

**PERENCANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG PENGHUBUNG DESA
LAREN DAN DESA PELANGWOT DI KABUPATEN LAMONGAN JAWA
TIMUR.**

Javan Agustian Setyagraha¹, Kusdiman Joko P, ST, MT.2 , Gunarso, ST, MT.3

1) Teknik Sipil UTP, 2) Dosen Pembimbing I, 3) Dosen Pembimbing II

Email : javanagustian745@gmail.com

ABSTRAK

Sarana dan prasarana lalu lintas memainkan peran yang sangat penting dalam pertumbuhan ekonomi suatu daerah. Sarana dan prasarana lalu lintas yang tersedia dengan baik selalu berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi yang meningkat. Hal ini hendaknya menjadi perhatian pemerintah agar dapat memberikan pelayanan transportasi yang baik bagi warganya. Pembangunan jembatan penghubung desa laren dan desa pelangwot ini merupakan salah satu wujud perhatian Pemerintah Daerah Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur bagi warganya. Pembangunan jembatan ini merupakan proyek jembatan baru sehingga proses mobilisasi masyarakatnya menjadi lebih lancar dan aman. Jembatan yang memiliki bentang 25 meter dan lebar 9 meter ini merupakan jembatan beton bertulang balok T. Dalam tugas akhir ini dibahas tentang perencanaan struktur jembatan baik struktur atas maupun struktur bawah jembatan. Perencanaan struktur atas jembatan dimulai dengan perencanaan lantai kendaraan, tiang sandaran dan trotoar dan dilanjutkan dengan perencanaan struktur bawahnya yang meliputi perencanaan abutment dan pondasi.

Kata kunci : jembatan beton bertulang, jembatan beton bertulang balok T, perencanaan jembatan, struktur atas jembatan, struktur bawah jembatan.

ABSTRACT

Traffic facilities and infrastructure play a very important role in the economic growth of a region. Good traffic facilities and infrastructure are always directly proportional to increasing economic growth. This should be a concern of the government in order to

provide good transportation services for its citizens. The construction of the bridge connecting Laren Village and Pelangwot Village is a manifestation of the attention of the Lamongan Regency Government, East Java Province for its citizens. The construction of this bridge is a new bridge project so that the community mobilization process becomes smoother and safer. The bridge which has a span of 25 meter and a width of 9 meter is a reinforced concrete T-beam bridge. This final project discusses the design of the bridge structure, both the upper structure and the lower structure of the bridge. The design of the superstructure of the bridge begins with the planning of the vehicle floor, support poles and sidewalks and continues with the planning of the lower structure which includes the planning of abutments and foundations.

Keywords : reinforced concrete bridge, T-beam reinforced concrete bridge, bridge design, bridge superstructure, bridge under structure

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi suatu daerah sangat dipengaruhi oleh sarana transportasinya. Sarana transportasi yang memadai memudahkan mobilisasi masyarakat dalam berbagai aktivitas kehidupan. Sarana transportasi berupa jalan yang baik, jembatan yang kuat, serta sarana-sarana lainnya hendaknya menjadi perhatian pemerintah bagi pemenuhan kebutuhan masyarakatnya. Sarana transportasi yang baik sangat menunjang terciptanya iklim ekonomi yang baik pula bagi masyarakat setempat. Menyadari akan pentingnya hal ini, Pemerintah Kabupaten Lamongan melalui Dinas Pekerjaan Umum melakukan pembangunan Jembatan Sedayu Lawas yang menghubungkan antara Desa Laren dan Desa Pelangwot.

