

**Evaluasi dan Desain Ulang Jembatan Beton Bertulang *T-Girder*
Menggunakan SNI 1725-2016
(Studi Kasus: Jembatan Tj.Kapal-Batu Panjang Kec.Rupat)**

M. Jefinda Mayendra¹, Alamsyah², Juli Ardita Pribadi³
Politeknik Negeri Bengkalis
Jefindamayendra95@gmail.com¹, alamsyah@polbeng.ac.id², juliardita@polbeng.ac.id³

Abstract

The bridge is a construction structure that allows to connect a transportation route that is separated by obstacles such as rivers, valleys, irrigation channels and even connect between islands that are quite far apart. In this final assignment writing will refer to SNI 1725-2016 concerning the loading for bridges and SNI T-02-2005 on planning concrete structures for bridges. The results of the evaluation and redesign were obtained girder beams for flexural reinforcement obtained tensile reinforcement 12D32 mm and 3D32 compressive reinforcement, while the D13-150 mm shear reinforcement and body reinforcement were obtained 6D13 mm. Diaphragm beam obtained by tensile reinforcement 4D22 mm and 3D22 compressive reinforcement, while shear reinforcement D13-100 mm and body reinforcement obtained 2D13 mm. The bridge floor is obtained from the main reinforcement D16-150 mm, and reinforcement for longitudinal or longitudinal shrinkage D13-200 mm. The sidewalk slab obtained D13-150 mm main reinforcement, and reinforcement or longitudinal shrinkage D13-130 mm. Railing walls obtained reinforcement for flexural reinforcement D13 mm, and reinforcement for or longitudinal shrinkage D8-150 mm. The budget plan is obtained at Rp. 3,891,600,000.

Keywords: Redesign, SNI, Bridge, Reinforced Concrete.

1. PENDAHULUAN

Jembatan menurut ilmu sipil merupakan suatu struktur konstruksi yang memungkinkan untuk menghubungkan suatu rute transportasi yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, lembah, saluran irigasi dan bahkan menghubungkan antar pulau yang terpisah cukup jauh. Perencanaan jembatan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural dan transportasi saja, tetapi juga perlu meninjau aspek ekonomi dan estetika. Salah satunya adalah jembatan beton bertulang. (Supriyadi & Montohar, 2007:27)

Adapun studi kasus yang diambil adalah perencanaan jembatan Tanjung Kapal-Batu Panjang Kecamatan Rupat. Jembatan ini menghubungkan Desa Tanjung kapal dengan desa batu panjang. Jembatan ini memiliki 2 Segmen dengan bentang 22 meter dimana bentang terbagi 2 dengan tiap bentang memiliki panjang 11 meter dan 2 buah SOP masing-masing 25 meter. Jembatan ini memiliki lebar 8,5 meter dimana lebar jalan 7 meter, trotoar masing-masing 0,5 meter, dan sayap masing-masing 0,25 meter. Aturan dan pedoman yang digunakan pada jembatan (*existing*) ini adalah SNI T-02-2005. Peneliti bermaksud melakukan evaluasi terhadap jembatan tersebut dan melakukan desain ulang jembatan tersebut menggunakan SNI 1725-2016 . Standar Nasional Indonesia (SNI) 1725-2016 tentang “Pembebanan untuk jembatan” adalah revisi dari SNI 03-1725-1989, Pembebanan jembatan jalan raya, Pedoman perencanaan. Adapun beberapa ketentuan teknis yang direvisi antara lain distribusi beban D dalam arah melintang, faktor distribusi beban T, kombinasi beban, beban gempa, beban angin, dan beban fatik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Supriyadi dan Muntohar (2007), dalam perencanaan jembatan dimungkinkan adanya perbedaan antara ahli satu dengan yang lainnya, tergantung latar belakang kemampuan dan pengalamannya. Akan tetapi, perbedaan tersebut harus tidak boleh menyebabkan gagalnya proses perencanaan. Sebelum sampai tahap pelaksanaan konstruksi, paling tidak seorang ahli atau perancang telah mempunyai data, baik primer maupun sekunder yang berkaitan dengan pembangunan jembatan. Data tersebut merupakan bahan pemikiran dan pertimbangan sebelum kita mengambil suatu keputusan akhir. Proses tahapan perencanaan jembatan yang dimaksud meliputi survei dan investigasi, analisis data, pemilihan lokasi, *layout* Jembatan.

