

Analisis Struktur Jembatan Sungai Kampung Tengah Kecamatan Pelayangan Kota Jambi

¹ Suhendra, ² M. Nuklirullah, ³ Ilham Fadel Muhammad

^{1,2}Dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

³Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi

Email : suhendra_domas@yahoo.com

Abstrak

Jembatan Sungai Kampung Tengah merupakan jembatan yang berada pada area lahan persawahan yang memiliki panjang jembatan 300 meter dengan panjang bentang 10 meter dan lebar 3 meter, jembatan yang difungsikan untuk perlintasan kendaraan maksimum gerobak motor roda 3 yang mengangkut hasil pertanian. Analisis ini bertujuan mendesain ulang suatu jembatan yang ada di Sungai Kampung Tengah Kecamatan Pelayangan Kota Jambi dengan menggunakan peraturan pembebanan jembatan terbaru yaitu SNI 1725:2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan, dan untuk perhitungan konstruksi beton menggunakan peraturan Manual Konstruksi dan Bangunan No.009/BM/2008 tentang Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan. Dari data *existing* jembatan tersebut menggunakan 3 buah gelagar memanjang dengan panjang 10m, berdasarkan analisa perhitungan jembatan dengan menggunakan peraturan tersebut didapatkan jembatan tersebut dapat menggunakan 2 gelagar memanjang pada jembatan tersebut, yang ini juga dapat berakibat pada pengurangan beban dari struktur atas terhadap struktur bawah jembatan tersebut.

Kata Kunci : Analisa Beban, Analisa Struktur, Gambar Desain.

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan prasarana utama dalam menghubungkan 2 (dua) bagian yang terputus yang diakibatkan suatu rintangan yang tidak bisanya dibungun jalan secara konvensional, namun juga jembatan bukan hanya untuk menyeberangkan orang atau pun kendaraan yang selama ini kita ketahui akan tetapi kebutuhan jembatan untuk menghubungkan saluran perpipaan air, minyak, maupun gas, dan ada pula yang menghubungkan suatu aliran air yang menyerupai sungai seperti yang ada di negara-negara Eropa

Pada jembatan tersebut di lihat dari segi penggunaannya, jembatan tersebut diperuntukan untuk beban kendaraan ringan seperti motor atau pun grobak motor yang hanya memiliki muatan 1000 Kg, tetapi menggunakan hingga 3 gelagar yang dapat memikul beban lebih besar, maka dari itu perlunya melakukan perhitungan ulang sehingga mengetahui keefesiensinya jembatan tersebut.

Dalam hal ini analisis pada jembatan Sei. Kampung Tengah yang berada pada Kecamatan Pelayangan itu sangat diperlukan untuk menjadi bahan evaluasi dan kajian bersama, yang dimana kondisi alam pada daerah tersebut merupakan area persawahan yang memiliki pintu air untuk jaringan irigasi. Jembatan kelas C yang bertujuan untuk memudahkan pengangkutan hasil tani pada area tersebut.

Landasan Teori

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keSeimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jembatan adalah suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Yang dimaksud jembatan beton adalah bangunan jembatan yang strukturnya

menggunakan beton bertulang khususnya pada bangunan atas (*upper structure*) (Asiyanto,2005). Dan menurut Asiyanto dalam bukunya berjudul Metode Konstruksi Jembatan Beton, secara umum fungsi jembatan apapun sama, yaitu bangunan yang menghubungkan secara fisik untuk keperluan pelayanan transportasi dari tempat ujung satu ke ujung lainnya, yang terhalang oleh kondisi alam atau bangunan lain.

Dalam menganalisis jembatan menggunakan SNI 1725:2016 tentang Pembebanan Untuk Jembatan. Standar ini menetapkan ketentuan pembebanan dan aksi – aksi lainnya yang akan digunakan dalam perencanaan jembatan jalan raya termasuk jembatan pejalan kaki dan bangunan – bangunan sekunder yang terkait dengan jembatan. Butir – butir tersebut di atas harus digunakan untuk perencanaan seluruh jembatan termasuk jembatan bentang panjang dengan bentang utama ≥ 200 m.