2. PERMASALAHAN

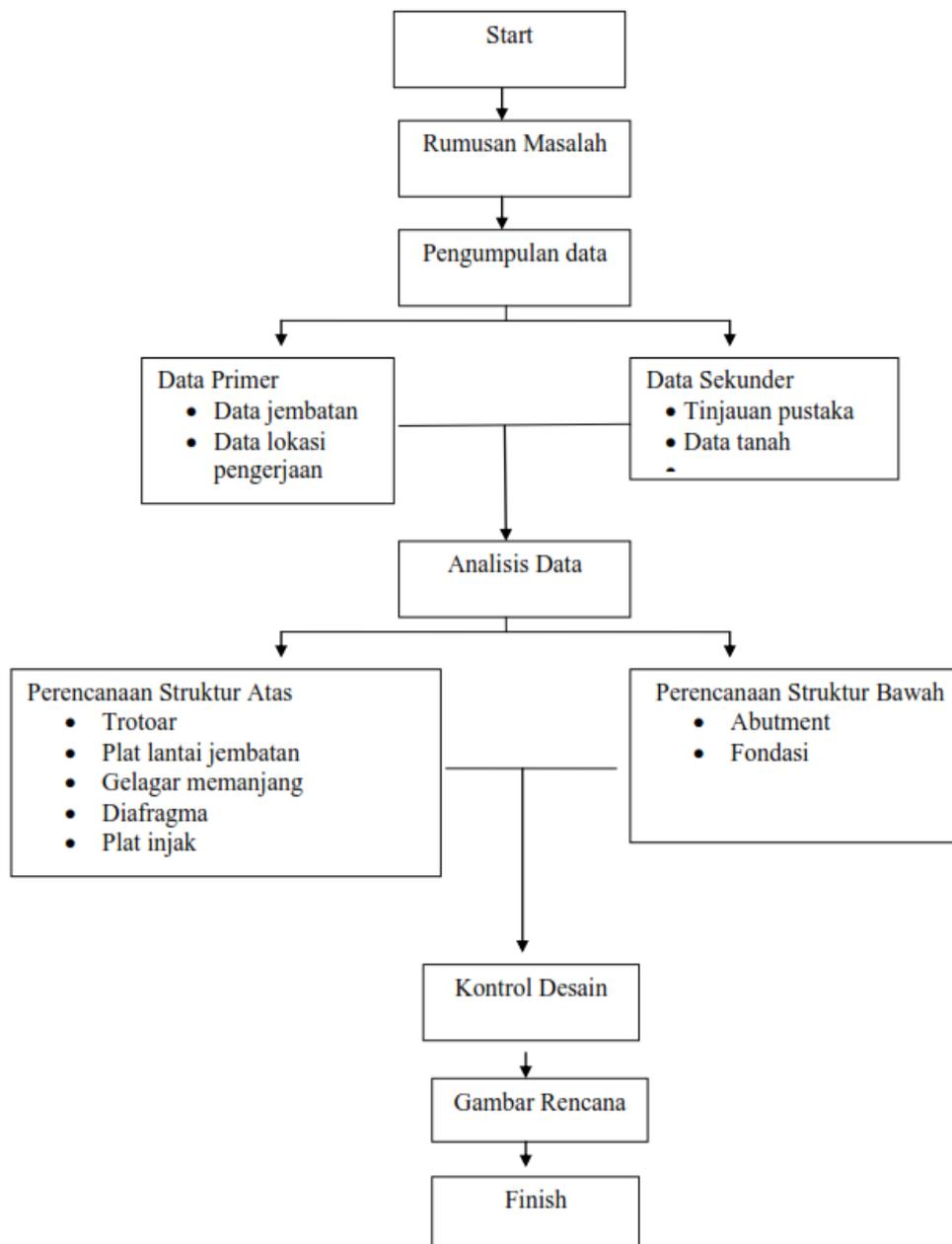
Jembatan sebagai sarana transportasi mempunyai peranan yang sangat penting bagi kelancaran pergerakan lalu lintas. Dimana fungsi jembatan adalah menghubungkan rute/lintasan transportasi yang terpisah baik oleh sungai, rawa, danau, selat, saluran, jalan raya, jalan kereta api dan perlintasan lainnya. Pada mulanya jembatan hanya dipakai untuk menghubungkan dua tempat terpisah dengan jarak yang relatif pendek. Seiring

dengan perkembangannya, jembatan dapat dipakai untuk menghubungkan tempat terpisah pada jarak yang berjauhan bahkan sampai menyeberangi laut. Dengan semakin meningkatnya teknologi dan fasilitas pendukung seperti komputer, bentangan bukan merupakan kendala lagi. Dari segi perkonomian, jembatan dapat mengurangi biaya transportasi. Dan dari segi efisiensi waktu, dengan adanya jembatan dapat mempersingkat waktu tempuh pada perjalanan darat yang saling terpisah. Jembatan juga dapat meningkatkan daerah tertinggal untuk dapat lebih berhubungan dengan daerah lain dengan mudah.

Pada penelitian ini akan merencanakan jembatan penghubung Desa Laren dan Desa Pelangwot yang berada di Kabupaten Lamongan. Ukuran dari jembatan tersebut yaitu panjang 25 m dan lebarnya 9 m. Pada perencanaan jembatan di buat menggunakan tipe Jembatan Beton Bertulang.

