

Perencanaan Ulang Struktur Jembatan Way Magnay di Ruas Jalan Krui-Biha Kabupaten Pesisir Barat

Susanto¹⁾
Mohd. Isneini²⁾
Hasti Riakara Husni³⁾
Bayzoni⁴⁾

Abstract

Way Magnay Bridge is a reinforced concrete bridge span 2 x 25 m as liaison between Krui – Biha Regency West Coast . Way magnay bridge have width 6.42 m with traffic lane width 4.5 m. Base the load used in redesign of this bridge is SNI 1725-2016 and load earthquake use SNI regulations 2833-2016. Based on calculations that have been done , obtained reinforcement plate floor vehicle use flexural reinforcement D16 – 75 mm whereas reinforcement for used D10 – 295 mm. Girder transverse obtained main reinforcement 4D25 and reinforcement shear Ø10 -350 mm. Girder elongated obtained flexural reinforcement 20D34, reinforcement press 8D32, shear reinforcement Ø22 – 150 mm and shrink reinforcement 4D29. for pile cap abutments obtained flexural reinforcement direction x D25 – 130 mm, flexural reinforcement y direction D25 – 150 mm, shear reinforcement direction x Ø19 – 130 mm and shrink reinforcement D22 – 150 mm, Rim obtained flexural reinforcement D32 – 80 mm and shrink reinforcement D25 – 90 mm, Back wall obtained flexural reinforcement D22 – 200 mm and shrink reinforcement D22 – 85 mm, meanwhile for Foundation pole stake obtained main reinforcement 4D13 and shear spiral reinforcement Ø12 – 50 mm with total 10 piles

Keywords : Redesign bridge , Reinforced concrete bridge , Way Magnay

Abstrak

Jembatan Way Magnay merupakan jembatan beton bertulang bentang 2 x 25 m sebagai penghubung antara Krui–Biha Kabupaten Pesisir Barat. Jembatan way magnay memiliki lebar 6,42 m dengan lebar jalur lalu lintas 4,5 m. Dasar pembebanan yang digunakan dalam perencanaan ulang jembatan ini adalah SNI 1725-2016 dan beban gempa menggunakan peraturan SNI 2833-2016. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh penulangan pelat lantai kendaraan menggunakan tulangan lentur D16 – 75 mm sedangkan tulangan bagi dipakai D10 – 295 mm. Gelagar melintang diperoleh tulangan pokok 4D25 dan tulangan geser Ø10 -350 mm. Gelagar memanjang diperoleh tulangan lentur 20D34, tulangan tekan 8D32, tulangan geser Ø22 – 150 mm dan tulang susut 4D29. untuk *pile cap* abutmen diperoleh tulangan lentur arah x D25 – 130 mm, tulangan lentur arah y D25 – 150 mm, tulangan geser arah x Ø19 – 130 mm dan tulangan susut D22 – 150 mm, *Rim* diperoleh tulangan lentur D32 – 80 mm dan tulangan susut D25 – 90 mm, *Back wall* diperoleh tulangan lentur D22 – 200 mm dan tulangan susut D22 – 85 mm, sedangkan untuk pondasi tiang pancang diperoleh tulangan pokok 4D13 dan tulangan geser spiral Ø12 – 50 mm dengan jumlah 10 tiang.

Kata kunci : Perencanaan ulang jembatan, jembatan beton bertulang, Way Magnay

¹⁾ Mahasiswa pada Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Surel: snto4580@gmail.com

²⁾ Dosen pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

³⁾ Dosen pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

⁴⁾ Dosen pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung. Jalan. Prof. Sumantri Brojonegoro 1. Gedong Meneng Bandar Lampung. 35145.

I. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sarana transportasi yang digunakan oleh suatu sarana penghubung yang sangat penting terutama pada suatu kelompok masyarakat tertentu di daerah yang terputus oleh sungai atau dua pulau yang terpisah oleh lautan. (Asri, 2014)

Wilayah Pesisir Barat merupakan wilayah yang memiliki banyak aliran sungai, Mengingat pentingnya sarana transportasi maka perlu adanya peningkatan sarana penghubung lalu lintas salah satunya berupa jembatan yang layak. Maka dari itu pada tahun 1985 dibangun jembatan Way Magnay yaitu jembatan beton bertulang bentang 2 x 25 m sebagai penghubung antara Krui–Biha Kabupaten Pesisir Barat.