Penelitian Zamri (2016), Hasil desain dan analisa yang telah dilakukan yang mengacu pada SNI T-02-2005 tentang pembebanan untuk jembatan dan SNI T-12-2004 tentang perencanaan struktur beton untuk jembatan, pada perencanaan jembatan beton bertulang ini diperoleh tulangan pokok slab $\varnothing 16-100$ mm dan tulangan bagi $\varnothing 16-200$. Tulangan pokok slab trotoar $\varnothing 13-150$ mm, dan tulangan bagi arah memanjang $\varnothing 13-250$ mm. Tulangan utama balok girder menggunakan $10\varnothing 32$ mm, dan tulangan geser $2\varnothing 13-200$ mm. Tulangan utama diafragma menggunakan $2\varnothing 25$ mm, dan tulangan geser diperoleh tulangan $2\varnothing 10-200$ mm. Pondasi digunakan tiang pancang dengan dimensi 30×30 cm dan jumlah tiang pancang 65 buah.

Menurut Saputele dkk (2016), Dalam bidang ilmu teknik sipil optimasi bertujuan untuk memperoleh hasil desain yang ekonomis. Salah satu cara adalah dengan membandingkan hasil perencanaan dari beberapa alternatif. Dari analisis yang dilakukan dengan menggunakan standar pembebanan RSNI T-02-2005 diperoleh bahwa gelagar balok "T" yang telah direncanakan semula dalam kasus ini tidak memenuhi syarat penulangan sehingga dilakukan perencanaan kembali tulangan yang memenuhi syarat untuk digunakan pada gelagar balok "T".

Jembatan beton adalah bangunan jembatan yang mayoritas strukturnya menggunakan material beton. Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar, minimum jembatan dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, serta pemeliharaan jembatan yang baik, perlu diperhatikan juga bagaimana perencanaan jembatan yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Secara umum struktur jembatan di bagi menjadi 2, Yaitu struktur atas dan struktur bawah. Berikut bagian-bagian dari struktur atas jembatan beton bertulang balok T.

A. Struktur Atas (*Upper Structure*)

yang meliputi beban sendiri, beban mati, beban mati tambahan, beban lalu-lintas kendaraan, gaya rem, beban pejalan kaki, dan lain-lain. Struktur atas jembatan umumnya meliputi :

1. Lantai Kendaraan (*slab*).

Merupakan bagian dari konstruksi jembatan yang memikul beban akibat jalur lalu lintas secara langsung untuk kemudian disalurkan kepada konstruksi di bawahnya. Lantai kendaraan harus diberi saluran yang baik untuk mengalirkan air hujan dengan cepat. Untuk keperluan ini maka permukaan jalan diberi kemiringan sebesar 2% ke arah kiri dan ke arah kanan tepi jalan. Lantai kendaraan untuk jembatan beton bertulang ini ditopang oleh gelagar memanjang.

2. Trotoar

Merupakan bagian dari konstruksi jembatan yang ada pada ke dua samping jalur lalu lintas. Trotoar ini berfungsi sebagai jalur pejalan kaki dan terbuat dari beton bertulang, yang menyatu dan homogen dengan plat lantai kendaraan dan sekaligus sebagai balok peneras plat lantai kendaraan.

3. Gelagar Induk (*girder*)

Merupakan tumpuan plat lantai kendaraan dalam arah memanjang. Gelagar ini direncanakan beton bertulang dengan penampang T.

4. Diafragma

Merupakan gelagar dengan arah melintang yang mempunyai fungsi untuk mengikat atau perkakuan antara gelagar-gelagar memanjang.

