

STUDI ALTERNATIF PRENCANAAN JEMBATAN GLAGAR KOMPOSIT STA 4+195 PADA PROYEK JALAN JALUR LINTAS SELATAN (JLS) LOT 9 (SIMPANG BALEKAMBANG – KEDUNG SALAM) KABUPATEN MALANG

Indrawan¹ Warsito² Bambang Suprpto²

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: alghaydaIndra@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: mastok56@gmail.com

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: warsito@unisma.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan Jalan Jalur Lintas selatan LOT 9 ini merupakan salah satu sarana untuk mempermudah akses di kawasan Malang selatan serta menjadi akses utama menuju sejumlah pantai di Kabupaten Malang sisi selatan. Seperti Pantai Kondang Merak, Pantai Kondang Iwak dan beberapa pantai lainnya. Pada tugas akhir ini saya akan membahas salah satu jembatan yang ada di jalan jalur lintas selatan atau di Jl Kondang merak, merupakan salah satu jalan di daerah tersebut.

Pada Tugas akhir ini saya akan menggunakan alternatif perencanaan komposit. Dari hasil perencanaannya di dapatkan dimensi plat lantai kendaraan : 1528,43 kg/m, beban sendiri gelagar : 1321,155 kg/m, beban hidup : 2602 kg/m beban garis "P" : 12348 kg, beban angin : 666,435 kg/m, sebab gaya rem, 3876,5 kg. Dimensi tulangan lantai kendaraan menggunakan mutu beton $f_c' = 30$ Mpa dengan tebal plat beton: 0,20 m, dan menggunakan tulangan rangkap D14 - 100 mm. Dimensi Gelagar tinggi 168 cm, lebar flens atas bawah 60 cm, tebal badan flens 3 cm, dan tebal Flens 9 cm. Perencanaan abutmen dengan tinggi 8 m, panjang abutmen 6 m dan lebar jembatan yaitu 9 m. Pondasi yang dipakai adalah pondasi tiang pancang dengan kedalaman 12 meter, diameter luar 50 cm dan jumlah pondasi total yang adalah 15 buah sehingga dipakai tulangan pokok sebesar 12D19 dan tulangan spiral sebesar D19 - 200.

Kata Kunci: Jembatan JLS Lot 9 Plate Girder, komposit, Tiang Pancang

SUMMARY

The construction of the Southern Route LOT 9 is one of the means to facilitate access in the southern Malang area as well as being the main access to a number of beaches in the southern Malang Regency. Such as Kondang Merak Beach, Kondang Iwak Beach and several other beaches.

In this final project I will discuss one of the bridges on the southern causeway or on Jl Kondang Merak, which is one of the roads in the area.

In this final project I will use alternative composite planning. From the planning results, the dimensions of the vehicle floor plate are obtained: 1528.43 kg/m, girder self-load: 1321.155 kg/m, live load: 2602 kg/m "P" line load: 12348 kg, wind load: 666.435 kg/m, because of the braking force, 3876.5 kg. The dimensions of the vehicle floor reinforcement use concrete quality $f_c' = 30$ MPa with a concrete plate thickness of: 0.20 m, and use D14 - 100 mm double reinforcement. The dimensions of the girder are 168 cm high, the top and bottom flange width is 60 cm, the flange body thickness is 3 cm, and the flange thickness is 9 cm. Planning abutments with a height of 8 m, abutment length of 6 m and a bridge width of 9 m. The foundation used is a pile foundation with a depth of 12 meters, an outer diameter of 50 cm and the total number of foundations is 15 pieces so that the main reinforcement is 12D19 and spiral reinforcement is D19 - 200.

Keywords: JLS Lot 9 Plate Girder Bridge, composite, Pile

PENDAHULUAN

Latar belakang

Pembangunan jalan nasional merupakan salah satu sarana untuk mempermudah transportasi di suatu pulau. Proyek jalan jalur lintas selatan (jls) lot 9 simpang balekambang – kedung salam kabupaten malang merupakan salah satunya di mana terbentang sepanjang 17,86 kilometer dengan diklasifikasikan merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dan Pembangunan Jalan Jalur Lintas selatan LOT 9 ini merupakan salah satu sarana untuk mempermudah akses di kawasan Malang selatan serta menjadi akses utama menuju ke sejumlah pantai di Kabupaten Malang sisi selatan

Kondisi awal jembatan ini memiliki bentang jembatan 60 meter dan lebar jembatan 10 meter dan jembatan ini menggunakan gelagar prategang dengan profil PCI girder. Pada pengerjaan ini menggunakan profil yang langsing sehingga rentan terjadi kegagalan atau keretakan pada beton ketika pengangkatan dan juga dibutuhkan pengontrolan yang ketat di setiap pemasangan. Maka karena itu saya ingin merencanakan ulang konstruksi dari jembatan ini menggunakan alternatif komposit.

