

**ALTERNATIF STRUKTUR ATAS JEMBATAN
DENGAN GELAGAR BETON BERTULANG
(Studi kasus: Peningkatan Jembatan Leuwi Putat,
Kec. Pagelaran, Kab.Cianjur)**

**Yudi Sekaryadi,
Yayu Mustika
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Suryakencana**

ABSTRAK

Jembatan merupakan bangunan pelengkap jalan untuk memperlancar system transportasi darat dan sangat penting bagi manusia karena berfungsi sebagai penghubung antara satu daerah dengan daerah lainnya. Jembatan Leuwi Putat merupakan jembatan yang terletak di kecamatan Pagelaran, kabupaten Cianjur dan termasuk jembatan yang menunjang kelancaran perekonomian wilayah sekitar. Kondisi jembatan tersebut sudah tidak layak untuk dipakai jauh dari kata keamanan dan kenyamanan, untuk itu perlu diperbaiki dengan mendesain ulang struktur atas jembatan.

Pada tugas akhir ini dicoba mendesain struktur atas jembatan Leuwi Putat dengan jenis jembatan beton bertulang balok T yaitu jembatan dengan jenis gelagar nya berbentuk huruf “T” dengan bahan dasarnya dari beton dan baja. Panjang bentang jembatan 2 x 22 meter dengan lebar 5 meter. Peraturan untuk perancangan pembebanan struktur atas jembatan Leuwi Putat menggunakan peraturan Departemen Pekerjaan Umum. RSNi T-02-2005, untuk perancangan struktur beton menggunakan peraturan Departemen Pekerjaan Umum. RSNi T-04-2005, dan untuk rencana anggaran biaya menggunakan harga provinsi jawab barat tahun 2015.

Hasil dari perhitungan konstruksi struktur atas jembatan didapat bahwa gelagar balok T didesain dengan tinggi 1,4 meter dan lebar 7 meter di butuhkan tulangan lentur 17 D32 dan sengkang D16 – 250, jembatan mampu menahan beban yang bekerja sepanjang 22 meter. Selain itu, dari hasil perhitungan trotoar, plat lantai jembatan dan balok diafragma yang dirancang untuk jembatan tersebut aman terhadap beban yang bekerja. Biaya yang dibutuhkan untuk mendesain ulang struktur atas jembatan leuwi putat yaitu sebesar Rp. 821,152,600.00

Kata kunci :Jembatan, gelagar balok T, beton bertulang

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan berbagai macam jenis kontur mulai dari pegunungan hingga dataran rendah serta sungai. Maka untuk memperlancar transportasi darat digunakan bangunan jembatan. Jembatan merupakan suatu struktur konstruksi yang menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan

seperti lembah, aliran sungai, selat dan rintangan lainnya.

Kondisi infrastruktur baik jalan dan jembatan di Wilayah Cianjur Selatan terlihat rusak berat, untuk itu Pemerintah Kabupaten Cianjur melalui Dinas Pekerjaan Umum melakukan perbaikan

jembatan yang kondisinya memprihatinkan salah satunya peningkatan jembatan Leuwi Putat di Kecamatan Pagelaran. Upaya pemerintah untuk peningkatan jembatan Leuwi Putat tersebut adalah memperbaiki dan mendesain ulang struktur atas jembatan.

Penggunaan struktur beton bertulang merupakan salah satu alternatif peningkatan pada jembatan Leuwi Putat. Pelaksanaan jembatan beton bertulang bisa dilakukan tanpa perlu menggunakan alat berat, sehingga biaya pelaksanaan relative lebih murah. Jembatan beton bertulang cocok digunakan pada daerah-daerah dengan akses yang sulit dijangkau dimana kendaraan-kendaraan berat sulit mencapai lokasi proyek pembangunan jembatan, selain ini material penyusunan mudah didapatkan.

Masalah yang diteliti pada penelitian ini adalah bagaimana cara mendesain struktur atas jembatan Leuwi Putat dengan menggunakan gelagar beton bertulang.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan mengenai perancangan struktur atas jembatan dengan beton bertulang sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan desain alternative struktur atas jembatan yang sesuai dengan pertauran yang berlaku.

2 METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bagan alir metodologi penelitian ini, terdiri dari:

1. Pengumpulan data
 - a. Data primer
 - b. Data sekunder
2. Perancangan Struktur Atas Jembatan
 - a. Pembebanan
 - b. Perancangan struktur
 - c. Kontrol kekuatan struktur
3. Gambar teknis dan Rencana Anggaran Biaya

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Teknis Jembatan

Jenis pembebanan = BM 100%
 Panjang bentang = 22 x 2 meter
 Lebar trotoar = 1 meter
 Lebar total jembatan = 7 meter
 Tebal slab = 0,20 meter
 Jarak gelagar = 1,40 meter

Dimensi gelagar :

Lebar = 0,50 meter

Tinggi = 1,40 meter

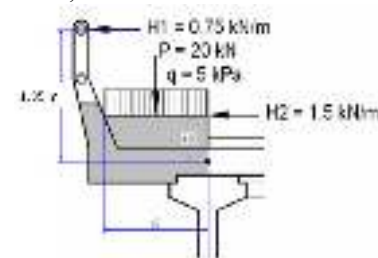
a. Perhitungan Tiang sandaran

Berdasarkan RSNI-02-2005 Faktor beban ultimit untuk beban trotoar

yaitu, $K_{Tp} = 1,8$

Jarak antara tiang sandaran

$L = 2,00 \text{ m}$.