3. METODOLOGI

Prosedur perencanaan bangunan atas yaitu yaitu trotoar, tiang sandaran, plat lantai, gelagar dan bangunan bawah *abutment* dan pondasi tiang pancang pada jembatan penghubung Desa Laren dan Desa Pelangwot, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur dijelaskan pada Gambar 1 berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Perencanaan

3.1 Pembebanan Umum

Berdasarkan, ” Peraturan Muatan Untuk Jembatan Jalan Raya” No. 12 / Tahun 1987 pasal 1.

1) Muatan mati

- Beton bertulang $\sigma = 2,5 \text{ t/m}^3$
- Perkerasan Jalan Beraspal $\sigma = 2,2 \text{ t/m}^3$

- Air $\sigma = 1,00 \text{ t/m}^3$

2) Muatan hidup

Yaitu muatan dari berat kendaraan yang bergerak dan berat pejalan kaki yang bekerja pada jembatan. Muatan hidup dibagi menjadi :

a) Muatan “ T “

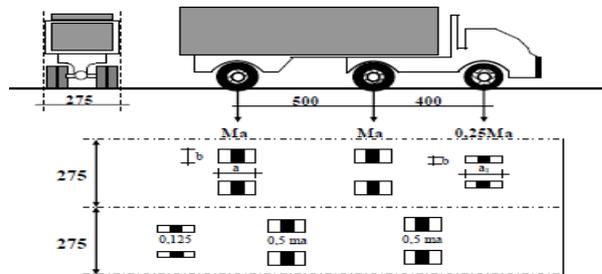
Adalah muatan oleh kendaraan yang mempunyai beban roda ganda sebesar 10 T, dengan ukuran – ukuran serta kedudukan tergambar.

Keterangan :

$a_1 = a_2 = 30 \text{ cm}$; $M_s = \text{Muatan rencana sumbu} = 20$

$T_{b1} = 12,50 \text{ cm}$

$b_2 = 50,00 \text{ cm}$



Gambar 2. Distribusi beban T

Kendaraan truck "T" ini harus ditempatkan di tengah-tengah lajur lalu-lintas rencana dengan ketentuan Jumlah maksimumnya seperti tercantum dalam tabel berikut.

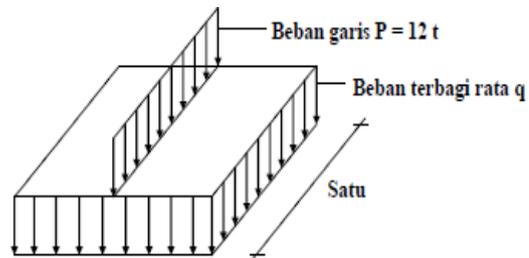
Tabel 1. Jumlah maksimum lajur lalu-lintas rencana

Type Jembatan (1)	Lebar lajur Kendaraan (m) (2)	Jumlah Lajur Lalu-Lintas Rencana
Satu lajur	4.0-5.0	1
Dua arah, tanpa median	5.5-8.25	2 (3)
	11.3-15.0	4
Banyak arah	8.25-11.25	3
	11.3-15.0	4
	15.1-18.75	5
	18.8-22.5	6

b) Muatan “ D “

Adalah muatan pada tiap lajur lalu lintas yang terdiri dari muatan terbagi rata sebesar $q \text{ T / m}$ dan muatan garis $P = 12 \text{ T}$ melintang lajur tersebut (belum termasuk muatan kejut). Gambar muatan garis dan muatan

terbagi rata pada jalur jalan muatan “ D “ berlaku 100% sebesar 5,5 m. Jika lebar lebih 5,5 m maka sisanya dihitung 50% dari muatan “ D “



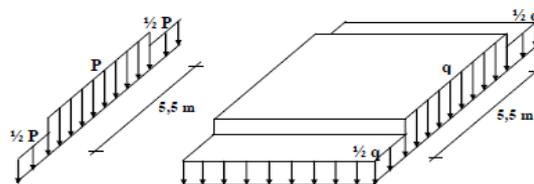
Gambar 3 Distribusi beban “D” yang bekerja pada jembatan