Identifikasi masalah

1. Mencoba menggunakan alternatif struktur jembatan komposit pada perencanaan awal jembatan yang menggunakan gelagar PCI girder.
2. Dikarena perencanaan awal jembatan menggunakan PCI girder maka Penampang akan di ganti dengan pemampang baja yang lebih hemat jika dibandingkan dengan penggunaan balok tanpa komposit.
3. Tidak perlu menggunakan tendon pada perencanaan jembatan komposit.

Rumusan masalah

1. Berapa besar pembebanan yang terjadi pada jembatan kalipang?
2. Berapa tebal lantai kendaraan jembatan dan penulangan?
3. Berapa dimensi gelagar jembatan kalipang?
4. Berapa jumlah sheer connector pada jembatan kalipang?
5. Berapa dimensi abutmen pada jembatan kalipang?
6. Berapa dimensi pondasi jembatan kalipang?

Tujuan dan manfaat

Tujuan

1. Mengetahui pembebanan yang terjadi pada jembatan kalipang.
2. Mengetahui tebal pada lantai kendaraan dan tulangan jembatan.
3. Menghitung dimensi gelagar pada jembatan kalipang.
4. Menghitung jumlah sheer connector jembatan.
5. Mengetahui dimensi abutmen pada jembatan kalipang.
6. Menghitung dimensi pondasi jembatan.

Manfaat

1. Bagi penulis dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang telah diajarkan dan dipelajari selama duduk di bangku perkuliahan ke dalam perencanaan sebuah struktur jembatan.
2. Bagi pembaca dapat memberikan tambahan referensi dalam perencanaan jembatan khususnya mahasiswa Universitas Islam Malang dalam menyusun tugas akhir yang berkaitan dengan perencanaan jembatan.
3. Bagi instansi terkait bisa dijadikan bahan masukan alternatif untuk merencanakan jembatan lainnya.

Lingkup Pembahasan

1. Perencanaan Lantai Kendaraan
2. Perhitungan Trotoar Dan Sandaran.
3. Perencanaan Gelagar Induk (Plate Girder)
4. Perhitungan Shear Connector
5. Perencanaan Perletakan.
6. Perhitungan Abutment
7. Perhitungan Pondasi

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan umum

Jembatan merupakan konstruksi yang berfungsi untuk meneruskan jalan suatu daerah yang dipisahkan oleh rintangan dapat berupa jurang, sungai, rel kereta dan lain-lain. Sehingga dapat memudahkan kendaraan dan pejalan kaki untuk melintas dengan aman.

Jembatan Komposit

Jembatan komposit (composite bridge) merupakan konstruksi gabungan dari material yang berbeda, dimana ada kerja sama antar keduanya dalam memikul beban.

Pembebanan pada jembatan

Dalam pembahasan ini dipakai peraturan perencanaan teknik jembatan (SNI 1725–2016) dan selanjutnya akan dibahas jenis beban yang bekerja pada jembatan jalan raya yaitu :

1. Beban permanen
2. Beban hidup (beban lalu lintas)
3. Aksi lingkungan

Plat lantai kendaraan

Plat merupakan struktur bidang permukaan yang lurus/datar/ melengkung dengan tebal jauh lebih kecil dari dimensi struktur lain disekitarnya

Dinding sandaran (*concrete barrier*)

Tiang sandaran dianggap balok konsol yang ditumpu pada plat trotoir. Beban yang bekerja menurut Peraturan Pembebanan untuk Jembatan (RSNI T-02-2005), tiang-tiang sandaran harus diperhitungkan untuk dapat menahan beban horisontal sebesar 100 kg/m'.

Perencanaan plate girder

Tebal badan girder bisa diambil dari persamaan :

$$\text{Apabila nilai } \frac{a}{h} > 1,5 \quad \frac{h}{t_w} \leq \frac{95000}{\sqrt{f_y}(f_y+115)} \quad \text{Apabila nilai } \frac{a}{h} \leq 1,5 \quad (1)$$

Sambungan plate girder

Setiap struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan pengencang. Salah satu alat pengencang disamping las yang cukup populer adalah baut terutama baut mutu tinggi.