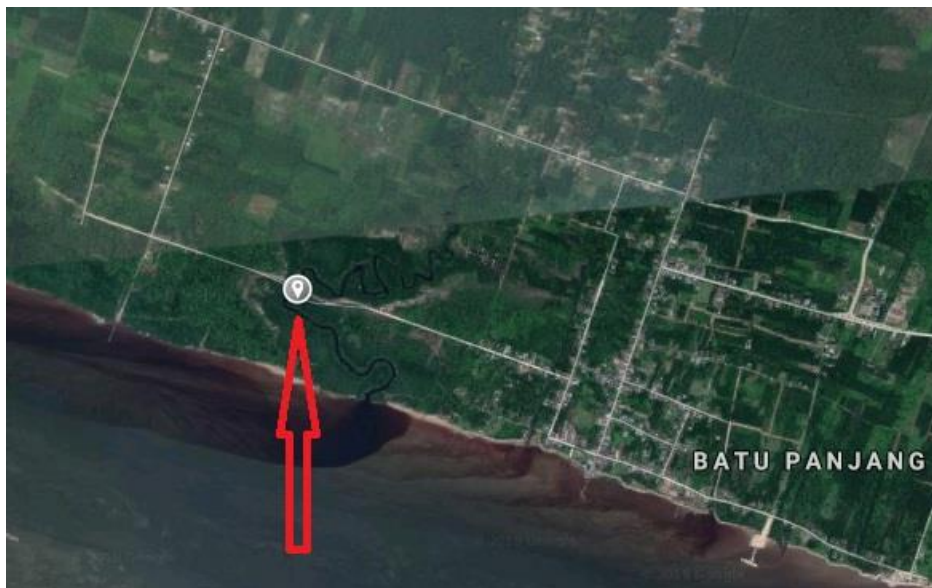
5. Landasan gelagar pada abutment

Landasan ini terdiri dari landasan roll dan landasan sendi. Landasan sendi dipakai untuk menahan dan menerima beban vertikal maupun horizontal dari gelagar memanjang, sedangkan landasan roll dipakai untuk menerima beban vertikal sekaligus beban getaran.

3. METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Jembatan yang direncanakan ulang berada di Desa Tanjung Kapal Kecamatan Rupert. Jembatan ini menghubungkan antara Desa Tanjung Kapal dengan Desa Batu Panjang. Perencanaan ulang jembatan dilakukan selama lima bulan pada Februari- Juli 2018. Berikut ini gambar yang menunjukkan lokasi jembatan. Adapun gambar lokasi penelitian seperti gambar 2 berikut:



Gambar 1. Peta Lokasi Jembatan
(Sumber : Perencanaan Konsultan)



Gambar 2. Dokumentasi lokasi Jembatan
(Sumber: Dokumentasi lapangan)

2. Alat

Adapun perangkat keras yang di gunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Meteran berfungsi untuk mengukur jarak atau panjang. Meteran juga berguna untuk mengukur sudut, membuat sudut siku-siku, dan juga dapat dipakai untuk membuat lingkaran.
- b. Laptop berfungsi sebagai alat pengolahan data-data yang didapatkan.
- c. Alat tulis berfungsi sebagai pendukung pengambilan data.

3. Perangkat Lunak

- a. *MS. Office 2007* berfungsi sebagai penyimpanan dan pengolahan data.
- b. *MS. Excel 2010* berfungsi sebagai pengolahan data dan perhitungan.
- c. *Autocad 2013* berfungsi sebagai perangkat untuk mendesain gambar hasil dari data-data yang sudah di olah.

4. Data yang diperlukan

Untuk merancang ulang jembatan di Kecamatan Rupa Kelurahan Tg.Kapal, diperlukan data awal jembatan yang digunakan sebagai patokan desain. Data-data tersebut antara lain:

- a. Gambar jembatan yang sudah ada
- b. Panjang jembatan
- c. Tinggi jembatan
- d. Lebar jembatan
- e. Spesifikasi jembatan

5. Tahapan Penelitian

Perencanaan ulang jembatan diawali dengan pengambilan data awal jembatan. Pengambilan data ini dilakukan dengan mengkaji gambar jembatan awal yang sudah ada. Data yang diperoleh adalah lebar jembatan, panjang jembatan, spesifikasi jembatan dan tinggi jembatan yang akan digunakan sebagai acuan desain jembatan. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan dan perencanaan ulang jembatan dengan design beton bertulang yang sesuai SNI 1725-2016. Perhitungan dan perencanaan dilakukan dengan tahap-tahap berikut:

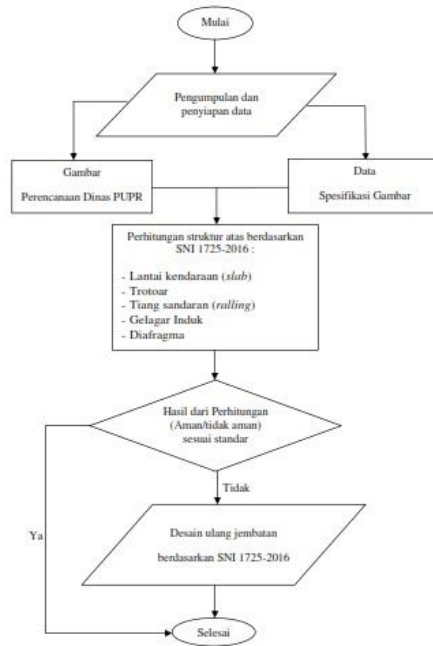
- a. Evaluasi jembatan existing, bertujuan untuk menganalisis data berdasarkan SNI 1725-2016.
- b. Perhitungan pembebanan struktur atas jembatan, bertujuan menghitung beban yang akan bekerja pada jembatan dengan mengacu pada SNI 1725-2016.
- c. Pembuatan gambar kerja/design ulang, bertujuan untuk menghasilkan gambar yang sesuai dengan ukuran yang telah diperhitungkan.
- d. Menghitung rencana anggaran biaya (RAB), bertujuan untuk memperkirakan rencana biaya yang akan dikeluarkan untuk pekerjaan struktur atas jembatan itu sendiri.

Membuat metode pelaksanaan pekerjaan, bertujuan sebagai acuan dan tahapan-tahapan dialapangan dalam proses melaksanakan pekerjaan struktur atas jembatan beton bertulang T-girder tersebut

5. Flowchat diagram sistem penelitian

Diagram alur penelitian digunakan untuk menggambarkan pola pikir atau algoritma yang digunakan sebelum melakukan penelitian.

- a. Diagram alir Evaluasi Jembatan Beton Bertulang *T-Girder*



Gambar 3. Flowchart Evaluasi Jembatan Beton

b. Diagram alir Desain Ulang Jembatan Beton Bertulang T-Girder



Gambar 4. Flowchart Desain Ulang jembatan

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Data-Data Perencanaan

Adapun data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan jembatan ini adalah sebagai berikut :

1. Nama jembatan : Jembatan Tanjung Kapal - Batu Panjang
2. Lokasi jembatan : Jalan Kecamatan Rukat.
3. Jenis jembatan : Jembatan beton bertulang.
4. Data konstruksi jembatan :
 - Bentang jembatan, (L) : 22,00 m
 - Lebar jembatan, (b) : 8,50 m (2 Jalur)
 - Lebar jalur, (b₁) : 2 x 3,50 m
 - Lebar trotoar, (b₂) : 0,75 m

2. Spesifikasi Bahan Untuk Struktur

a. Beton

Struktur utama dalam perencanaan ini seluruhnya menggunakan konstruksi beton bertulang. Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan konstruksi jembatan adalah K-300 dan K-350.

b. Baja Tulangan

Tulangan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah tulangan yang ada di pasaran dengan alasan mudah didapat dan umum bagi pelaksana dilapangan. Mutu baja yang digunakan adalah U-24 polos dan U-32 ulir.