Besar q ditentukan sebagai berikut:

$$q = 2,2 \text{ t/m}^2, \text{ untuk } L < 30 \text{ m}$$

$$q = 22 - \frac{1,1}{60} \times (L - 30) \text{ t/m}^2, \text{ untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,1 \times \left(1 + \frac{30}{L}\right) \text{ t/m}^2, \text{ untuk } L > 60 \text{ m}$$



Gambar 4 Ketentuan penggunaan beban “D”

c) Muatan pada trotoar, kerb dan sandaran

1. Muatan pada trotoar

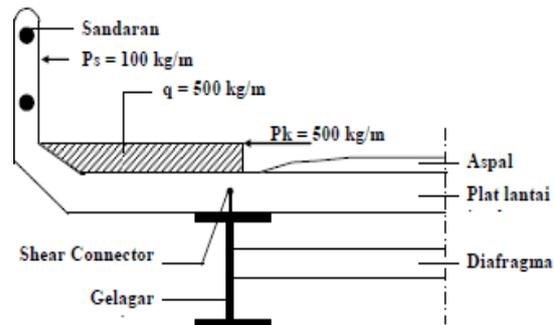
- Untuk konstruksi $q = 500 \text{ kg / m}^2$
- Untuk perhitungan gelagar $q' = 60 \% q$
 $= 60 \% \times 500$
 $= 300 \text{ kg / m}^2$

2. Muatan Kerb pada tepi lantai jembatan

$P_k = 500 \text{ kg / m}$, arah horizontal pada puncak kerb atau 25 cm diatas muka lantai kendaraan.

3. Muatan pada sandaran

$P_s = 100 \text{ kg / m}$, arah horizontal.



Gambar 5. Muatan pada sandaran

d) Muatan kejut

Untuk memperhitungkan pengaruh – pengaruh getaran dan pengaruh lainnya. Tegangan akibat garis “ P “ harus dikalikan koefisien kejut .

$$\text{Rumus : } K = \frac{1+20}{50+L}$$

Keterangan:

K = Koefisien kejut

L = Panjang bentang

4. BETON BERTULANG

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

4.1 Kekuatan Nominal Beton

Menurut aturan “Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan” tahun 2008 halaman 2-3 , kekuatan nominal beton terdiri dari,

1) Kuat tekan

Kuat tekan beton untuk jembatan beton non prategang pada umur 28 hari, f_c'' harus $\geq 20 \text{ MPa}$ dan sedangkan untuk beton prategang 30 MPa .

2) Kuat tarik

Kuat tarik langsung dari beton, f_{ct} bisa diambil dari ketentuan:

- $0,33 \sqrt{f_c'}$ pada umur 28 hari, dengan perawatan standar atau
- Dihitung secara probabilitas statistik dari hasil pengujian

3) Kuat tarik lentur

Kuat tarik lentur beton, f_{cf} bisa diambil sebesar:

- $0,6 \sqrt{f_c'}$ MPa pada umur 28 hari, dengan perawatan standar atau
- Dihitung secara probabilitas statistik dari hasil pengujian

4.2 Tegangan Ijin

Menurut “Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan” tahun 2008 halaman 2-4 tegangan ijin beton terbagi atas,

1) Tegangan ijin tekan pada kondisi layan

Tegangan tekan ijin, layan $\sigma_{tk} = 0,45 \sqrt{f_c'}$ (untuk semua kombinasi beban).

2) Tegangan ijin tekan pada kondisi beban sementara atau kondisi transfer gaya prategang untuk komponen beton prategang

Tegangan tekan ijin penampang beton, $\sigma_{tk} = 0,60 \sqrt{f_{ci}'}$

Dimana:

f_{ci}' adalah kuat tekan beton initial pada saat transfer gaya prategang

3) Tegangan ijin tarik pada kondisi batas layan

Tegangan tarik ijin penampang beton:

- Beton tanpa tulangan : $0,15 \sqrt{f_c'}$
- Beton prategang penuh : $0,5 \sqrt{f_c'}$

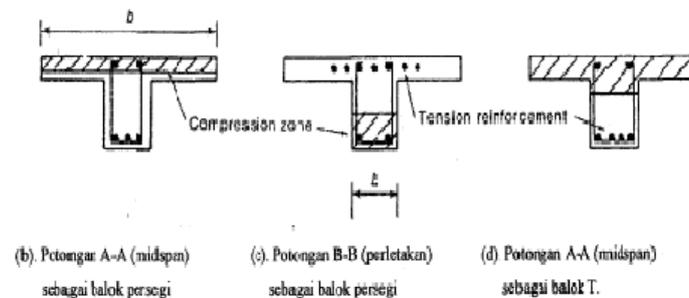
4) Tegangan ijin tarik pada kondisi transfer gaya prategang untuk komponen beton prategang

