu Baja Tulangan : f_y 280 Mpa
(BJTP 28)
14. Modulus Elastisitas Baja : $2,1 \times 10^6$

4.2. Perhitungan Plat Kendaraan dan Trotoar



Gambar 3. Koefisien Momen

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.2.1. Momen Plat Lantai

1. Momen akibat beban mati
Momen pada tumpuan = 197,62 Kg.m
Momen pada Kantilever = 109,79 Kg.m
Momen pada lapangan = 179,654 Kg.m
2. Momen akibat beban hidup
Momen lapangan, tumpuan = 4422,6 Kg.m

4.2.2. Penulangan Pada Tumpuan

$$\begin{aligned} Mu &= 197,62 + 4.422,6 \\ &= 4.620,22 \text{ Kg.m} \\ Mn &= Mu / \phi = 4.620,22 / 0,8 \\ &= 5.775,275 \text{ Kg.m} \\ As \text{ perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00717 \times 1000 \times 173 \\ &= 1.241,139 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 14 - 100$; AS = 1.539,4 mm²

4.2.3. Penulangan Pada Lapangan

$$\begin{aligned} Mu &= 197,62 + 4.422,6 \\ &= 64.620,22 \text{ Kg.m} \\ Mn &= Mu / \phi = 4.620,22 / 0,8 \\ &= 5.775,275 \text{ Kg.m} \\ As \text{ perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00717 \times 1000 \times 173 \\ &= 1.241,139 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 14 - 100$; AS = 1.539,4 mm²

4.2.4. Penulangan Arah Memanjang

$$\begin{aligned} As_{min} &= 0,0018 \times b \times d \\ &= 0,0018 \times 174 \times 1000 \\ &= 313,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 12 - 250$; AS = 452,4 mm²

4.2.5. Momen Trotoar

$$\text{Momen} = 687,615 \text{ Kg.m}$$

4.2.6. Penulangan Trotoar Arah Melintang

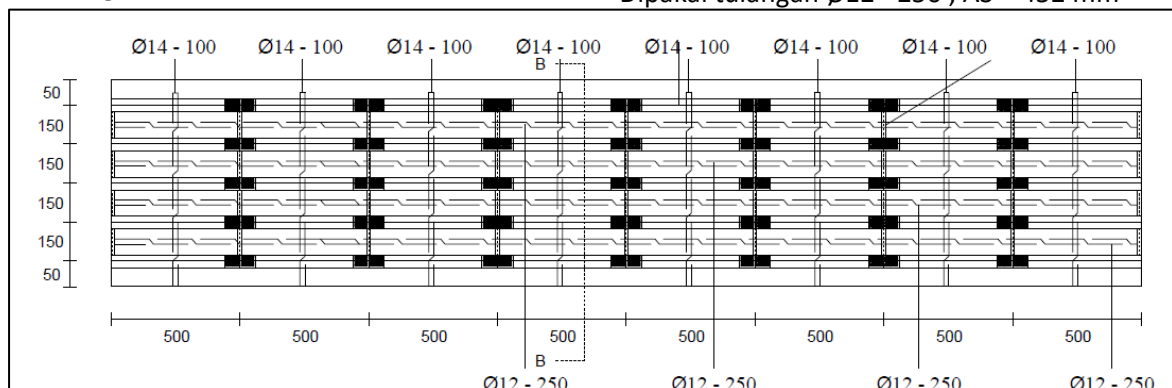
$$\begin{aligned} Mu &= 867,615 \text{ Kg.m} \\ Mn &= Mu / \phi = 867,615 / 0,8 \\ &= 1084,519 \text{ Kg.m} \\ As \text{ perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,005 \times 1000 \times 173 \\ &= 865 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 14 - 100$; AS = 1539,4 mm²