Seiring dengan bertambahnya waktu dan meningkatnya kepadatan penduduk maka Peraturan Pembebanan untuk Jembatan telah mengalami beberapa kali perubahan demi keamanan dan kelayakan jembatan. Pada perhitungan sebelumnya Jembatan Way Magnay telah direncanakan menggunakan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya tahun 1987 atau PPPJJR 1987. Untuk saat ini Peraturan Pembebanan untuk Jembatan menggunakan SNI 1725 (2016) demi keamanan dan kelayakan jembatan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan

Jembatan menurut teknik sipil merupakan suatu struktur konstruksi yang menghubungkan suatu rute transportasi yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, jalan raya, saluran irigasi dan bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah cukup jauh. Perencanaan jembatan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural dan transportasi saja, tetapi juga meninjau aspek ekonomi dan estetika. (Supriyadi and Muntohar, 2007)

2.2 Pembebanan

Pada perencanaan ulang jembatan ini merujuk pada peraturan pembebanan SNI 1725 (2016)

2.2.1 Beban Mati

1) Berat Sendiri (*MS*)

Berat sendiri adalah berat bagian tersebut dan elemen-elemen struktural lain yang dipikulnya, termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen nonstruktural yang dianggap tetap. SNI 1725 (2016)

2) Beban Mati Tambahan (*MA*)

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen nonstruktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan.

2.2.2 Beban Lalu Lintas

1) Beban Lajur “D”

Beban Terbagi Rata (BTR) mempunyai intensitas q KPa dengan besaran q tergantung pada panjang total yang dibebani L yaitu berikut :

$$L \leq 30m : q = 9,0 \text{ kPa} \quad (1)$$

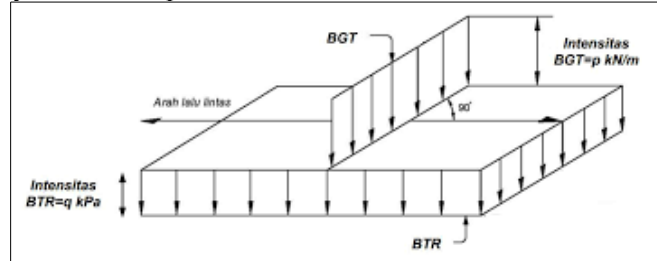
$$L > 30m : q = 9,0 + (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \quad (2)$$

Keterangan :

q = intensitas beban tertinggi rata (BRT) dalam arah memanjang jembatan (kPa)

L = panjang total jembatan yang dibebani (meter)

Beban Garis Terpusat (BGT) menurut SNI 1725 (2016), beban garis terpusat (BGT) dengan intensitas p kN/m harus ditempatkan tegak lurus terhadap arah lalu lintas pada jembatan. Besarnya intensitas p adalah 49,0 kN/m.



Gambar 1. Beban Lajur “D”
(Sumber: SNI 1725 (2016), hal 39)

2) Beban Truk “T”

Menurut SNI 1725 (2016) Beban truk “T” tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban “D”. Beban truk dapat digunakan untuk perhitungan struktur lantai. Besarnya nilai faktor beban untuk beban “T” diberikan dalam Tabel 1. serta ukuran-ukuran seperti pada Gambar 2.

Tabel 1. Faktor Beban Untuk Beban “T”

Tipe Beban	Jembatan	Faktor beban	
		Keadaan Batas Layan	Keadaan Batas Ultimit
Transien	Beton	1,00	1,80
	Boks Girder Baja	1,00	2,00