Manual Konstruksi dan Bangunan No.009/BM/2008 tentang Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan tahun 2008, dapat digunakan untuk perencanaan jembatan jalan raya maupun jembatan pejalan kaki, dengan menggunakan beton normal (berat isi ± 2400 kg/m³, f_c' antara 20 MPa s.d 60 MPa), beton ringan (berat isi ± 2000 kg/m³, f_c' antara 20 MPa s.d 40 MPa) dan beton bermutu tinggi ($f_c' > 60$ Mpa).

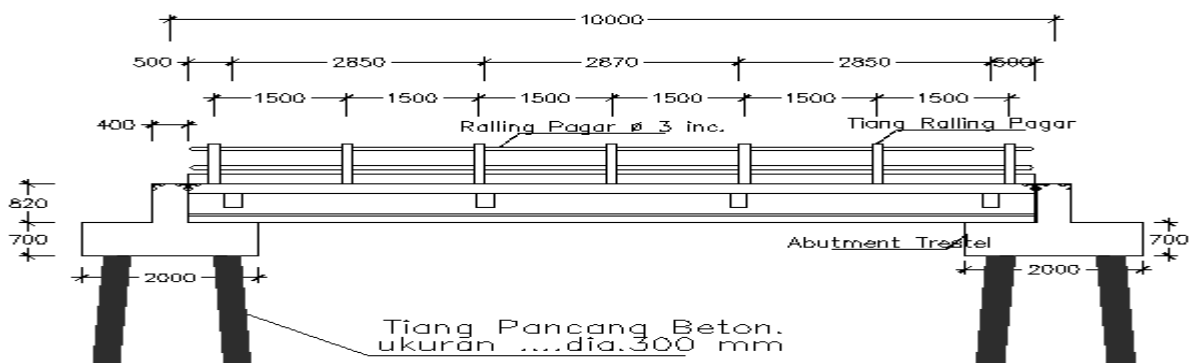
Pondasi diperlukan agar konstruksi dapat aman terhadap geser dan ketidakstabilan tanah, pemilihan pondasi disesuaikan dengan kondisi dan keadaan tanah. Pada Jembatan ini jenis pondasi yang dipilih adalah pondasi tiang pancang dengan diameter 300 mm.

Beban-beban yang diterima oleh pondasi tiang pancang adalah:

- Beban vertikal
- Berat sendiri pondasi
- Stabilitas pondasi tiang pancang

METODE

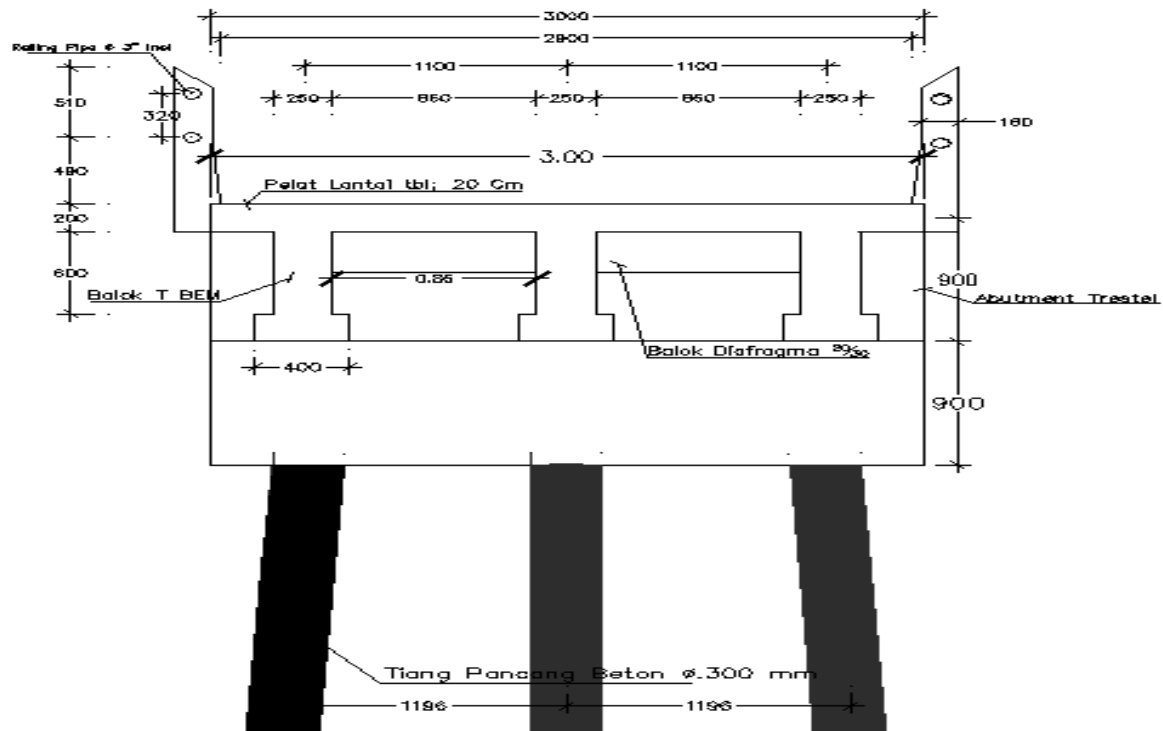
Metode penelitian ini dilakukan menggunakan sebagian desain lama jembatan berupa ukuran penampang yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan ulang jembatan sehingga mendapatkan keefesienan dari jembatan tersebut dengan beban yang kecil. Perencanaan ini menggunakan Peraturan Manual Konstruksi dan Bangunan No. 009/BM/2008 Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan dan pada pembebanan menggunakan peraturan SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Untuk mencapai tujuan tersebut langkah pertama memahami keadaan jembatan secara fisik maupun gambar rencana sebelumnya, lanjut dilakukan analisis beban pada jembatan yang akan di rencanakan ulang, dan setelah didapat yang masuk perhitungan struktur jembatan tersebut, dan perhitungan struktur meliputi analisis struktur jembatan yaitu tiang sandaran, plat lantai jembatan, gelagar memanjang, balok *diafragma*, dan juga struktur bawah jembatan yaitu pondasi tiang pancang, dan *abutment trestle*.



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 1: Potongan Memanjang Jembatan