4.2.7. Penulangan Trotoar Arah Memannjang

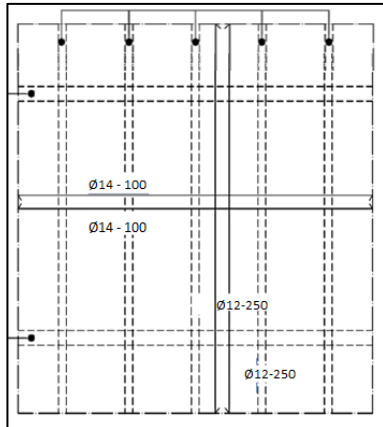
$$\begin{aligned} As_{min} &= 0,0018 \times b \times d \\ &= 0,0018 \times 174 \times 1000 \\ &= 313,2 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan $\emptyset 12 - 250$; AS = 452 mm²



Gambar 4. Penulangan Jembatan

Sumber : Hasil Perencanaan, 2025

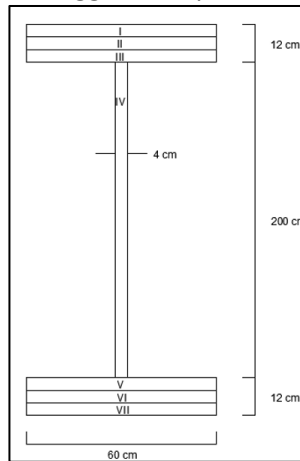


Gambar 5. Penulangan plat lantai kendaraan dan trotoar

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

4.3. Perencanaan Gelagar Induk

Dicoba menggunakan profil



Gambar 6. Profil gelagar induk

Sumber : Hasil Perencanaan, 2025

4.3.1. Perhitungan Pembebanan

1. Pembebanan sebelum komposit

Beban mati (qd1) = 3.251,764 Kg/m

2. Pembebanan setelah komposit

Beban mati (qd2) = 3.251,764 Kg/m

Beban terbagi rata = 2.126,25 Kg/m

Beban garis = 12.348 Kg

4.3.2. Kontrol Lendutan

1. Lendutan sebelum komposit

$$\begin{aligned}\Delta D1 &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s} \\ &= \frac{5 \times 32,518 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 16.502.025,4} \\ &= 3,284 \text{ cm}\end{aligned}$$

2. Lendutan sesudah komposit

$$\begin{aligned}\Delta D2 &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s} \\ &= \frac{5 \times 32,518 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 19.663.924,5} \\ &= 2,756 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta BTR &= \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_s} \\ &= \frac{5 \times 21,263 \times 4000^4}{384 \times (2 \times 10^6) \times 19.663.924,5} \\ &= 1,802 \text{ cm}\end{aligned}$$

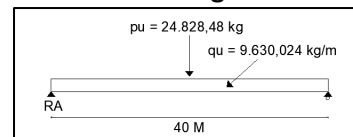
$$\begin{aligned}\Delta \text{Beban garis} &= \frac{P \times L^3}{48 \times E \times I} \\ &= \frac{12348 \times 4000^3}{48 \times (2 \times 10^6) \times 19.663.924,5} \\ &= 0,419 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta_{\text{total}} &= 2,756 + 1,802 + 0,419 \\ &= 4,977 \text{ cm}\end{aligned}$$

Lendutan ijin :