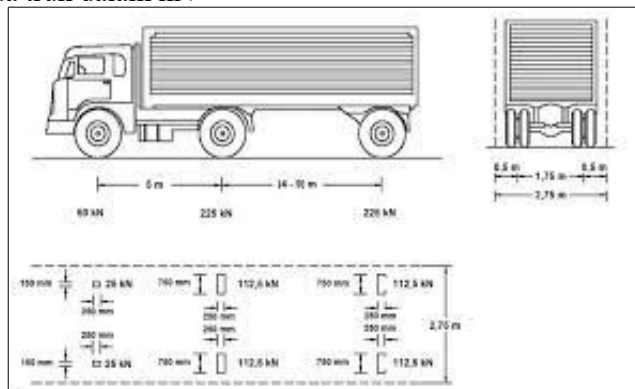
Besarnya beban yang akan diakumulasikan pada pelat lantai jembatan yaitu sebesar beban titik pada roda truk dalam kN dengan persamaan sebagai berikut

$$PTT = (1 + FBD) \times T \quad (3)$$

Keterangan :

FBD = faktor beban dinamis dan

T = beban roda truk dalam kN



Gambar 2. Beban Truk “T”
(Sumber: SNI 1725 (2016), hal 41)

3) Faktor Beban Dinamis (FBD)

Nilai FBD pada beban lajur "D" tergantung pada panjang bentangnya. Nilai FBD untuk truk dinyatakan 30% atau 0,3.

4) Beban Rem

Nilai beban rem harus diambil yang terbesar dari:

- 25% dari berat gandar truk desain, atau
- 5% dari berat truk rencana ditambah beban lajur terbagi rata

2.2.3 Beban Angin

Menurut SNI 1725 (2016), perencanaan besarnya beban angin dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$P_D = P_B \left(\frac{V_{DZ}}{V_B} \right) \quad (4)$$

Keterangan :

P_D = tekanan angin dasar rencana (MPa)

P_B = tekanan angin dasar (MPa)

V_{DZ} = kecepatan angin rencana pada elevasi rencana (km/jam)

V_B = kecepatan angin rencana, 90-126 km/jam pada elevasi 1000 mm (km/jam)

untuk nilai P_B dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tekanan Angin Dasar

Komponen bangunan atas	Angin tekan (MPa)	Angin Hisap (MPa)
Rangka, kolom, dan pelengkung	0,0024	0,0012
Balok	0,0024	N/A
Permukaan datar	0,0024	N/A

Nilai V_{DZ} didapat dari persamaan berikut :

$$V_{DZ} = 2,5 V_0 \left(\frac{V_{10}}{V_B} \right) \ln \left(\frac{Z}{Z_0} \right) \quad (5)$$

Keterangan :

V_{10} = kecepatan angin pada elevasi 10000 mm di atas permukaan tanah, atau dapat diambil $V_{10} = V_B$

V_0 = kecepatan gesekan angin

Z_0 = panjang gesekan di hulu jembatan

Z = elevasi struktur yang diukur dari permukaan tanah

Tabel 3. Nilai V_0 dan Z_0

Kondisi	Lahan Terbuka	Sub Urban	Kota
V_0 (km/jam)	13,2	17,6	19,3
Z_0 (mm)	70	1000	2500

2.2.4 Beban Gempa

Penentuan gaya gempa dapat dilihat pada persamaan berikut ini :

$$E_Q = \left(\frac{C_{sm}}{R} \right) \times W_t \quad (6)$$

Keterangan :

E_Q = gaya gempa horizontal statis (kN)

C_{sm} = koefisien respon gempa elastik pada mode getar ke-m

R = faktor modifikasi respon

W_t = berat total struktur (beban mati + beban hidup) (kN)

III. METODE PENELITIAN

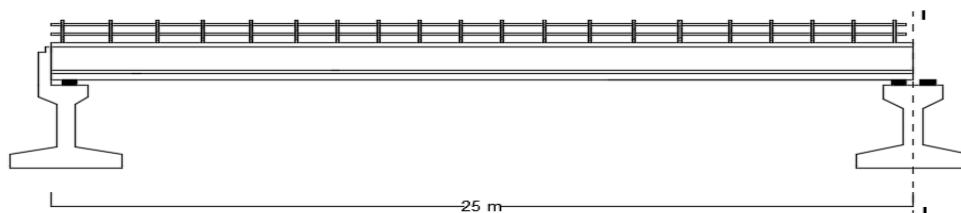
3.1 Lokasi Penelitian

Jembatan Way Magnay terletak pada ruas jalan provinsi jurusan : Krui–Biha, Kabupaten Pesisir Barat dengan koordinat -5.251554LS 103.979738BT. Jembatan ini dapat dicapai dengan kendaraan roda empat dalam waktu tempuh ± 5 jam dari Bandar Lampung