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

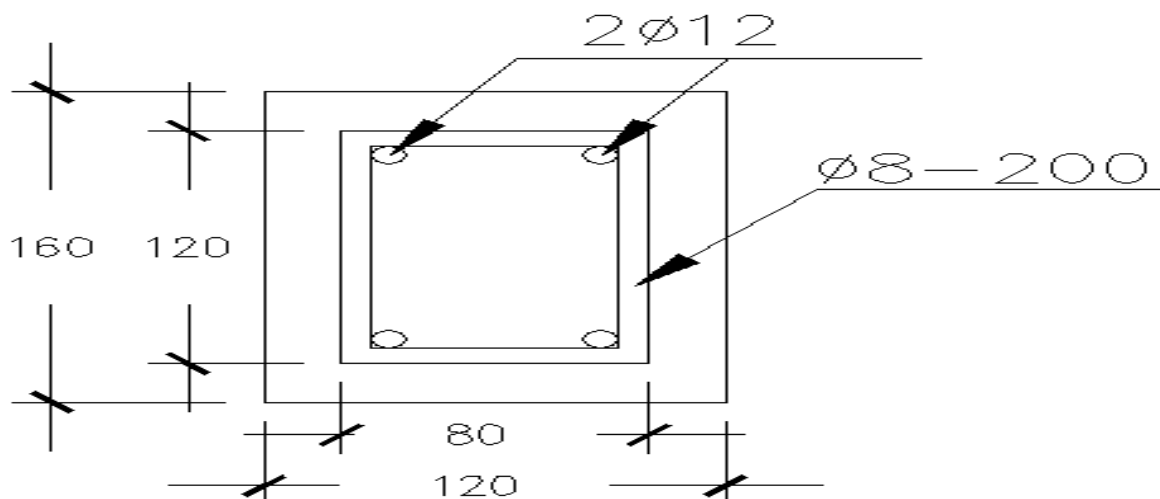
Gambar 2: Potongan Melintang Jembatan

HASIL

Sandaran

Diproleh data perencanaan $b = 120 \text{ mm}$, $h = 160 \text{ mm}$, selimut beton = 40 mm , $L = 1500 \text{ mm}$ (jarak antara tiang sandaran), f_y (BjTP30) = 240 MPa , $f'_c = 14,525 \text{ MPa} = K175$, ϕ tulangan = 12 mm , ϕ sengkang = 8 mm , ϕ (faktor reduksi) = $0,8$ (RSNI T-12-2004, pasal 4,5,2), $d = h - cc - 0,5 \phi$ tulangan - ϕ sengkang = 110 mm . Pembebanan $P = 150 \text{ kg}$, $M = 150 \times 0,82 = 123 \text{ kg}\cdot\text{m} = 1,23 \times 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}$

Penulangan tiang sandaran tulangan lentur dipakai tulangan $\phi 12$ dengan luas penampang ($A = 113,097 \text{ mm}^2$) Jumlah tulangan = 2. Tulangan Geser $V_u = 1500 \text{ N}$ dipakai tulangan $\phi 8 \text{ mm}$ $A_v = 50,26 \text{ mm}^2$ jarak tulangan sengkang yang diperlukan 200 mm



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 3: Penulangan Tiang Sandaran

Plat Lantai Jembatan

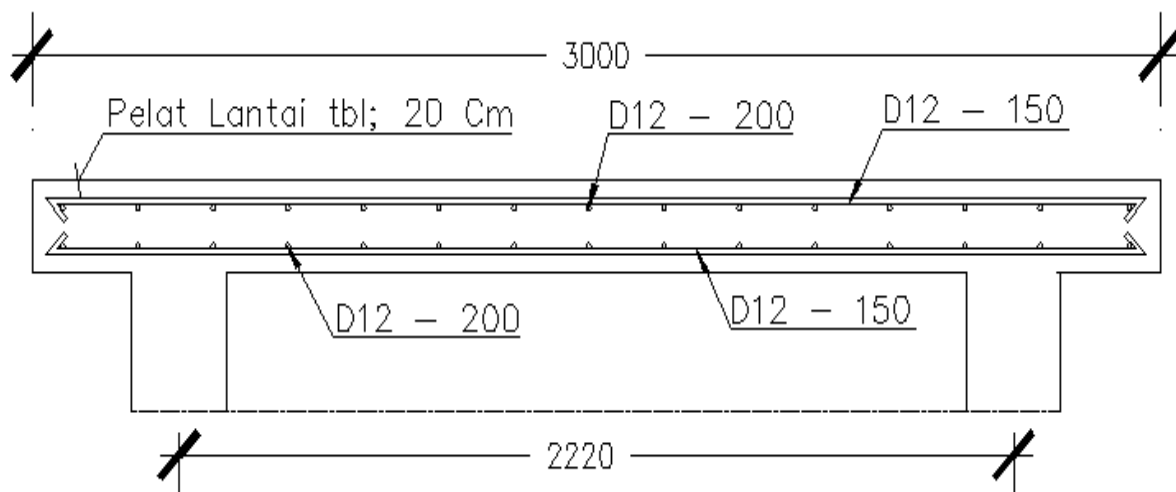
Data Perencanaan $h = 20$ cm (tebal plat lantai), $t_h = 3$ cm (tebal air hujan), selimut beton = 4 cm, $L_x = 2,2$ m, $L_y = 10$ m, $f_y = 295$ MPa, $f_c = 24,9$ MPa, BJ Beton = 2400 kg/m^3 , BJ Air Hujan = 1000 kg/m^3

Tabel 1. Kombinasi Beban pada Plat Lantai

| No | Jenis Beban | Faktor Beban | M, Tumpuan | M, Lapangan | (MuTx) | (MuLx) |
|---|--------------------------|--------------|------------|-------------|---------|---------|
| 1 | Beban Sendiri (MS) | 1,3 | 193,7 | 96,8 | 251,68 | 125,84 |
| 2 | Beban Mati Tambahan (MA) | 2 | 12,1 | 1,01 | 24,2 | 12,100 |
| 3 | Beban Truk "T" (TT) | 1,8 | 300,98 | 115,02 | 541,759 | 207,031 |
| Total Momen Ultimit Plat Lantai (Mu) (kg.m) | | | | | 817,639 | 344,971 |