Tegangan tarik yang diijinkan pada saat transfer gaya prategang:

- $0,25 \sqrt{f_{ci}'}$ (selain di perletakan)
- $0,5 \sqrt{f_{ci}'}$ (di perletakan)

4.3 Perencanaan Balok T

Menurut “Perencanaan Struktur Beton Bertulang untuk Jembatan” tahun 2008 halaman 4-36 tegangan ijin beton terdiri dari,



Gambar 6. Balok T dalam momen positif dan negatif

1) Balok T dan balok T semu

Untuk menentukan balok T semu atau sebenarnya perlu digunakan pemeriksaan terlebih dahulu tinggi blok tekan beton, a dengan asumsi awal tinggi blok tekan beton memotong flens.

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c b_f}$$

Setelah a asumsi diperoleh, selanjutnya diperiksa apakah a memotong flens atau badan

Penampang balok:

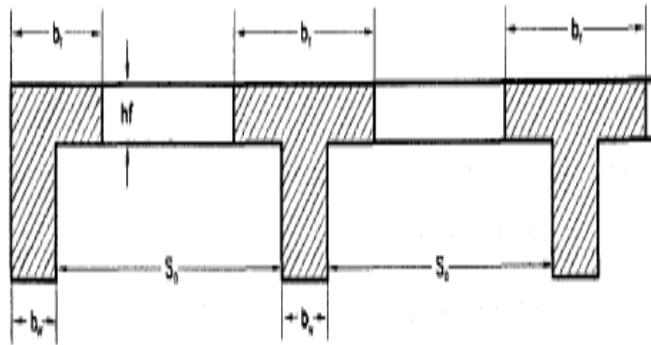
- jika a (asumsi) $\leq h_f$, maka dianalisis sebagai balok T semu (balok persegi seperti gambar 2.13b),
- jika a (asumsi) $> h_f$, maka dianalisis sebagai balok T sebenarnya seperti dapat dilihat pada gambar 2.13d

Lebar efektif sayap balok T berdasarkan SNI adalah nilai terkecil dari persyaratan sebagai berikut :

- $b_f = L/4$, dimana L adalah panjang bentang balok tersebut
- $b_f = b_w + 16 h_f$
- $b_f = b_w + S_o$ dimana S_o adalah jarak bersih antara balok dengan balok sebelahnya

Sedangkan lebar efektif balok L (balok yang hanya mempunyai pelat pada satu sisi saja) tidak boleh lebih dari :

- $b_f = b_w + L/12$
- $b_f = b_w + 6 h_f$
- $b_f = b_w + S_o/2$



Gambar 7. Lebar efektif balok dengan sayap

2) Balok T Tulangan Tunggal

a) Keruntuhan balans (seimbang)

Keruntuhan balans atau seimbang terjadi bila regangan maksimum pada serat terluar pada daerah tekan beton telah mencapai $s_{cu} = 0,003$ dan bersamaan dengan itu tulangan baja mencapai regangan leleh baja $s_s = s_y$. Keruntuhan balans ini digunakan untuk memeriksa penampang apakah keruntuhan tarik (*under reinforced*) atau keruntuhan tekan (*over reinforced*). Persamaan untuk keseimbangan gopel gayanya adalah sebagai berikut.

$$T = C$$

Dimana:

$$T = A_{sb} f_y$$

$$C = C_{cw} + C_{cf} = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w) h_f$$

$$a_b = \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) d$$

Dengan mendistribusikaa nilai a maka diperoleh A_{sb}

$$A_{sb} = \frac{0,85 f_c}{f_y} (\beta_1 b_w \left(\frac{600d}{600-f_y} \right) + (b_f - b_w)h_f)$$

b) Keruntuhan tarik (*under reinforced*)

Keruntuhan tarik terjadi bila keruntuhan dimulai dengan tulangan tarik baja mengalami leleh terlebih dahulu. Persamaan untuk keseimbangan gopel gayanya adalah sebagai berikut.