Gambar 3.Lokasi Peta Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jembatan *existing* sebagai dasar dalam menganalisis yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya dengan penampang yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Penampang Jembatan

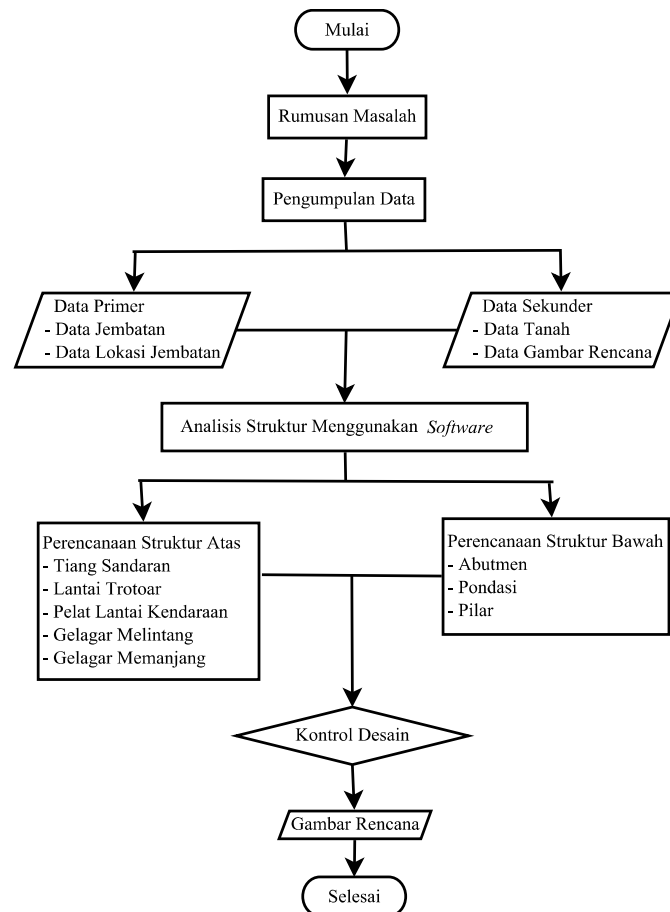
Data teknis jembatan adalah sebagai berikut :

Tipe jembatan	: Beton Bertulang
Panjang bentang	: 25 m
Lebar Jembatan	: 6,42 m
Jumlah gelagar melintang	: 5 buah
Jumlah gelagar memanjang	: 3 buah

Mutu beton (f_c) : 35 MPa
Mutu baja (f_y) : 400 MPa

3.2 Diagram Alir

Adapun bagan alir atau gambaran jalannya rangkaian perencanaan jembatan Way Magnay diberikan dalam Gambar 5 berikut ini



Gambar 5. Diagram Alir Penentuan

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

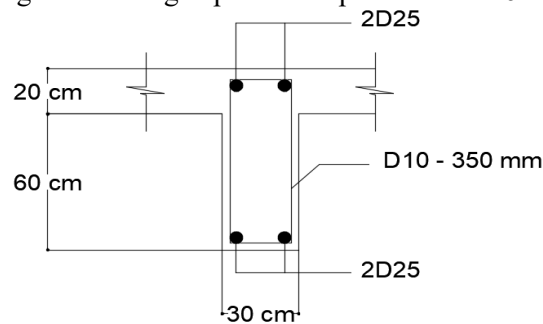
4.1 Pelat Lantai Kendaraan

Pelat lantai kendaran yang direncanakan memiliki ketebalan 200 mm. Perhitungan pelat lantai dihitung berdasarkan momen lentur akibat beban mati dan beban “T”. (Wanarno *et al.* 2013). Berdasarkan kombinasi beban ultimit dari pelat lantai kendaraan diperoleh $V_u = 109,1840$ kN dan $M_u = 88,2950$ kN. Dari hasil analisis struktur kebutuhan tulangan pelat lantai diperoleh tulangan tumpuan dan lapangan adalah D16 – 75 mm dan tulangan bagi adalah D10 – 295 mm.