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Penulangan Lentur Positif dipakai tulangan D12 dengan luas penampang ($A = 113,1 \text{ mm}^2$), Jarak tulangan yang diperlukan 150 mm. Tulangan susut/ bagi arah memanjang diambil $30\% < \frac{110}{\sqrt{L_x}} < 67\%$ tulangan pokok (*Manual Konstruksi dan Bangunan No,009/BM/2008, pasal 7,1,3*), dipakai tulangan bagi/ susut D12 – 200. Penulangan Lentur Negatif $M_n = M L_y / \phi = 817,639 / 0,8 = 16,35 \times 10^6 \text{ N,mm}$, dipakai tulangan $\emptyset 12$ dengan luas penampang ($A = 113,1 \text{ mm}^2$), Jarak tulangan yang diperlukan 150 mm. Tulangan susut/ bagi arah memanjang diambil $30\% < \frac{110}{\sqrt{L_x}} < 67\%$ tulangan pokok (*Manual Konstruksi dan Bangunan No,009/BM/2008, pasal 7,1,3*) dipakai tulangan bagi/ susut D12–200mm.



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 4: Penulangan Plat Lantai

Gelagar Memanjang Jembatan

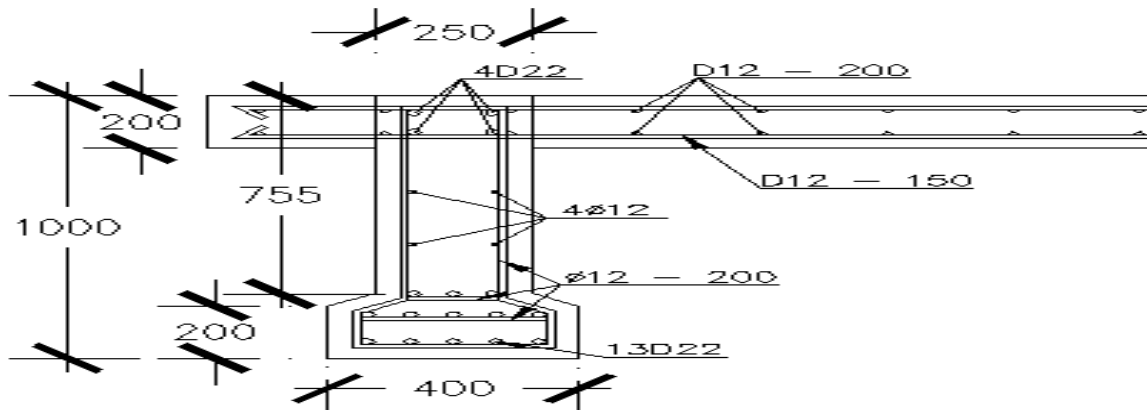
Data Perencanaan Panjang bentang (L) = 10 m, jumlah bentang (n) = 2, tebal air hujan = 3 cm, Lebar Jembatan = 3 m, $f_y = 295$ MPa, $f_c = 24,9$ MPa, BJ Beton = 2400 kg/m^3 , BJ Air Hujan = 1000 kg/m^3

Tabel 2. Kombinasi Beban pada Gelagar

| No | Jenis Beban | Faktor Beban | M, Max (Kg,m) | V, Max (Kg) | Mu (Kg,m) | Vu (Kg) |
|---|--------------------------|--------------|---------------|-------------|-----------|----------|
| 1 | Beban Sendiri (MS) | 1,3 | 15359,04 | 6204,96 | 19966,752 | 8066,448 |
| 2 | Beban Mati Tambahan (MA) | 2 | 562,5 | 225 | 1125 | 450 |
| 3 | Beban Truk "T" (TT) | 1,8 | 400725 | 11145 | 73305 | 20061 |
| Total Momen Ultimit Plat Lantai (Mu) (kg.m) | | | | | 94396,752 | 28577,45 |