Alat penghubung geser (*Shear Connector*)

Shear connector adalah alat penghubung geser yang diletakkan sedemikian rupa pada bidang kontak antara baja dengan beton agar kedua bahan tersebut dapat bekerja sama sebagai satu kesatuan dalam memikul beban. Fungsinya yaitu untuk memindahkan gaya geser dari beton ke baja atau untuk memikul gaya geser yang terjadi pada bidang geser.

Kontrol lendutan

$$\text{Lendutan maksimum yang diijinkan : } \Delta_{max} = \frac{L}{360} \quad (2)$$

Perencanaan Tiang pancang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) merupakan bagian dari struktur pada bangunan yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Jembatan yang di rencanakan berada pada proyek JLS LOT 9 STA 4+195, jembatan melintasi Hutan, Tulungrejo, Donomulyo, Malang, Jawa Timur. Titik koordinat 8°23'18.8"S 112°29'10.8"E, simpang balekambang – kedung salam kabupaten malang

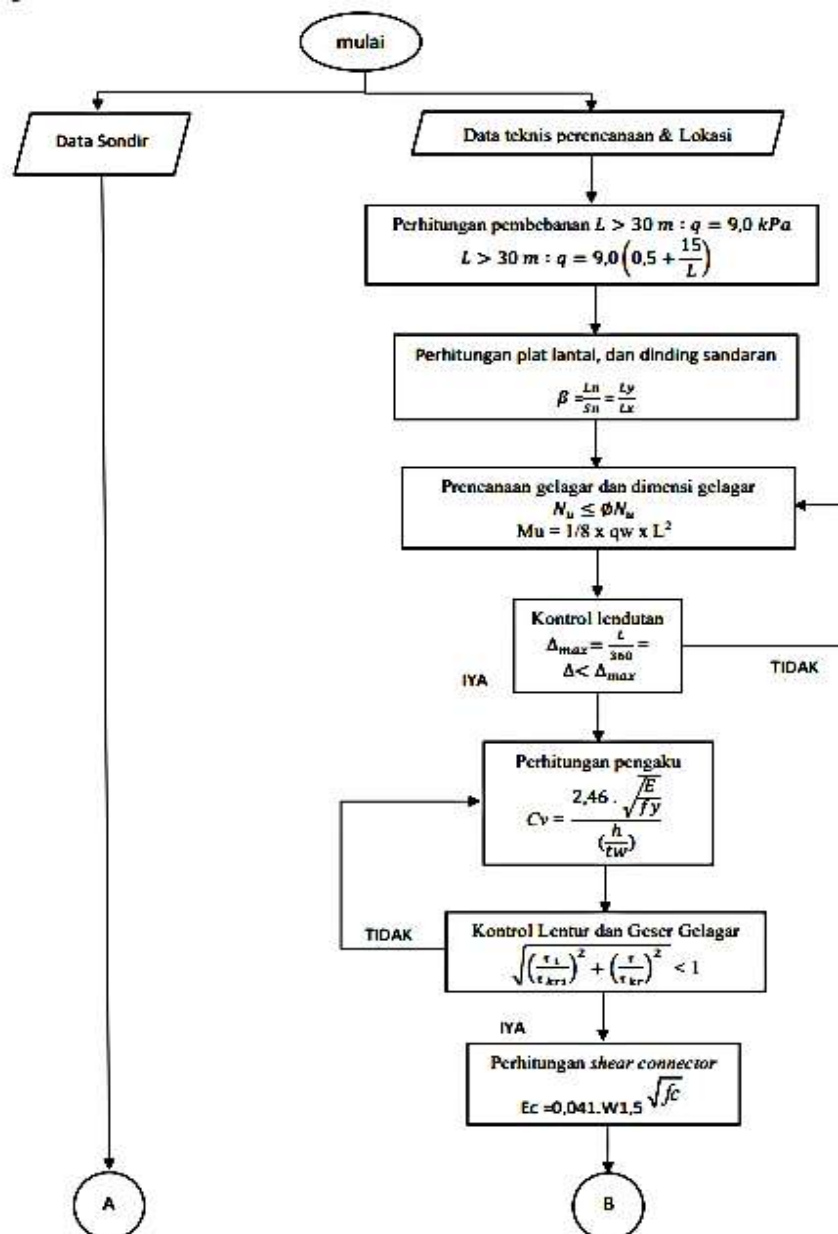


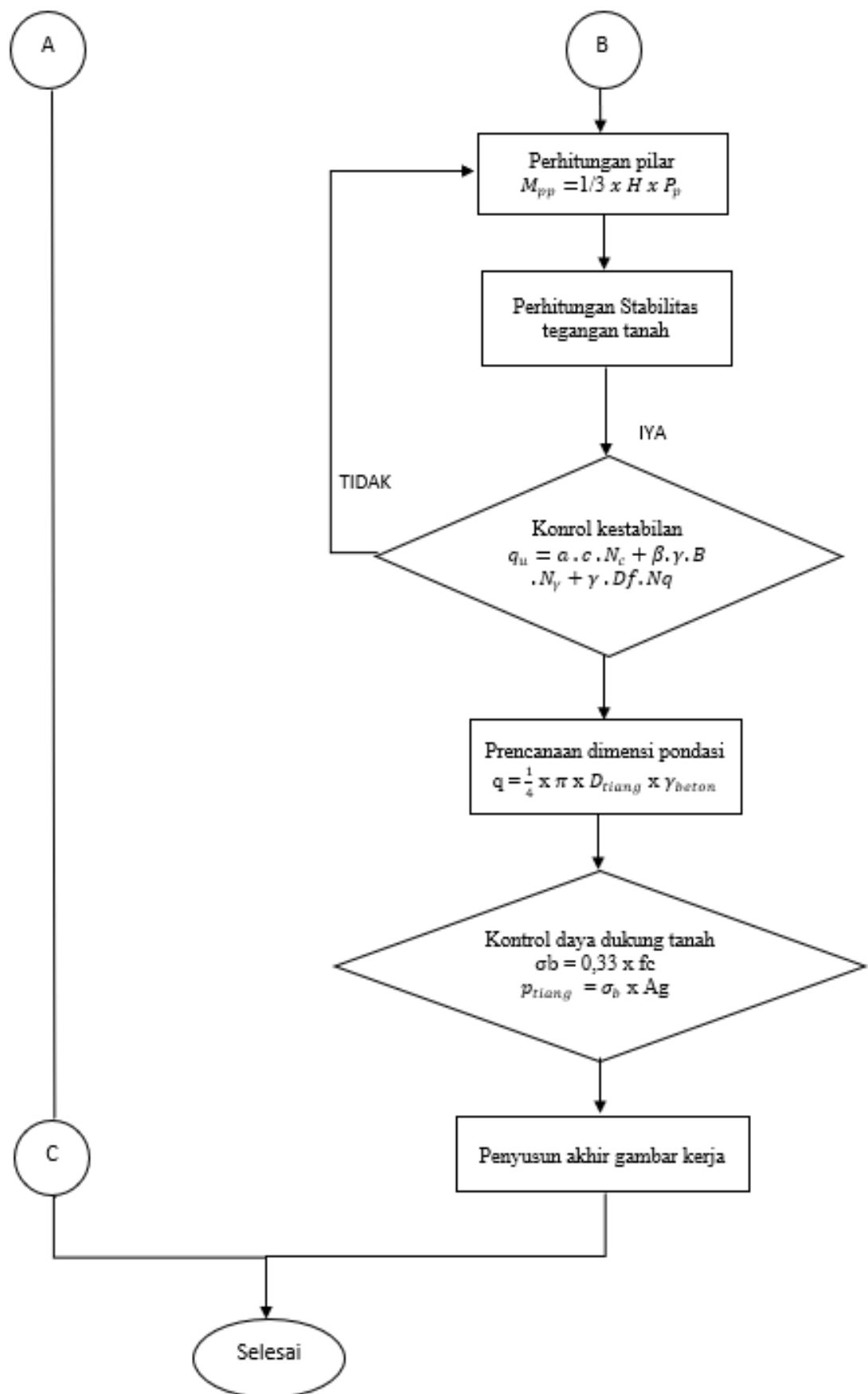
Gambar 1 lokasi penelitian (sumber : google eart)

Metode Pengambilan Data

Data Primer diperoleh dari hasil observasi lapangan yang di lakukan pada proyek JLS LOT 9 STA 4+195, Data Sekunder di peroleh dari buku, literatur-literatur yang membahas pedoman perencanaan jembatan komposit.