4.2 Gelagar Melintang

Gelagar melintang direncanakan memiliki lebar 300 mm dan tinggi 800 mm. Perhitungan gelagar melintang dihitung berdasarkan momen akibat beban mati. Dari hasil analisis

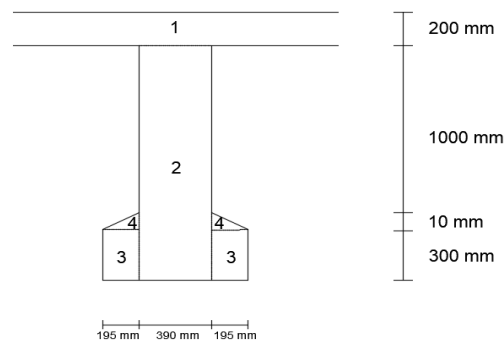
struktur kebutuhan tulangan pokok adalah 2D25 dan tulangan geser D10 – 350 mm. Detail penulangan gelagar melintang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penulangan gelagar melintang

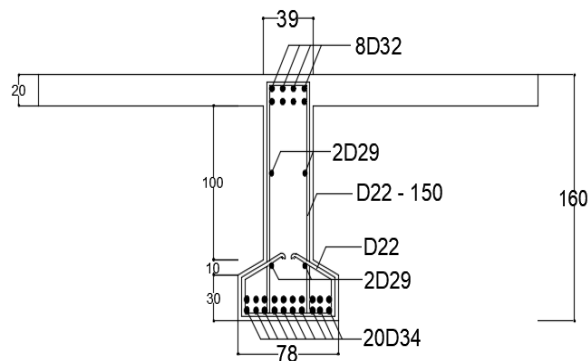
4.3 Gelagar Memanjang

Gelagar memanjang direncanakan memiliki bentuk seperti pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Dimensi gelagar memanjang

Perhitungan gelagar memanjang dihitung berdasarkan momen akibat berat sendiri (MS), berat mati tambahan (MA), beban lalu lintas (TD), beban rem (TB), beban temperature (Eun), beban gesekan (BF), beban angin struktur (Ews), beban angin kendaraan (Ewl) dan beban gempa vertikal (Eqv). Gaya geser dan momen maksimum berada pada kombinasi kuat 1 dengan nilai $V_u = 945,2488$ kN dan $M_u = 6798,9448$ kNm. Dari hasil analisis struktur kebutuhan tulangan lentur adalah 20D34, tulangan tekan 8D32, tulangan geser D22 – 150 mm dan tulangan susut 4D29. Detail penulangan gelagar memanjang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Penulangan gelagar memanjang

4.3 Abutmen

Dimensi abutmen yang direncanakan pada jembatan Way Magnay dapat dilihat pada Gambar 9. Konstruksi abutmen direncanakan dengan alas berbentuk persegi berukuran 350 cm x 650 cm. Tinggi abutmen 510 cm.

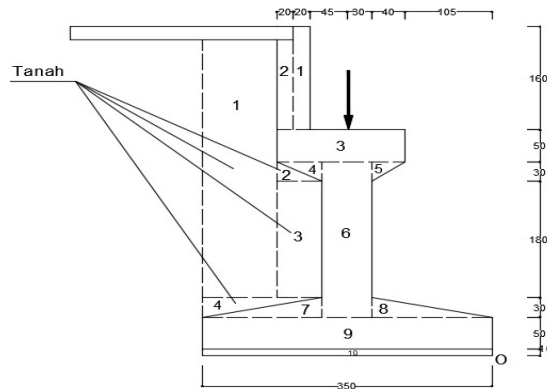
Tanah urug dengan $\theta = 30^\circ$, $C = 0$

Tanah asli dengan $\theta = 30^\circ$, $C = 0,23 \text{ kg/cm}^2$ dan $\gamma_t = 1755 \text{ kg/m}^3$

Konstruksi direncanakan memakai bahan :