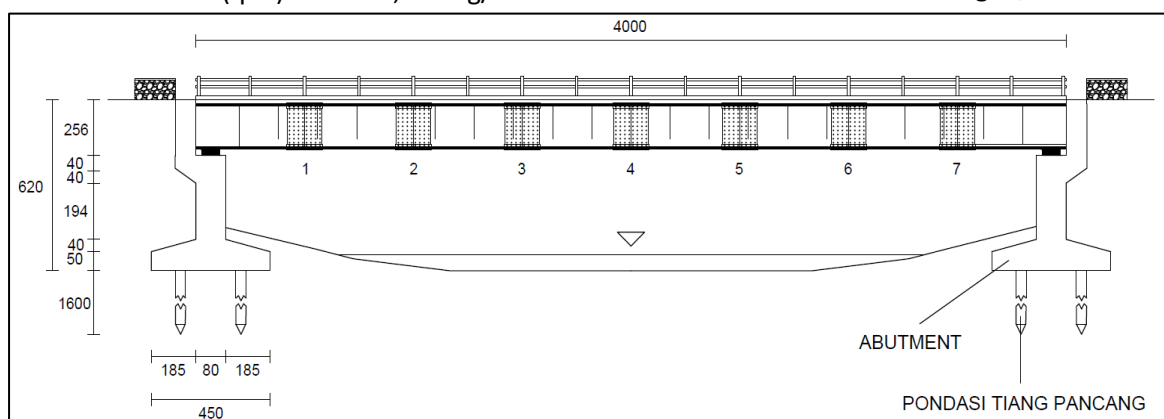
$$\begin{aligned}\Delta &= \frac{1}{360} \times L = \frac{1}{360} \times 4000 \\ &= 11,111 \text{ cm} > 4,977 \text{ cm OKE}\end{aligned}$$

4.3.3. Perencanaan Pengaku



Gambar 8. Statika Pembebanan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025



Gambar 7. Tampak Samping Jembatan

Sumber : Hasil Perencanaan, 2025

1. Pengaku Vertikal

Pengaku vertikal dibutuhkan apabila :

$$H/tw \geq 260$$

$224/4 = 56$ maka tidak dibutuhkan pengaku vertikal.

2. Pengaku

Digunakan $b = 20$ cm

Syarat kelangsingan :

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

$$4 \geq \frac{20}{0,56} \times \sqrt{\frac{360}{20000}}$$

$$4 \geq 1,52$$

Kuat tekan nominal penampang :

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

$$RA = (1/2 \times 9.630,024 \times 40) + (1/2 \times 24.804,72)$$

$$Ra = 205.002,84$$

$$Nn = Ag \times fcr$$

$$Nn = 325 \times 3600$$

$$Nn = 1.267,200 \text{ kg}$$

$$\phi Nn = 0,85 \times 1.267.200$$

$$\phi Nn = 1.077.120$$

$$\phi Nn > RA$$

$$1.077.120 > 205.002,84$$

Maka dapat digunakan

4.3.4. Perencanaan Shear Connector

Direncanakan profil penghubung geser sebagai berikut :

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

$$Hs = 105 \text{ mm}$$

$$Ec = 0,0041 \times w^{1,5} \times \sqrt{fc}$$

$$Ec = 0,0041 \times 2320^{1,5} \times \sqrt{30}$$

$$= 25.094,79 \text{ Mpa}$$

4.3.5. Tegangan Geser Yang terjadi

Dipakai 3 stud penghubung geser.

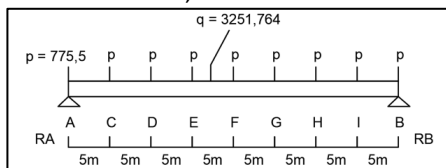
Kekuatan nominal satu penghubung geser jenis stud dengan bentang 40 m adalah :

$$Qult = 0,4 \times Ds^2 \times \sqrt{fc \times Ec}$$

$$= 0,4 \times 1,9^2 \times \sqrt{30 \times 25.094,79}$$

$$= 39.962,0144 \text{ kg}$$

$$= 39,620144 \text{ kN}$$



Gambar 9. Skema Pembebanan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Akibat beban mati :