Diagram alir

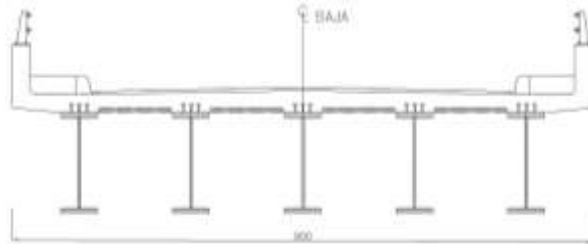




HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Struktur

Kelas Jembatan	= Kelas 3	Bentang jembatan	= 40 m
Lebar Jembatan	= 9 m	Lebar Lantai kendaraan	= 7 m
Lebar Trotoar	= 1 m	Tebal plat lantai kendaraan	= 0,20 m



Gambar 2, Rencana Potongan Melintang Jembatan
(Sumber : gambar perencanaan)

Pembebanan Lantai Kendaraan

1. Beban mati (q_1) = 849,125 Kg/m
2. Beban Hidup (T) Pult atau Beban T = $1,8 \times 14625 = 26325$ kg

Momen Akibat Beban Hidup



Gambar 3, Koefisien Momen
(Sumber : gambar perencanaan)

Momen maksimum pada tumpuan	$M_B = M_F$	$= -1/10 \times q_1 \times L^2$	= -275,117 Kg.m
Momen maksimum pada lapangan	$M_{AG} = M_{FG}$	$= 1/11 \times q_1 \times L^2$	= 250,11 Kg.m
Momen kantilever	$M_A = M_B$	$= 1/2 \times q_1 \times L^2$	= 424,56 Kg.m

Momen Akibat Beban Hidup

$$M_T = M_L = 0,8 \times \frac{1,80 + 0,6}{10} \times 26325 = 5054,4 \text{ kg.m} = 4422,6 \text{ kg.m}$$

Penulangan memanjang plat lantai (y)

- a. Penulangan pada tumpuan Di pakai tulangan pokok D14 – 100
- b. Penulangan pada lapangan Di pakai tulangan pokok D14 – 100

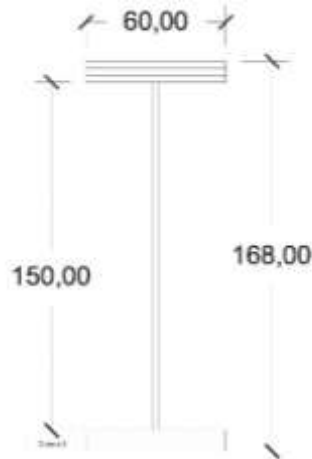
Penulangan memanjang plat lantai (x)

Digunakan tulangan D12 – 250 ; $A_s = 452 \text{ mm}^2$

Perencanaan Sandaran

Tinggi dinding sandaran	= 0,9m	Jarak tiang sandaran	= 2 m
Tebal selimut	= 20 mm	Diameter tulangan utama	= 12 mm
Tinggi sandaran (d)	= 174 mm		
Dipakai tulangan pokok $2\emptyset 12 = 226,2 \text{ mm}^2$ dan Dipakai tulangan bagi $8\emptyset - 150 = 188,5 \text{ mm}^2$			

Perencanaan Gelagar Induk



Gambar 4, Dimensi Profil
(Sumber : gambar perencanaan)

Pembebanan

1. Beban mati : $M_{maksimum} = 314056 \text{ kg.m}$ $D_{maksimum} = 31405,6 \text{ kg}$
2. berat sendiri gelagar induk (qd): $M_{max} = 264231 \text{ kg.m}$ $D_{max} = 26423,1 \text{ kg}$
3. Berat diafragma : $M_{maksimum} = 8628,4 \text{ kgm}$ $D_{maksimum} = 754,985 \text{ kg}$
4. Beban hidup : $ML = 520363,4 \text{ kgm}$ $DL = 520363,4 \text{ kg}$
5. Akibat beban garis "P" (SNI 1725-2016) [1] : $P = 12348 \text{ kg}$
6. Beban angin : $M_{maks} = 133287 \text{ Kg.m}$ $D_{maks} = 13328,7 \text{ Kg}$
7. gaya rem (PR) : $PR = \frac{1}{2} \times 7753 = 3876,5 \text{ kg}$