Beton : $f'_c = 35 \text{ MPa}$

Baja : $f_y = 400 \text{ MPa}$



Gambar 9. Abutmen Jembatan

Adapun beban yang bekerja pada abutmen adalah berat sendiri (MS), berat mati tambahan (MA), beban lalu lintas (TD), beban rem (TB), beban pejalan kaki (TP), beban temperature (Eun), beban gesekan (BF), beban angin struktur (Ews), beban angin kendaraan (Ewl), tekanan tanah aktif (TA), tekanan tanah dinamis (KD) dan beban gempa (Eq). Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan digunakan kombinasi dengan nilai momen terbesar yaitu kombinasi Ekstrim 1 dengan nilai sebagai berikut:

$P = 2585,5931 \text{ kN}$

$H_x = 2667,3966 \text{ kN}$

$H_y = 2205,5090 \text{ kN}$

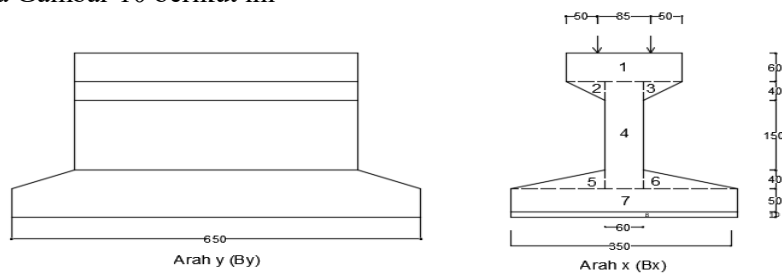
$M_x = 8321,4197 \text{ kN}$

$M_y = 7719,2816 \text{ kN}$

Kombinasi tersebut kemudian dipakai untuk perhitungan penulangan abutmen dan perencanaan pondasi.

4.4 Pilar

Konstruksi pilar direncanakan dengan alas berbentuk persegi berukuran 360 cm x 650 cm seperti pada Gambar 10 berikut ini



. Gambar 10. Pilar Jembatan

Adapun beban yang bekerja pada pilar adalah berat sendiri (MS), berat mati tambahan (MA), beban lalu lintas (TD), beban rem (TB), beban pejalan kaki (TP), beban temperature (Eun), beban gesekan (BF), beban angin struktur (Ews), beban angin kendaraan (Ewl), beban gempa (Eq), beban hanyutan (EF), beban aliran dan gaya angkat air. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan digunakan kombinasi dengan nilai momen terbesar yaitu kombinasi Ekstrim 1 dengan nilai sebagai berikut:

$$P = 4183,2000 \text{ kN}$$

$$H_x = 2323,0000 \text{ kN}$$

$$H_y = 4873,7000 \text{ kN}$$

$$M_x = 12833,900 \text{ kN}$$

$$M_y = 15170,800 \text{ kN}$$

Kombinasi tersebut kemudian dipakai untuk perhitungan penulangan pilar dan perencanaan pondasi.

4.5 Pondasi

Direncanakan diameter tiang pancang berukuran $40 \times 40 \text{ cm}^2$ dengan kedalaman tiang adalah 20 m, sehingga :

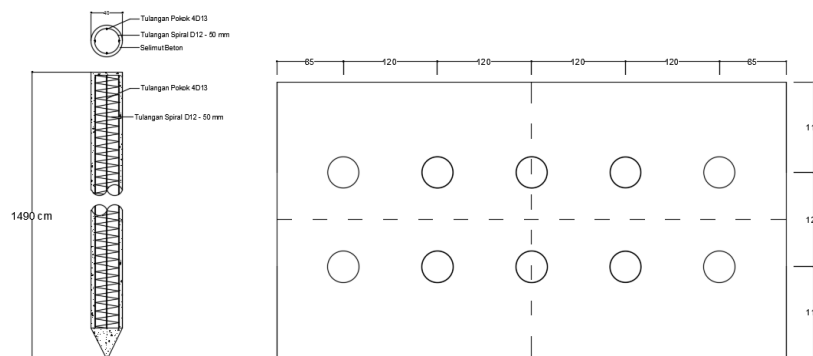
$$\begin{aligned} \text{panjang tiang} &= 20 - \text{tinggi abutmen} \\ &= 20 - 5,1 \\ &= 14,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Mutu baja (fy)} = 400 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu beton (f'c)} = 35 \text{ MPa}$$