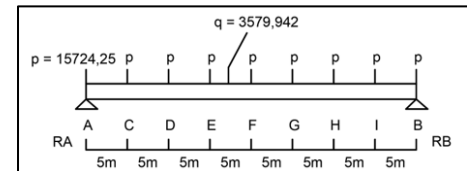
$$q = 1.317,524 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat profil} = 1.934,24 \text{ kg/m}$$

$$q \text{ total} = 3.251,764 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat diafragma} = 155,1 \text{ kg}$$

$$P = 155,1 \times 5 = 775,5 \text{ kg}$$



Gambar 10. Skema Pembebanan

Sumber : Hasil Perhitungan, 2025

Akibat beban hidup :

$$q = 2.126,25 \text{ kg/m}$$

$$qw = 1.453,692 \text{ kg/m}$$

$$q_{\text{total}} = 3.579,942 \text{ kg/m}$$

$$P = 12.348 \text{ kg}$$

$$PR = 3.376,25 \text{ kg}$$

$$P_{\text{total}} = 15.724,25 \text{ kg}$$

Rekapitulasi gaya geser akibat beban hidup dan beban mati :

$$Da = 153.133,87 \text{ kg}$$

$$Dc = 57.830,586 \text{ kg}$$

$$Dd = 47.612,908 \text{ kg}$$

$$De = 35.157,776 \text{ kg}$$

$$Df = 20.465,181 \text{ kg}$$

4.3.6. Jarak dan Jumlah Shear Connector

Daya dukung penghubung geser :

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

$$qa = \frac{153.133,87 \times 164.263,83}{19.663,924,5}$$

$$= 1.279,2134 \text{ kg/cm}$$

$$qc = \frac{57.830,576 \times 164.263,83}{19.663,924,5}$$

$$= 483,09135 \text{ kg/cm}$$

$$qd = \frac{47.612,908 \times 164.263,83}{19.663,924,5}$$

$$= 397,73742 \text{ kg/cm}$$

$$qe = \frac{35.157,776 \times 164.263,83}{19.663,924,5}$$

$$= 293,6927 \text{ kg/cm}$$

$$qf = \frac{20.465,181 \times 164.263,83}{19.663,924,5}$$

$$= 170,95718 \text{ kg/cm}$$

Jarak dan jumlah penghubung geser :

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

$$Ma = \frac{11.886,0432}{1.279,213}$$

$$= 9,292 \text{ maka dipakai } 9 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 9 = 55.556$$

Maka digunakan 56 buah stud

$$M_c = \frac{11.886,0432}{483,0914} = 24,604 \text{ maka dipakai } 24 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 24 = 20.883$$

Maka digunakan 21 buah stud

$$M_d = \frac{11.886,0432}{397,7374} = 29,8841 \text{ maka dipakai } 25 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 25 = 20$$

Maka digunakan 20 buah stud

$$M_e = \frac{11.886,0432}{293,6927} = 40,471 \text{ maka dipakai } 40 \text{ cm}$$

$$\text{Jumlah} = L / M = 500 / 40 = 12,5$$

Maka digunakan 13 buah stud

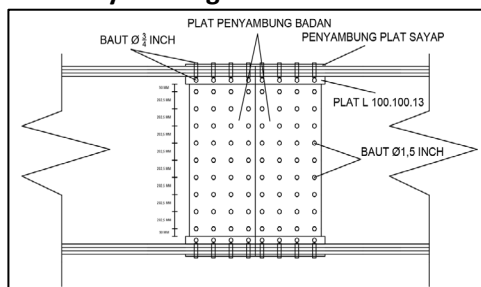
Jad jumlah total penghubung geser untuk satu gelagar :

$$56 + 21 + 20 + 13 = 110$$

$$110 \times 3 = 330 \times 2$$

$$= 660 \text{ buah}$$

4.3.7. Penyambungan Plate Girder



Gambar 11. Penyambungan Plate Girder

Sumber : Hasil Perencanaan,2025

Perhitungan sambungan :

$$M = 904.638,9 \text{ kg.m}$$

$$I_{\text{profil}} = 19.663.924,1 \text{ cm}^4$$

Direncanakan plat penyambung sayap dengan ukuran 3cm x 60cm menggunakan baut A490 diameter ¾ inch.