3. Evaluasi Perhitungan Lantai

a. Berat sendiri (MS)

$$QMS = b \cdot h \cdot w_c \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

b = lebar slab lantai jembatan, m

h = tebal slab jembatan (ts), m

w_c = berat beton bertulang, kN/m

b. Beban mati tambahan (MA)

Tabel 1. Beban mati tambahan

No	Jenis	Tebal (m)	Berat(kN/m ³)	Beban (kN/m)
1	Lapisan aspal+overlay	0,1	22,00	1,10
2	Air hujan	0,03	9,80	0,24
QMA=				1,34

(Sumber : SNI-T-12-2004)

c. Beban truk "T" (TT)

$$PTT = (1 + DLA) \cdot T \dots \dots \dots (2)$$

d. Beban angin (EW)

$$TEW = 0,0012 \cdot C_w \cdot (V_w)^2, \text{ kN/m} \dots \dots \dots (3)$$

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2.00 meter diatas lantai jembatan. Rumus transfer beban angin ke jembatan :

$$PEW = [1/2 \cdot h/x \cdot TEW] \dots \dots \dots (4)$$

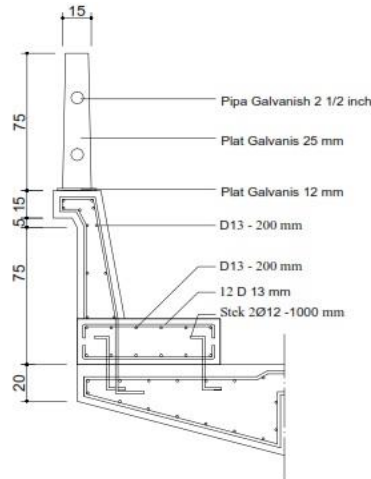
e. Pengaruh temperatur (ET)

$$T = (T_{max} - T_{min}) / 2 \dots \dots \dots (5)$$

4. Evaluasi Perhitungan Trotoar

Jarak antara tiang railing (L) = 2,00 m

Berat beton bertulang (W_c) = 25,00 kN/m



Gambar 5. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan SNI baru 1725-2016

5. Evaluasi Perhitungan Tiang Railing

Jarak antara riang <i>railing</i> , (L)	= 2 m
Beban horizontal <i>railing</i> , (H_1)	= 0,75 kN/m
Gaya horizontal pada tiang <i>railing</i> , (H_{TP})	= $L \times H_1$ = 2 x 0,75 = 1,5 kN
Lengan terhadap sisi bawah tiang <i>railing</i> , (y)	= 0,8 m
Momen padatiang <i>railing</i> , (M_{TP})	= $H_{TP} \times y$ = 1,5 x 0,8 = 1,2 kNm
Faktor beban ultimit, (K_{TP})	= 2
Momen ultimit rencana, (M_u)	= 1,2 x 2 = 2,4 kNm
Gaya geserbultimit rencana, (V_u)	= $H_{TP} \times K_{TP}$ = 3,00 kN

6. Evaluasi Perhitungan T-Girder Beton Bertulang

Data struktur atas	
Panjang bentang jembatan, (L)	: 11 m
Lebar jalan (jalur lalu lintas), (b_1)	: 7 m
Lebar trotoar, (b_2)	: 0,75 m
Lebar total jembatan, ($B=b_1 + 2 \times b_2$)	: 8,5 m
Jarak antara <i>girder</i> (s)	: 1,45 m
Dimensi girder :	
Lebar, (b)	: 0,5 m
Tinggi, (h)	: 1,65 m
Dimensi diafragma :	
Lebar, (b)	: 0,3 m
Tinggi, (h_d)	: 0,8 m
Tebal slab lantai jembatan, (t_s)	: 0,2 m
Tebal lapisan aspal + overlay, (t_a)	: 0,1 m
Tinggi genangan air hujan, (t_h)	: 0,03 m
Tinggi bidang samping, (h_a)	: 2850 m
Jumlah balok diafragma sepanjang L, (n_d)	: 6
Jarak antara balok diafragma, $s_d = L/n_d$: 2,200
f. Berat sendiri (MS)	
QMS = $b \cdot h \cdot w_c$	(1)

Keterangan:

- b = lebar slab lantai jembatan,m
- h = tebal slab jembatan (ts),m
- wc = berat beton bertulang,kN/m

g. Beban mati tambahan (MA)

Tabel 2. Beban mati tambahan

No	Jenis	Tebal (m)	Berat(kN/m ³)	Beban (kN/m)
1	Lapisan aspal+overlay	0,1	22,00	1,10
2	Air hujan	0,03	9,80	0,24
QMA=				1,34