$$T = C$$

Dimana:

$$T = A_s f_y$$

$$C = C_{cw} + C_{cf} = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w)h_f$$

$$a = \frac{\varepsilon f_y - 0,85 f_c (b_f - b_w)h_f}{0,85 f_c b_w}$$

Jika $a \geq h_f$, maka b alok dianalisis sebagai balok T jika tidak cukup dianalisis sebagai balok persegi. Perhitungan dilanjutkan dengan menghitung momen nominal balok T :

$$M_n = C_{cw} (d - 0,5a) + C_{cf} (d - 0,5h_f)$$

c) Keruntuhan tekan (*over reinforced*)

Keruntuhan tekan terjadi bila keruntuhan dimulai dengan kehancuran pada daerah tekan beton terlebih dahulu. Hal ini terjadi bila tulangan tarik baja lebih banyak dari luas tulangan balans, A_{sb} yang dihitung pada pers atau regangan baja, $\varepsilon_s < \varepsilon_y$. Keruntuhan tekan bersifat getas sehingga tidak disarankan merencanakan dengan kondisi keruntuhan tekan. Keseimbangan gopel gaya:

$$T = C$$

Dimana:

$$T = A_s \varepsilon_s E_s$$

$$C = C_{cw} + C_{cf} = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w)h_f$$

Selanjutnya untuk menghitung momen nominal sama seperti menghitung momen dalam kondisi keruntuhan tarik, yaitu:

$$M_n = C_{cw} (d - 0,5a) + C_{cf} (d - 0,5h_f)$$

3) Balok T tulangan ganda

Seperti halnya dengan balok T tulangan tunggal, analisis balok T sebenarnya dilakukan bila tinggi blok tekan beton, $a \geq h_f$.

a) Keruntuhan tarik dengan tulangan tekan leleh

Untuk memeriksa apakah tulangan tekan leleh, maka perlu dihitung tinggi blok tekan beton, a dengan asumsi tulangan tekan leleh.

$$a = \frac{(A_s A'_s) f_y}{0,85 f_c b_f}$$

Bila $a \leq h_f$, maka balok dianalisis sebagai balok persegi, namun jika $a > h_f$ maka balok dianalisis sebagai balok T. Keseimbangan gaya :

$$T = C$$

Dimana:

$$T = A_s f_y$$

$$C = C_{cw} + C_{cf} + C_{cs} = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w) h_f + A'_s f_y$$

Bila persamaan diselesaikan maka tinggi balok desak beton a adalah

$$a = \frac{(A_s A'_s) f_y - 0,85 f_c (b_f - b_w) h_f}{0,85 f_c b_w}$$

$$a \leq \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) d, \text{ maka tulangan tarik leleh}$$

$$a \geq \beta_1 \left(\frac{600}{600 - f_y} \right) d', \text{ maka tulangan tarik leleh}$$

Selanjutnya menghitung momen nominal dengan persamaan sebagai berikut.

$$M_n = C_{cw} (d - 0,5a) + C_{cf} (d - 0,5h_f) + C_{cs} (d - d')$$

b) Keruntuhan tarik dengan tulangan tekan tidak leleh

$$T = C$$

Dimana:

$$T = A_s f_y$$

$$C = C_{cw} + C_{cf} + C_{cs} = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w) h_f + A'_s \epsilon'_s E_s$$

Regangan baja:

$$\epsilon'_s = \epsilon_{cu} \left(1 - \frac{\beta_1 d'}{a} \right)$$

Selanjutnya untuk mendapatkan nilai blok tekan beton a dilakukan dengan mendistribusikan persamaan di atas.

$$T = C_{cw} + C_{cf} + C_{cs}$$

$$A_s f_y = 0,85 f_c b_w a + 0,85 f_c (b_f - b_w) h_f + A'_s \varepsilon_{cu} \left(1 - \frac{\beta d'}{a}\right) E_s$$

$$0,85 f_c b_w a^2 + (0,85 f_c (b_f - b_w) h_f + A'_s \varepsilon_{cu} E_s - A_s f_y) a - (A'_s \varepsilon_{cu} \beta d' E_s) = 0$$

$$a = \frac{-B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

Dimana:

$$A = 0,85 f_c b_w$$

$$B = (0,85 f_c (b_f - b_w) h_f + A'_s \varepsilon_{cu} E_s - A_s f_y)$$

$$C = - (A'_s \varepsilon_{cu} \beta d' E_s)$$

Momen nominalnya:

$$M_n = C_{cw} (d - 0,5a) + C_{cf} (d - 0,5h_f) + C_{cs} (d - d')$$

5. PENUTUP

5.1 KESIMPULAN

5.1.1 Hasil Perhitungan Struktur Atas Jembatan

Tabel 2 Dimensi struktur atas jembatan

No	Elemen Struktur	Dimensi Struktur		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
1	Tiang sandaran	20	15	90
2	Trotoar	2500	100	25
3	Lantai kendaraan	2500	700	20
4	Gelagar memanjang	2500	Sisi bawah (b) = 55 Lebar badan (bw) = 30	1,75
5	Balok diafragma	120	35	80
6	Plat injak	2500	250	20