Jumlah baut :

$$n = s f l e n s / N_g = 349.088,7914 / 22.113,691 = 15,786$$

Maka digunakan 16 baut

Jarak baut :

$$\text{Jarak tepi} = 1,5 \times d_b < S < (4 \times t_p + 100 \text{ mm}) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$= 1,5 \times 19,05 < (4 \times 30 + 100 \text{ mm}) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$= 28,575 < 75 < 220 \text{ atau } 200$$

Maka digunakan Jarak tepi 75 mm

$$\text{Jarak Tengah} = 3 \times d_b < S < 15 \times t_p \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$= 257,15 < 150 < 450 \text{ atau } 200$$

Maka digunakan jarak tengah 150 mm.

Baut 16 buah dibagi menjadi 4 baris.

Jarak tepi 7,5 cm dan tengah 15 cm

Panjang Total plat penyambung sayap : $(6 \times 15) + (4 \times 7,5) + 1 = 121 \text{ cm}$

Merencanakan plat siku dengan ukuran Plat L 100 x 100 x 13 A profil = 24,31 cm²

Jumlah baut plat siku :

$$N = \phi T_n / N_g = 74.389 / 22.113,691 = 3,364$$

Digunakan 4 baut untuk plat L

Plat Penyambung badan

$$M = 904.638,9 \text{ kg.m}$$

$$D = 156.852,72$$

Direncanakan dengan tebal 30 mm

Digunakan baut A490 dengan diameter 1,5 inch $F_u^b = 1035 \text{ MPa}$

Jumlah baut :

$$N = \phi T_n / N_{tp} = 2.592.000 / 74.066,4 = 35$$

Digunakan 36 baut sehingga jumlah baut pada 2 irisan adalah $2 \times 36 = 72$ baut

$$\text{Jarak tepi} = 1,5 \times d \leq s_1 \leq 3 \times d \text{ atau } 6 \times t = 57,15 \leq 90 \leq 114,3 \text{ atau } 180$$

Dipakai jarak tepi 90 mm

$$\text{Jarak tengah horizontal} = s_2 \leq 7 \times d - (0,5 \times s_1) = 140 \leq 221,7$$

Dipakai jarak tengah horizontal 140 mm

Jarak tengah vertikal menggunakan 202,5 mm.

$$N_{tp} = 74.066,4 \text{ kg}$$

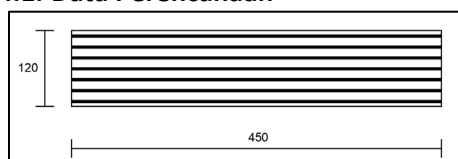
$$N_{maks} = 2.378,6061 \text{ kg}$$

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

74.066,4 > 2.378,6061 maka pola baut cukup kuat.

4.4. Bantalan Elastomer

4.4.1. Data Perencanaan



Gambar 12. Bantalan Elastomer

Sumber : Hasil Perencanaan,2025

Mutu Plat baja = 240 Mpa
 Mutu Elastomer = 0,55 Mpa
 Dimensi = 450 x 450 x 120 mm
 Tebal cover = 5 mm
 Tebal lapisan = 15 mm
 Tebal plat baja = 2,8 mm
 Jumlah lapisan = 6 buah
 Tebal total = 119,6 mm = 120 mm

4.4.2. Kontrol Elastomer

1. Faktor bentuk
 $4 < S < 12$ (AASHTO LRFD 2007)

$$S = \frac{A}{l_p \cdot h_{ri}} = \frac{450 \times 450}{(1800 \times 15)} = 7,5 \text{ (OKE)}$$
2. Deformasi Geser