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Penulangan Lentur $M_u = 94396,752 \text{ Kg.m}$, $b_w = 250 \text{ mm}$, $b = 400 \text{ mm}$, $h_f = 200 \text{ mm}$, $h = 1000 \text{ mm}$, $cc = 40 \text{ mm}$, ϕ (faktor reduksi) = 0,8 (RSNI T-12-2004, pasal 4,5,2), D tulangan = 22 mm, \emptyset sengkang = 12 mm, $d = 937 \text{ mm}$, $M_n = 1,18 \times 10^9 \text{ N.mm}$, dipakai tulangan D22 dengan luas penampang ($A = 380,13 \text{ mm}^2$), Jumlah tulangan 13, Untuk menjamin agar gelagar bersifat daktail, maka tulangan tekan diambil 30% tulangan tarik, sehingga $A_s' = 1482,578 \text{ mm}^2$, Jumlah tulangan 4. Penulangan Geser $V_u = 285774,48 \text{ N}$, ϕ (faktor reduksi) = 0,7 (RSNI T-12-2004, pasal 4,5,2), dipakai tulangan sengkang $\emptyset 12 \text{ mm}$ $A_v = 113,097 \text{ mm}^2$, Jarak tulangan sengkang yang diperlukan 200 mm. Pada badan gelagar dipasang tulangan susut minimal dengan rasio tulangan $r_{sh} = 0,001$, dipakai tulangan susut $\emptyset 12 \text{ mm}$ $A_v = 113,097 \text{ mm}^2$, Jumlah tulangan 4.



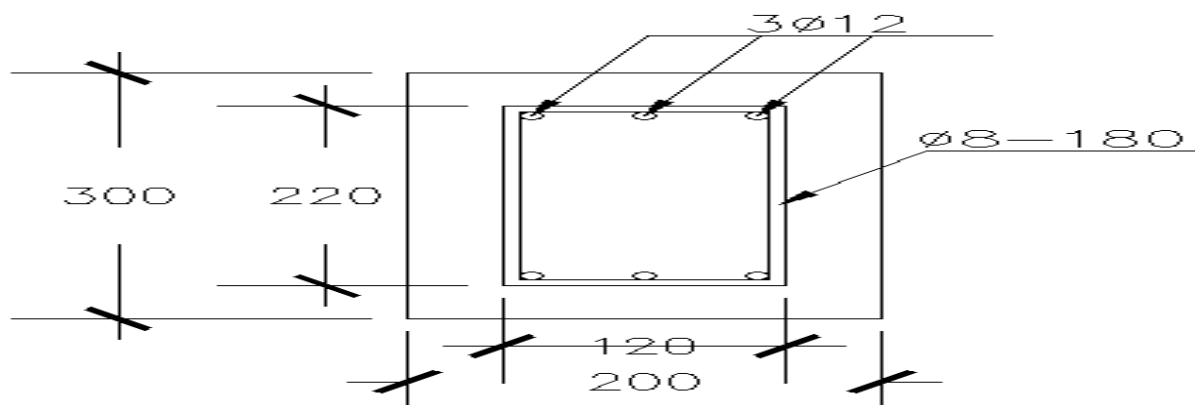
Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 5: Penulangan Balok T Arah Melintang

Balok Diafragma

Dalam pembebanannya diafragma ini tidak menahan beban luar apapun kecuali berat sendiri balok diafragma tersebut. Data Perencanaan $h = 300 \text{ mm}$, $b = 200 \text{ mm}$, $L = 1,97 \text{ m}$, $cc = 40 \text{ mm}$, $f_y = 240 \text{ MPa}$, $f'_c = 24,9 \text{ MPa}$, \emptyset tulangan = 12 mm, \emptyset sengkang = 8 mm, $d = 246 \text{ mm}$, $q_d = 172,8 \text{ kg/m}$. Perhitungan Tulangan Utama, ϕ (faktor reduksi) = 0,8 (RSNI T-12-2004. pasal 4.5.2), $M_{max} = 83,827 \text{ kg.m}$, $M_n = 1047843 \text{ N.mm}$, dipakai tulangan $\emptyset 12$ dengan luas penampang ($A = 113,1 \text{ mm}^2$), tulangan yang perlukan 3 batang. Perhitungan Tulangan Geser, ϕ (faktor reduksi) = 0,7 (RSNI T-12-2004. pasal 4.5.2), $V_u = 1702,08 \text{ N}$, dipakai tulangan sengkang yaiut $\emptyset 8 \text{ mm}$ $A_v = 50,26 \text{ mm}^2$, Jarak tulangan geser yang diperlukan 180 mm.