(Sumber : SNI-T-12-2004)

h. Beban truk “T” (TT)

$$PTT = (1 + DLA) * T \dots\dots\dots(2)$$

i. Beban angin (EW)

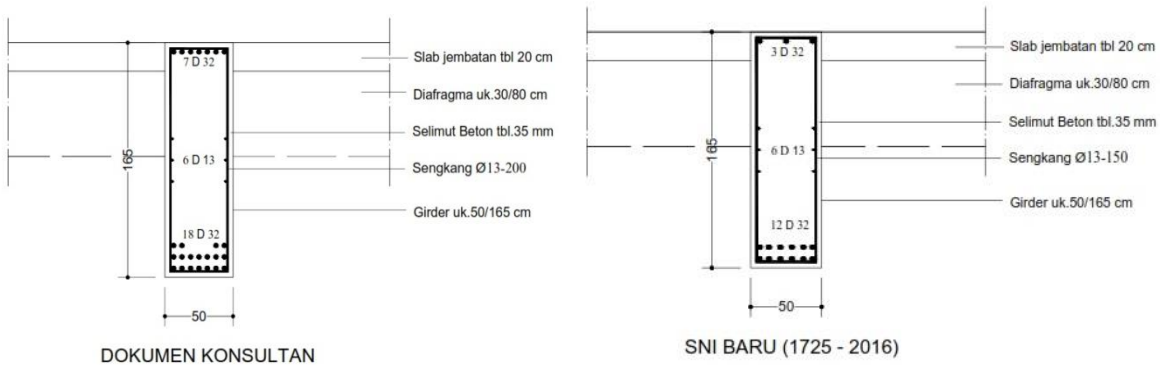
$$TEW = 0,0012 * C_w * (V_w)^2 \dots\dots\dots(3)$$

Bidang vertikal yang ditiup angin merupakan bidang samping kendaraan dengan tinggi 2.00 meter diatas lantai jembatan. Rumus transfer beban angin ke jembatan :

$$PEW = [1/2 * h/x * TEW] \dots\dots\dots(4)$$

j. Pengaruh temperatur (ET)

$$T = (T_{max} - T_{min}) / 2 \dots\dots\dots(5)$$



Gambar 6. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan SNI baru 1725-2016

7. Evaluasi perhitungan Balok Diafragma

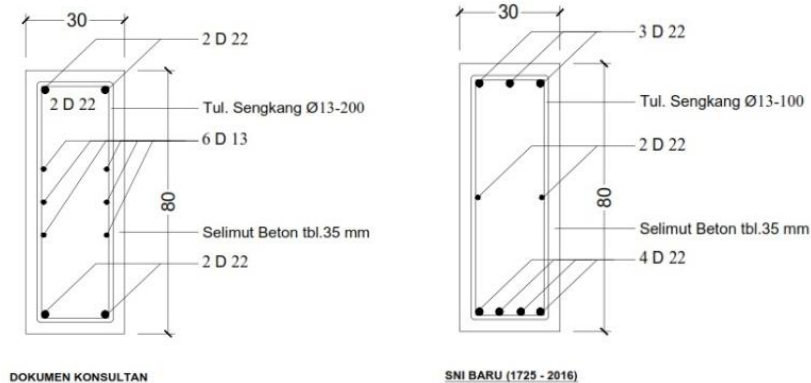
Ukuran balok diafragma :

Lebar, (b_d) = 0,30 m

Tinggi, (h_d) = 0,80 m

Panjang bentang balok diafragma :

s = 1,45



Gambar 7. Perbandingan hasil perhitungan menggunakan SNI baru 1725-2016

8. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Atas Jembatan Beton Bertulang T-girder

1. Pekerjaan pemancangan tiang perancah menggunakan kayu yang berukuran Ø15 cm panjang 5 meter
2. Pemasangan Skor perancah menggunakan kayu Ø15 cm panjang 3 meter.
3. Pemasangan balok memanjang perancah dengan menggunakan kayu balok ukuran 8 x 15 cm.
4. Pemasangan balok melintang perancah menggunakan kayu balok dengan ukuran 8 x 15 cm
5. Pemasangan bekisting menggunakan multiplek tebal 12 mm dan kayu lat ukuran 5x7 cm
6. Pemasangan besi tulangan pada bekisting menggunakan besi ulir 32 mm dan besi polos 24 mm dan diikat dengan kawat besi..
7. Pekerjaan pengecoran
8. Pembongkaran bekisting