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

$$100 \geq 100 \text{ mm (OKE)}$$
3. Cek Rotasi

$$\sigma_s \geq 0,5 G.S \left(\frac{L}{h_{ri}} \right)^2 \frac{\theta_{s \cdot x}}{n}$$

$$\sigma_s \geq 0,5 \times 0,55 \times 7,5 \times \left(\frac{450}{15} \right)^2 \frac{0,005}{6}$$

$$1,568 \geq 1,547 \text{ Mpa (OKE)}$$
4. Cek Stabilitas

$$H \leq L/3$$

$$119,6 \leq 450/3$$

$$119,6 \leq 150 \text{ (OKE)}$$

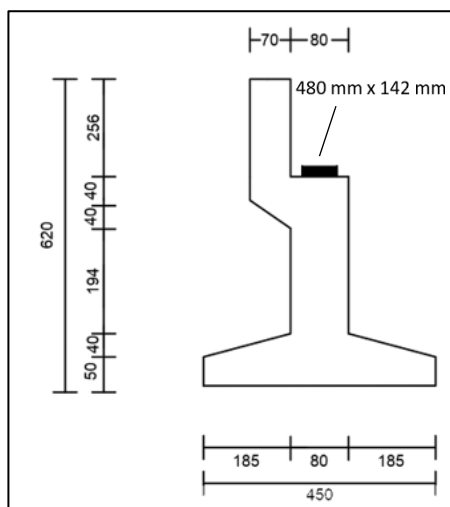
$$H_{cover} \leq 0,7 \times h_{ri}$$

$$H_{cover} \leq 0,7 \times 15$$

$$5 \text{ mm} \leq 10,5 \text{ mm (OKE)}$$

4.5. Perencanaan Abutment

4.5.1. Data Perencanaan



Gambar 13. Dimensi Abutment
 Sumber : Hasil Perencanaan, 2025

Panjang = 8 m
 Lebar atas = 1,5 m
 Lebar bawah = 4,5 m
 Tinggi = 6,2 m
 Kedalaman = 19,2 m
 Tekanan konus (qc) = 163 kg/cm²
 Sudut geser = 45°
 Mutu Beton = 30 MPa
 BSV beton = 2308,7 kg/m³
 BSV tanah = 1755 kg/m³

4.5.2. Kombinasi Pembebanan

1. Beban vertikal

$$\sum V = 989.360,646 \text{ kg}$$

$$\sum M_v = 2.425.573,197 \text{ kg.m}$$
2. Beban horizontal

$$\sum H = 302.964,278 \text{ kg}$$

$$\sum M_H = 1.015.397,194 \text{ kg.m}$$

4.5.3. Kontrol Stabilitas

1. Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{2.425.573,197}{1.015.397,194} = 2,376 > 1,5 \text{ (OKE)}$$
2. Stabilitas terhadap geser

$$SF = \frac{\sum V \cdot \tan \theta}{\sum H} = \frac{989.360,646 \times \tan 30}{302.964,278} = 1,885 > 1,5 \text{ (OKE)}$$
3. Stabilitas terhadap eksentrisitas

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

$$= \left(\frac{1}{2} \times 4,5 - \frac{2.425.573,197 - 1.015.397,194}{989.360,646} \right) < \left(\frac{1}{6} \times 4,5 \right)$$

$$= 0,581 < 0,75 \text{ (OKE)}$$
4. Stabilitas terhadap tegangan tanah

$$Q_{ijin} = \frac{qu}{3} = \frac{6.955.783,1984}{3} = 2.318.594,399 \text{ kg/m}^2$$