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 6: Penulangan Diafragma

Elastomer (Bearing Pad)

Perletakan direncanakan menggunakan elastomer dengan dimensi 40x60x4,5 cm. Digunakan CPU *Elastomeric Bearing* tebal 45 mm isi plat baja 3mm dengan kuat tekan = 56 kg/cm² sehingga 30,26 kg/cm² < 56kg/cm².

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang

a. Kekuatan bahan tiang

Diameter tiang pancang = 30 cm, tebal beton = 6 cm, $f_c = 29,05 \text{ MPa} = \text{K-350}$, $\sigma'_b = 29,05 \times 0,33 = 9,59 \text{ MPa}$ (tegangan ijin bahan tiang), A cincin beton tiang = $(1/4\pi d^2) - (1/4\pi(d-6 \times 2)^2) = 452,39 \text{ cm}^2$, P tiang = $9,56 \times 10^1 \times 452,39 = 43368,3 \text{ kg}$.

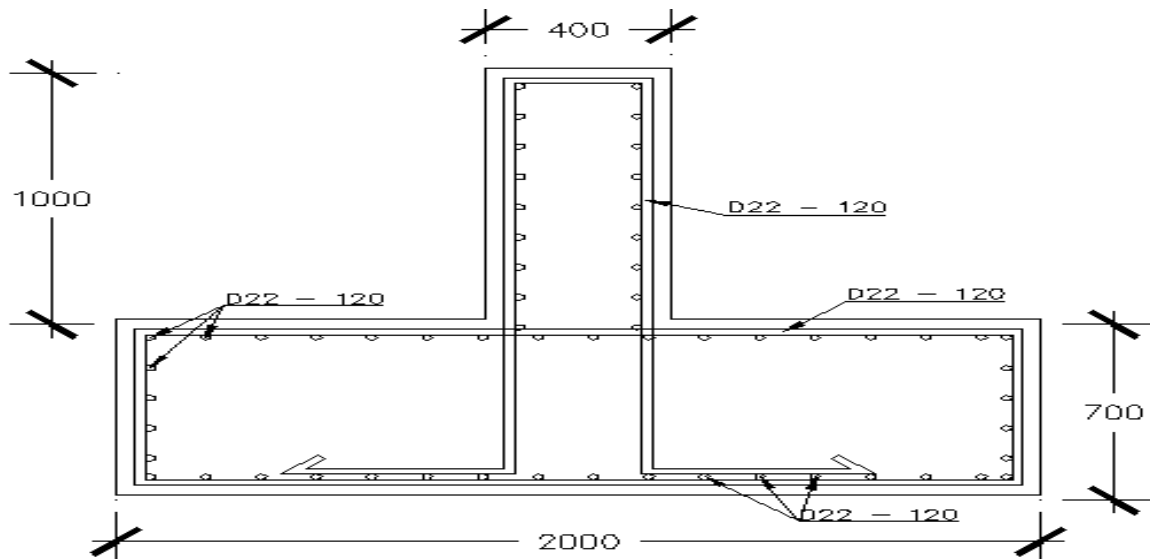
b. Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang berdasarkan Data Sondir

Diambil data sondir dengan data sebagai berikut $q_c = 150 \text{ kg/cm}^2$, $JHP = 3729 \text{ kg/cm}$, kedalaman = 12,4 m, P tiang = 105614,06 kg, daya dukung tiap tiang pada kelompok tiang, $P_{ult} = E \times P = 89142,68 \text{ kg}$, $P_{ult} > P_{max}$, $89142,68 > 33548,13 \text{ Kg}$.