5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil desain ulang jembatan beton bertulang dengan 2 bentang setiap segmen 11m, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Untuk perhitungan balok *girder* untuk tulangan lentur diperoleh tulangan tarik 12D32 mm dan tulangan tekan 3D32, sedangkan tulangan geser D13-150 mm dan tulangan badan diperoleh 6D13 mm.
2. Untuk perhitungan balok diafragma tulangan lentur diperoleh tulangan tarik 4D22 mm dan tulangan tekan 3D22, sedangkan tulangan geser D13-100 mm dan tulangan badan diperoleh 2D13 mm.
3. Untuk perhitungan pelat lantai jembatan diperoleh dimensi tulangan untuk tulangan pokok D16-150 mm, dan tulangan bagi atau susut arah memanjang D13-200 mm.
4. Untuk perhitungan Slab trotoar diperoleh dimensi tulangan untuk tulangan pokok D13-150 mm, dan tulangan bagi atau susut arah memanjang D13-130 mm.
5. Untuk perhitungan dinding *railing* diperoleh dimensi tulangan untuk tulangan lentur D13 mm, dan tulangan bagi atau susut arah memanjang D8-150 mm.

Biaya yang digunakan untuk pekerjaan struktur atas jembatan beton bertulang yaitu Rp.3.891.600.000,-.

2. Saran

Dalam mengevaluasi dan mendesain ulang jembatan beton bertulang harus memperhatikan dan mengamati setiap jenis pekerjaan dan tahapan-tahapan secara teliti. untuk itu diperlukan:

1. Studi literatur yang teliti sehingga diperoleh data-data yang akurat dan sesuai dengan kondisi lapangan.
2. Dalam perencanaan harus mengacu pada peraturan-peraturan yang berlaku.
3. Dalam perhitungan pembebanan harus diperhatikan beban-beban yang terjadi dan faktor terjadinya beban tersebut.
4. Penelitian dapat dilanjutkan dengan mengevaluasi struktur bawah jembatan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- BSNI 1725-2016, 2016, *Pembebanan untuk jembatan*, Direktorat jendral Bina Marga
- Ilham, N., 2008, *Perhitungan T-Girder Beton Bertulang Jembatan Brantan, Kulon Progo, D.I. Yogyakarta* (<http://mnoerilham.blogspot.com/>) diakses tanggal 6 Januari 2018, jam 02:05 WIB.
- Kurniawan, T, 2010, *Perencanaan Jembatan Kecamatan Rupert*, Perhitungan Slab Jembatan
- Purwo, D., 2018, *Konstruksi Jembatan Beton Bertulang*

- Reza, M., 2013, *Perhitungan T-Girder Beton Bertulang Jembatan Brantan Wates, Kulon Progo*.D.I Yogyakarta
- Sapulete, CA dkk., 2016. *Optimasi teknik struktur atas jembatan beton bertulang*, Universitas Sam Ratulangi manado. diakses pada tanggal 18 januari 2018 jam 20:11 WIB.
- SNI T-02-2005. *Pembebanan Untuk Jembatan*, Puslitbang Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum
- SNI T-12-2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*, Puslitbang Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum
- Supriyadi, B dan Agus MS, 2007, *Jembatan*, Edisi pertama, Cetakan kelima, penerbit CV.BETA OFFSET Yogyakarta
- Wahyunto, R., 2017, *Metode Pelaksanaan Jembatan Beton Bertulang Balok T Sungai Brantas*, (https://kupdf.com/download/metode-pelaksanaan-jembatan-beton-bertulang-balok-t_58b503fe6454a78148b1e8f5_pdf) diakses tanggal 20 februari 2018, jam 01:20 WIB.
- Zamri, S., 2016. *Jembatan Beton Bertulang Sungai Senderak Bengkalis*, Politeknik Negeri Bengkalis