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

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

$$48771,816 < 2.318.594,399 \text{ (OKE)}$$

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

$$6.192,665 < 2.318.594,399 \text{ (OKE)}$$

4.6. Perencanaan Pondasi

4.6.1. Data Perencanaan

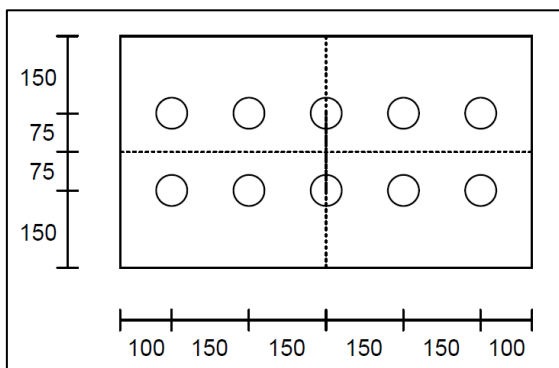
Kedalaman = 19,2m
 Tekanan Konus = 163 kg/cm²
 JHP = 1092 kg/cm
 Panjang tiang = 13m
 Diameter tiang = 60 cm
 Mutu baja = 360 MPa

Mutu beton = 60 MPa
 BJ beton = 2377,4 kg/m³
 Beban vertikal = 989.360,646 kg
 Momen vertikal = 2.425.573,197 kg.m

Tabel 1. Data Sondir

kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)	jhp (kg/cm)
18	86	966
18,2	88	986
18,4	112	1004
18,6	136	1024
18,8	148	1046
19	152	1068
19,2	163	1092
19,4	165	1102
19,6	172	1145
19,8	188	1199
20	190	1205

Sumber: Data Perencanaan Proyek



Gambar 14. Denah Pondasi Tiang Pancang

Sumber : Hasil Perencanaan,2025

4.6.2. Daya Dukung Tiang Pancang

- Berdasarkan kekuatan material bahan
 $\phi P_n maks$
 $= 0,85 \cdot \phi [(0,85 \cdot f_c \times (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st})]$
 $= 0,85 \times 0,7 [(0,85 \times 60 \times (282600 - 200,96) + 360 \times 200,96)]$
 $= 8.612.444,501 \text{ N} = 8.612,445 \text{ kN}$
 $= 861,245 \text{ ton}$
- Berdasarkan kemampuan terhadap kekuatan tanah
 Kedalaman = 19,2 m
 $q_c = 163 \text{ kg/cm}^2$
 $K_a = 3,14 \times 60 = 188,4 \text{ cm}$
 $P_a = \frac{q_c \times A_g}{3} + \frac{K_a \times JHP}{5}$
 $= \frac{163 \times 2826}{3} + \frac{188,4 \times 1092}{5}$

$$= 194.692,56 \text{ kg}$$

$$= 194,69256 \text{ ton}$$

Daya dukung berdasarkan kekuatan tanah:

$$B_{S_{Tiang}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \times 13 \times 2,3774$$

$$= 8,734 \text{ ton}$$

$$Q_{sp} = 194,69256 - 8,734 \text{ ton}$$

$$= 185,9586 \text{ ton}$$

3. Perhitungan jumlah tiang pancang

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

$$= \frac{989,361}{185,9586}$$

$$= 5,32 \rightarrow 10 \text{ buah}$$

Maka digunakan 10 buah tiang pancang

4. Perhitungan efisiensi kelompok tiang pancang

$$\theta = \text{Arc.tan} \frac{d}{s}$$

$$= \text{Arc.tan} 60/150$$

$$= 21,801$$

$$\eta = 1 - \frac{21,801}{90} \left[\frac{(5-1)2 + (2-1)5}{2 \times 5} \right]$$

$$= 0,685$$

$$\text{Daya dukung tiang} = \eta \times Q_{sp}$$

$$= 0,685 \times 184,95856$$

$$= 127,382 \text{ ton}$$

5. Kekuatan tiang pancang menerima gaya eksentrisitas

Diketahui:

$$\sum V = 989.360,646 \text{ kg}$$

$$= 989,361 \text{ ton}$$

$$\sum M_v = \sum M_x = 774.360,368 \text{ kg.m}$$

$$= 774,36 \text{ ton.m}$$

$$N_x = 5$$

$$N_y = 2$$

$$X_{max} = 3$$

$$Y_{max} = 0,75$$

$$\sum X^2 = 2 \times 2 \times (3)^2 + 2 \times 2 \times (1,5)^2$$

$$= 45 \text{ m}^2$$

$$\sum Y^2 = 5 \times 2 \times 0,75^2$$

$$= 5,625 \text{ m}^2$$

Maka, kekuatan tiang pancang:

$$P = \frac{\sum V}{n} \pm \frac{\sum M_x \times Y_{max}}{N_x \times \sum Y^2}$$

$$P_{max} = \frac{989,361}{10} + \frac{774,36 \times 0,75}{5 \times 5,625}$$

$$= 119,568 \text{ ton}$$

$$P_{min} = \frac{989,361}{10} - \frac{774,36 \times 0,75}{5 \times 5,625}$$

$$= 78,287 \text{ ton}$$

$$P_{max} < Q_{tiang}$$

$$119,568 \text{ ton} < 127,382 \text{ ton} \quad (\text{OKE})$$

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Beban yang bekerja pada plat lantai jembatan gandu boyolali adalah untuk beban mati didapatkan beban air hujan 100 kg/m, beban aspal 175,110 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 26.325 kg.
2. Dimensi tulangan plat lantai jembatan Gandu Boyolali adalah untuk tulangan memanjang $\varnothing 12 - 250$ dengan mutu $f_y 280$ MPa dan tulangan melintang $\varnothing 14 - 100$ dengan mutu $f_y 280$ MPa.
3. Balok gelagar pada jembatan Gandu menggunakan baja konstruksi Bj 52 = $f_y 360$ MPa dengan tinggi 224 cm, flens atas 12 cm dan bawah 12 cm, dengan masing – masing badan flens memiliki tebal 4 cm, dan tebal badan 4 cm.
4. Abutment pada jembatan Gandu Boyolali menggunakan mutu beton $f_c 30$ MPa dengan tinggi 6,2 m, panjang abutment 8 m, lebar atas abutment 1,5 m, dan lebar bawah abutment 4,5 m.
5. Pondasi pada jembatan Gandu Boyolali menggunakan tipe pondasi tiang pancang dengan mutu beton $f_c 60$ MPa, tinggi 13 m, dan diameter 60 cm sejumlah 10 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] Pratama, M.S.Y., Warsito, W., & Ingsih. I.S., “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Tipe Warren Truss Dengan Metode Lrfd Pada Jembatan Sempu Kab. Boyolali Jawa Tengah,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 14, No. 1, Hlm. 83–84, 2024.
- [2] Anggraini, A.S., Warsito, W., Suprpto, B., “Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Dengan Struktur Rangka Baja Type Pratt Pada Jembatan Petak Kabupaten Nganjuk,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 10, No. 1, Hlm. 24–36, 2021.
- [3] Indrawan, I., Warsito, W., Suprpto, B., “Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Glagar Komposit Sta 4+195 Pada Proyek Jalur Lintas Selatan (JLS) Lot 9 (Simpang Balekambang Kedung Salam) Kabupaten Malang,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 6, No. 2, Hlm. 208–215, 2023.
- [4] Setiawan, A., Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD, Jakarta: Erlangga, 2013.
- [5] Pratama, M.S.Y., Warsito, W., & Ingsih. I.S., “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Tipe Warren Truss Dengan Metode Lrfd Pada Jembatan Sempu Kab. Boyolali Jawa Tengah,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 14, No. 1, Hlm. 83–84, 2024.
- [6] Saraswati, M. D., Warsito, W., Suprpto, B., “Studi Perencanaan Dengan Metode Komposit Pada Jembatan Desa Parakan Kabupaten Trenggalek,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 9, No. 2, Hlm. 131–140, 2021.
- [7] Afiyak, M., Warsito, W., Suprpto, B., “Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Dengan Sistem Rangka Baja Pada Jembatan Morowudi I Kabupaten Gresik,” *Jurnal Rekayasa Sipil (E-Journal)*, Vol. 7, No. 1, Hlm. 53–63, 2019.