Perhitungan pondasi tiang pancang diawali dengan perhitungan kapasitas daya dukung aksial satu tiang berdasarkan kekuatan bahan. Kemudian jumlah tiang yang dibutuhkan dalam 1 *pile cap* abutmen atau pilar diperoleh dengan membagi gaya vertikal yang bekerja pada abutmen atau pilar dengan daya dukung 1 tiang. Jumlah tiang yang didapatkan harus dikalikan dengan faktor efisiensi akibat perilaku tiang grup. (Pebriyanto *et al.* 2016)

Dari perhitungan didapatkan bahwa pada abutmen didapatkan 10 buah tiang pancang dengan menggunakan tulangan pokok 4D13 dan tulangan spiral D12 – 50 mm. Detail penulangan dan jarak antar tiang dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Detail penulangan dan jarak tiang pancang

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh setelah melakukan analisis perencanaan ulang konstruksi jembatan beton bertulang bentang 2 x 25 m penghubung Krui–Biha Kabupaten Pesisir Barat menggunakan SNI 1725 (2016) tentang Pembebanan untuk Jembatan adalah sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan pelat lantai kendaraan diperoleh tulangan tumpuan dan lapangan D16 – 75 mm sedangkan tulangan bagi dipakai D10 – 295 mm.
2. Hasil perencanaan gelagar melintang atau diafragma diperoleh tulangan pokok 4D25 dan tulangan geser Ø10 -350 mm.
3. Hasil perencanaan gelagar memanjang diperoleh tulangan lentur 20D34, tulangan tekan 8D32, tulangan geser Ø22 – 150 mm dan tulang susut 4D29.
4. Hasil perencanaan gelagar memanjang diperoleh tulangan lentur 20D34, tulangan tekan 8D32, tulangan geser Ø22 – 150 mm dan tulang susut 4D29.
5. Hasil perencanaan Abutmen pada *pile cap* diperoleh tulangan lentur arah x D25 – 130 mm, tulangan lentur arah y D25 – 150 mm, tulangan geser arah x Ø19 – 130 mm dan tulangan susut D22 – 150 mm. Hasil perencanaan pada *Rib* diperoleh tulangan lentur D32 – 80 mm dan tulangan susut D25 – 90 mm. Hasil perencanaan pada *back wall* diperoleh tulangan lentur D22 – 200 mm dan tulangan susut D22 – 85 mm. Hasil perencanaan pada *corbel* diperoleh tulangan lentur D12 – 300 mm dan tulangan susut D12 – 150 mm.
6. Hasil perencanaan Pilar pada *pile cap* diperoleh tulangan lentur arah x D32 – 190 mm, tulangan lentur arah y D32 – 230 mm, tulangan geser arah x D29 – 130 mm, tulangan geser arah y D29 – 180 mm dan tulangan susut D29 – 250 mm. Hasil perencanaan pada kolom pilar diperoleh tulangan lentur D36 – 75 mm, tulangan geser D22 – 200 mm dan tulangan susut D29 – 150 mm. Hasil perencanaan pada *pier head* diperoleh tulangan lentur D22 – 100 mm dan tulangan susut D22 – 100 mm.
7. Hasil perencanaan pondasi tiang pancang diperoleh tulangan pokok 4D13 dan tulangan geser spiral Ø12 – 50 mm dengan jumlah tiang sebanyak 10 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri, R., 2014. Analisis Perencanaan Jembatan Sungai Kelekar Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Media Teknik*, 11 (2), 1–7.
- Pebriyanto, P., Permatasari, A., Riyanto, B., and Pudjianto, B., 2016. Perancangan Ulang Jembatan Bengawan Solo Lama Cepu-Blora. *Jurnal Karya Teknik*, 5 (1), 90–106.
- SNI, 1725, 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. SNI 1725-21016. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Supriyadi, B. and Muntohar, A.S., 2007. *Jembatan (Edisi Pertama)*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wanarno, A.N., Pakpahan, A.N., Dr. Ir. Sri Tudjono, M., and Dr. Ir. Nuroji, M., 2013. Perencanaan Jembatan Lebo Kawasan Pesisir Kabupaten Karimun, Kepulauan Riau, dengan Struktur Jembatan Pelengkung (*Arch Bridge*). *Jurnal Tugas Akhir-Teknik Sipil UNDIP*, 2 (4), 1–7.