Perencanaan Shear connector

karena memakai 3 stud/paku maka total paku yang digunakan adalah : $120 \times 3 = 360$ buah.
Jadi, total shear connector yang dibutuhkan untuk satu gelagar adalah : $360 \times 2 = 720$ buah

Perencanaan Bantalan Elastomer

Lebar (W)	= 600 mm	(BMS Section 7; Tabel2. 4(j)) [2]
Panjang (L)	= 600 mm	Tebal = 247 mm
(hri)	= 18 mm	Lapisan penutup (hcover) = 6 mm
Jumlah lapisan (n)	= 10 buah	f_y pelat = 290 Mpa

Perhitungan Abutment

Panjang total (L)	= 40 m	Lebar jembatan	= 9 m
Lebar (b) atas	= 1,3 m	Lebar (b) bawah	= 6 m
Tinggi (h)	= 8 m	Berat satuan volume beton	= 2400 kg/m ³
Berat satuan volume tanah	= 1755 kg/m ³		

Perhitungan Pembebanan

Diketahui dari hasil perhitungan sebelumnya :

R	= 740660,76kg	R_m	= 370330,38 kg
RP	= 68299,88 kg	RP	= 136599,75 Kg
RTotal	= 575442,1 kg		

Kombinasi pembebanan

Beban Vertikal		Beban horizontal	
ΣV	= 1030324,4 kg	ΣH	= 183357,1 kg
ΣMV	= 3443129,410 kg.m	ΣMH	= 472568,16 kg.m

Kontrol stabilitas

Stabilitas terhadap guling

$$SF = \frac{\Sigma MV}{\Sigma MH} = \frac{3259940,229}{439046,89} = 7,43 > 1,5 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas Terhadap Geser

$$SF = \frac{\Sigma V \cdot \tan \theta}{\Sigma H} = \frac{984836,2 \times \tan 32^\circ}{172306,2} = 3,572 > 1,5 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas Terhadap Eksentrisitas

$$e = \frac{1}{2} \cdot B - \frac{\sum MV - \sum MH}{\sum V} < \frac{1}{6} \cdot B = 3 - 2,864 = 0,14 < 1 \quad (\text{OK})$$

Stabilitas Terhadap Tegangan Tanah

$$Q_{\max} = 20,858 \text{ ton/m}^2 < Q_{\text{ijin}} = 38,723 \text{ ton/m}^2 \quad (\text{OK})$$

Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Diameter tiang pancang = 50 cm = 0,5 m

Panjang tiang pancang = 12 m (Data hasil test sondir)

Gaya Vertikal = 1030324,4 kg = 1030,324 ton

Gaya Horizontal = 183357,1 kg.m = 228,869 ton

Berat tiang pancang :

$$q = \frac{1}{4} \times \pi \times D_{\text{tiang}} \times \gamma_{\text{beton}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,5 \times 2400 = 942 \text{ kg/m}$$

Momen yang terjadi :

$$M_1 = \frac{1}{2} \times q \times a^2 = 16956 \text{ kg/m}$$

Tulangan lentur : Ø Dipakai rencana diameter tulangan : 16 D19

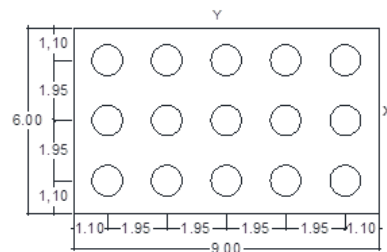
Tulangan geser : Untuk tulangan geser menggunakan tulangan spiral D19 – 200

Perhitungan Jumlah Tiang Pancang

$$n = \frac{\sum V}{Q_{sp}} = \frac{984,84}{92,4} = 10,658 = 11 \text{ buah dan di pakai 15 buah}$$

Perhitungan Kontrol Jarak Antar Tiang

Jarak antar tiang yang di ambil adalah 195 cm



Gambar 5, Kontrol jarak antar tiang di seluruh pilar
(Sumber : gambar perencanaan)

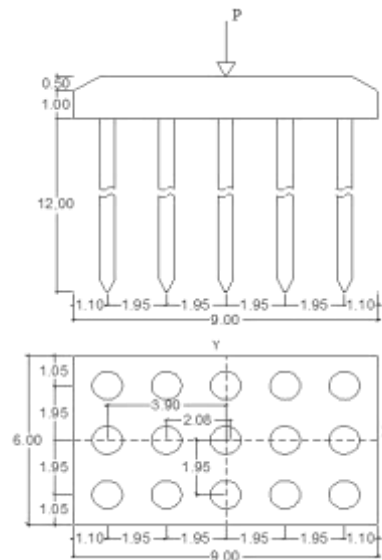
Perhitungan Efisiensi kelompok tiang pancang

$$\eta = 1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ} \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \cdot n} \right)$$