Penulangan Abutment Trestle Arah Melintang

Besarnya gaya P yang diterima 1 tiang pancang $P_{max} = 33,55 \text{ T}$. jarak antara beban terluar abutment dengan titik berat pondasi tiang pancang (x) = 0,6 m, $P_{max} \times X = 20,13 \text{ t.m}$, $f_y = \text{BjTS 30} = 295 \text{ MPa}$, $f_c = 24,9 \text{ MPa} = \text{K-300}$, $h = 700 \text{ mm}$, $b = 1000 \text{ mm}$, $cc = 40 \text{ mm}$, D tulangan utama = 22 mm, $d = 649 \text{ mm}$

Tulangan Utama, ϕ (faktor reduksi) = 0,8 (*RSNI T-12-2004. pasal 4.5.2*), $M_n = 25,16 \times 10^7 \text{ N.mm}$, dipakai tulangan $\phi 22$ dengan luas penampang ($A = 380,13 \text{ mm}^2$), Jarak tulangan yang diperlukan 120 mm



Satuan : Milimeter

Sumber: Analisa Perhitungan (2019)

Gambar 7 : Penulangan Abutment Trestle

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dan perhitungan dapat disimpulkan Tinggi penampang gelagar memanjang hasil perhitungan lebih besar (100 cm) dibanding tinggi penampang gelagar *existing* (82 cm).

Total luas penampang gelagar memanjang pada setiap bentang hasil perhitungan 0,568 m² lebih kecil dibanding total luas penampang gelagar *existing* 0,693 m².

Total luas penampang tulangan memanjang pada gelagar memanjang di setiap bentangnya hasil perhitungan 12924,51 mm² lebih besar dibanding *existing* 10254,16 mm².

Total luas penampang tulangan sengkang gelagar memanjang di setiap bentangnya hasil perhitungan 11535,93 mm² lebih kecil dibanding *existing* 19339,64 mm²

Total luas penampang tulangan sengkang balok *diafragma* di setiap bentangnya hasil perhitungan 2412,743 mm² lebih kecil dibanding *existing* 3619,115 mm².

Total luas penampang tulangan lentur plat lantai di setiap bentangnya hasil perhitungan 15381,24 mm² lebih besar dibanding *existing* 12893,1 mm².

Total luas penampang tulangan arah memanjang *abutment trestle* di hasil perhitungan 19766,9 mm² lebih besar dibanding *existing* 7238,229 mm².

Total luas penampang tulangan arah melintang *abutment trestle* di hasil perhitungan 22807,96 mm² lebih besar dibanding *existing* 7640,353 mm².

Total luas penampang tiang pancang pada setiap *abutment trestle* hasil perhitungan 1809,557 cm² lebih besar dibanding *existing* 2714,336 cm².

Penggunaan tiang pancang menggunakan pancang 12,4 meter dengan diameter 30 cm dan tidak menggunakan perkuatan pondasi, yang dimana *existing* pada jembatan ini menggunakan perkuatan pada pondasi.

Pada jembatan ini menggunakan perletakan elastomer berdimensi 40x60x4,5 cm dengan isi plat baja 3 mm, yang dimana *existing* jembatan ini tidak menggunakan perletakan (balok gelagar langsung diletakkan pada *abutment trestle*).

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. 2005. *Metode Konstruksi Jembatan Beton*. Jakarta: UI-Press.
- E, Sutarman. 2013. *Konsep dan Aplikasi Pengantar Teknik Sipil*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- <http://id.m.wikipedia.org/wiki/Jembatan>. *Jembatan*.(dikunjungi pada tanggal 9 Januari 2019 pukul 21:30 WIB).
- Imran, I. SI-3121 *Stuktur Beton I*. Bandung: ITB.
- Longa, N. 2015. *Perencanaan Jembatan Beton Bertulang Balok T SEI Nyahing Kota Sendawar Kutai Barat Kalimantan Timur*. Surabaya: Universitas Narotama.
- MKB No. 009/BM/2008 Perencanaan Struktur Beton Bertulang Untuk Jembatan. Jakarta: DJBM.
- RSNI T-12-2004. Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan. Jakarta: BSN.
- SNI 1725-2016. Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: BSN.
- SNI 2052-2014 Baja Tulangan Beton. Jakarta: BSN.
- SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung. Jakarta: BSN.
- Tharmizi, A. 2009. *Kajian Analisa Bangunan Atas Jembatan Beton Bertulang Type Trapesium Sungai Idung Idup Dengan Panjang Bentang 20 Meter*. Jambi: Universitas Batanghari.