Tabel 3 Kebutuhan tulangan struktur atas jembatan

No	Elemen Struktur	Kebutuhan Tulangan		
		Tul.lentur (mm)	Tul.bagi (mm)	Tul.geser (mm)
1	Tiang sandaran	2 ϕ 12	-	ϕ 8-80
2	Trotoar	-	-	-
3	Lantai kendaraan	ϕ 13-100	ϕ 13-100	-
4	Gelagar memanjang	Badan atas: 8 ϕ 32 Sisi bawah: 17 ϕ 32	8 ϕ 13	ϕ 12-150
5	Balok diafragma	8 ϕ 16	4 ϕ 13	ϕ 10-100
6	Plat injak	ϕ 13-50	ϕ 13-250	-

5.1.2 Hasil Perhitungan Struktur Bawah Jembatan

Tabel 4 Dimensi struktur bawah jembatan

No	Elemen Struktur	Dimensi Struktur		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
1	Kepala abutment atas	1100	75	70
2	Kepala abutment bawah	1100	105	45,5
3	Badan abutment	1100	165	633,5
4	Poer abutment	1100	360	180
5	Tiang pancang	2700	ϕ tiang = 45 cm type c	

Tabel 5 Kebutuhan tulangan struktur bawah jembatan

No	Elemen Struktur	Dimensi Struktur		
		Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
1	Kepala abutment atas	ϕ 32-100	ϕ 13-50	-
2	Kepala abutment bawah	ϕ 32-100	ϕ 13-50	-
3	Badan abutment	ϕ 32-100	ϕ 22-200	ϕ 25-500
4	Poer abutment	ϕ 32-100	ϕ 22-250	ϕ 25-500

5.2 SARAN

Adapun saran-saran yang penulis simpulkan selama mengerjakan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Dalam melakukan perhitungan sebaiknya data-data yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu agar perhitungan sesuai dengan data-data yang lapangan atau data yang telah diuji coba laboratorium
2. Dalam proses perhitungan sebaiknya mengacu pada peraturan-peraturan yang sudah ditetapkan agar dimensi dan volume struktur dapat ditetapkan sebaik mungkin.
3. Untuk mencapai perencanaan yang baik dan benar-benar matang maka diperlukan studi kelayakan yang teliti dan referensi yang lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto, 2008. *Metode Konstruksi Jembatan Beton*, UI Press, Jakarta.
- Asroni, A. 2010. *Balok dan Plat beton Bertulang*. Surakarta: Graha Ilmu.
- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga Jakarta.
- Bowles, J. E., 1993, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 2, Erlangga Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Jenderal Bina Marga. 2008. *Perencanaan struktur Beton Bertulang untuk Jembatan*.
- Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik. 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*. Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat SNI 1725-2016: Standar Perencanaan Jembatan.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat SNI 2016-2833: Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Jembatan .

Departemen Pekerjaan Umum. RSNI T-02-2005: Standar Pembebanan untuk Jembatan. Badan Litbang PU.

Gunawan, R.1988, *Tabel Profil Konstruksi Baja*, Kanisius, Yogyakarta.

Gunawan,R.1983, *Pengantar Teknik Pondasi*.Kanisius, Yogyakarta.

Pengantar Dan Prinsip – Prinsip Perencanaan Bangunan bawah / Pondasi Jembatan, 1988.

Sunggono,KH.1984, *Mekanika Tanah*.Nova,Bandung.

Supryadi,B., Muntohar A.S., 2007, *Jembatan*, Beta Offset, Yogyakarta

Struyk, J.H., Van Der Veen, W.C.H.K., 1984, alih bahasa Soemargono, *Jembatan* Penerbit Pradnya Paramita, Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum.SNI0-03-2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung Beta Version).Bandung

Vis, W,C., Gideon. 1993,*Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga Jakarta.