Maka, daya dukung tiang :

$$\begin{aligned} \text{Daya dukung} &= \eta \times Q_{sp} \\ &= 0,85 \times 92,4 = 78,62 \text{ ton} \end{aligned}$$

Kekuatan Tiang Pancang Mennerima Gaya Eksentrisitas



Gambar 6, Gaya eksentrisitas tiang pancang
(Sumber : gambar perencanaan)

Maka, kekuatan tiang pancang dalam satu pilar :

$$P_{max} = \frac{\sum V}{np} \pm \frac{\sum MH.X_{max}}{ny.\sum X^2}$$

$$= \frac{984,84}{15} \pm \frac{172,306 \times 3}{3 \times 114,075^2} = 91,67 \text{ ton}$$

$$Q_{tiang} = 78,62 \text{ ton} \geq P_{max} = 65,67 \text{ ton}$$

OK

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada Studi Alternatif Perencanaan Bentang Tengah Jembatan Komposit Sta 04+195 Pada Proyek jalan, jalur lintas selatan (JLS) simpang balekambang - kedungsalam maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Besar beban yang bekerja terhadap struktur jembatan adalah , Berat plat lantai kendaraan: 1528,43 kg/m, Beban sendiri gelagar : 1321,155 kg/m, beban hidup : 2602 kg/m dan beban garis "P" : 12348 kg. Sedangkan untuk beban sekunder didapat Beban angin : 666,435 kg/m dan akibat Gaya rem : 3876,5 kg.
2. tebal plat lantai kendaraan: 20 cm, dan menggunakan tulangan rangkap D14 - 100 mm.
3. Dimensi gelagar induk adalah tinggi gelagar 168 cm, lebar flens atas dan bawah 60 cm, tebal web gelagar 3 cm, dan tebal flens atas dan bawah 9 cm.
4. Dari hasil perhitungan yang diperoleh jumlah shear connector untuk satu panjang gelagar sebanyak 720 buah. dengan pembagian menjadi 3 baris stud.
5. Dimensi abutmen dengan tinggi 8 m, panjang abutmen sesuai dengan lebar jembatan yaitu 9 m dan lebar bagian bawah abutmen 6 m, dan lebar bagian atas abutmen 1,85 m.
6. Dimensi pondasi adalah diameter luar 50 cm, dengan kedalaman 12 meter. jumlah pondasi total adalah 15 buah, dengan tulangan pokok sebesar 12D19 dan tulangan spiral sebesar D19-200.

Saran

1. Dalam merencanakan jembatan dapat menggunakan alternatif lain yaitu gelagar Prestressed Concrete Institute (PC-I) atau box girder dengan mempertimbangkan lokasi dan bentang jembatan yang akan direncanakan.
2. Pemilihan jenis pondasi pada perencanaan ini adalah pondasi tiang pancang, adapun alternatif lain dari perencanaan pondasi ini adalah pondasi bore pile dengan mempertimbangkan kondisi tanah dan keefisiensi dalam perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, S., 2016, SNI 1725 Pembebanan untuk jembatan .pdf.
- [2] Bambang, S., 2015, Buku Mekanika Tanah, Teori, Soal Dan Penyelesaian | Bukukita.
- [3] Chen, W.-F. & Duan, L., 2014, Bridge engineering handbook: construction and maintenance, CRC press.
- [4] Felsaputra, D.A. & Warsito, 2019, 'Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Nglongsor Kabupaten Trenggalek Dengan Menggunakan Konstruksi Plate Girder', Jurnal Rekayasa Sipil, 5(2), 90-102.
- [5] Istimawan, D., 1994, Struktur Beton Bertulang, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6] Jacob, P.A., Justin, S. & Shanthi, R.M., 2019, 'Development Of Efficiency Based Standards For Optimum Design Of Stiffened Plate Girders'.
- [7] Jiang, X., Luo, C., Qiang, X., Kolstein, H. & Bijlaard, F., 2017, 'Effects of Adhesive Connection on Composite Action between FRP Bridge Deck and Steel Girder', Journal of Engineering, 2017, 1-7.