Berdasarkan gambar diatas gaya horisontal pada tiang sandaran yaitu $H1 \times L$ didapat 1,50 kN

Momen dan gaya geser pada tiang sandaran :

$M_u = 1,8 \times 1,50 \times 1,35 = 3,65 \text{ kNm}$

$V_u = 1,8 \times 1,50 \times 1,35 = 3,65 \text{ kN}$

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dengan memakai mutu beton K-175 dan mutu baja U 24, didapat tulangan lentur 4 Ø10 dan tulangan sengkang Ø8 – 200 mm.

b. Perhitungan Slab trotoar

Tabel 4.1 perhitungan berat sendiri dan momen

Urut	h (m)	b (m)	L (m)	Berat Harian (kN/m)	Berat (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
1	0,25	0,70	2,00	25,00	8,750	0,350	3,063
2	0,25	0,07	2,00	25,00	0,875	0,775	0,681
3	0,45	0,10	0,15	25,00	0,321	0,597	0,172
4	0,45	0,10	0,15	25,00	0,321	0,770	0,247
5	0,45	0,10	0,15	25,00	0,169	0,803	0,136
6	0,45	0,20	0,15	25,00	0,813	0,770	0,318
7	0,20	0,70	2,00	25,00	7,000	0,350	2,450
8	Renggang			4	2,870	1,000	2,180
TOTAL					20,131		9,351

Momen trotoar per meter lebar

$M_{ms} = 9,351 / 2 = 4,676 \text{ kNm}$

Tabel 4.2 Perhitungan Beban Hidup

No	Jenis bahan	Gaya (kN)	Lengan (m)	Momen (kNm)
1	Beban horisontal pada railing (H1)	0,750	1,35	1,013
2	Beban horisontal pada kusen (H2)	1,5	0,35	0,525
3	Beban vertikal terpusat (P)	20	0,35	7,00
4	Beban vertikal merata - a*b2	1,20	0,35	1,225
Total M _{hid}				9,763

faktor beban ultimit berat sendiri = 1,3

faktor beban ultimit beban hidup = 1,8

Maka momen ultimit slab trotoar :

$$\begin{aligned} M_u &= (1,3 \times 4,678) + (1,8 \times 9,763) \\ &= 25,188 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dengan memakai mutu beton K-250 dan mutu baja U 24, didapat tulangan lentur Ø16 – 150 mm dan tulangan bagi Ø12 – 200 mm.

c. Perhitungan Plat kendaraan

Berat akibat beban tetap = 11,88 kN/m²

Momen akibat beban tetap :

$$\begin{aligned} M &= 1/10 q L^2 \\ &= 1/10 \times 11,88 \times 1,4^2 \\ &= 2,328 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berat akibat beban hidup “T”

Berat beban T sebesar 100 kN. Untuk menghitung momen terbagi menjadi 2 kondisi, dimana roda berada di tengah pelat dan dua roda berdekatan. Momen yang terbesar akibat kondisi roda berada di tengah pelat, yaitu :

$$M_{xm} = 30,677 \text{ kNm}$$

$$M_{ym} = 16,801 \text{ kNm}$$

Maka total momen pada pelat akibat beban mati dan beban hidup :

$$\begin{aligned} M_x &= M_{xDL} + M_{xLL} \\ &= 30,677 + 2,328 \\ &= 33,005 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_y &= M_{yDL} + M_{yLL} \\ &= 16,801 + 2,328 \\ &= 19,129 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dengan memakai mutu beton K-350 dan mutu baja U 39, didapat tulangan arah x D16 – 250 mm dan tulangan arah y D12 – 250 mm.

d. Perhitungan Pelat injak

Berat sendiri pelat injak sebesar = 61,248 kN/m

Beban terpusat (P) = 100 kN (Tekanan roda)

Momen pelat injak :

$$\begin{aligned} M &= 1/8 q l^2 + 1/4 P L \\ &= (1/8 \times 61,248 \times 3^2) + (1/4 \times 10 \times 3) \\ &= 76,404 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dengan memakai mutu beton K-350 dan mutu baja U 39, didapat tulangan D16 – 100 mm dan tulangan bagi D12 – 250 mm.

e. Perhitungan Gelagar balok T

Pembebanan gelagar balok T terdiri dari :

Beban sendiri = 23,336 kN/m

Beban tambahan = 5,636 kN/m

Beban lalin D/T = 140 kN

Beban akibat rem = 15,75 kN

Beban angin = 0,7405 kN/m

Beban gempa horisontal = 4,984 kN/m

rumus momen yang digunakan :

1/8 q L² → momen lapangan

1/12 qL² → momen tumpuan (kanan kiri)

Momen yang dikalikan dengan faktor beban ultimit berdasarkan RSNI T-02-2005, kemudian di kombinasikan.

Table 4.3 Kombinasi Momen ultimit lapangan

No	Jenis Kombinasi	Faktor Kombinasi	Momen (kNm)	Komb-1 Mu (kNm)	Komb-2 Mu (kNm)	Komb-3 Mu (kNm)
1	Demand (M _{DL}) Beban mati tambahan (M _{TL}) Udara hidup (M _{HL})	1.00	147.103	147.103	147.103	147.103
2	M _{DL}	0.90	34.00	34.00	34.00	34.00
3	M _{HL}	1.00	128.110	128.110	128.110	128.110
4	Gempa (M _E)	1.00	26.26	26.26	26.26	
5	Udara hidup (M _{HL})	1.00	44.00	44.00		
7	Beban gempa (M _E)	1.00	211.00			211.00
Total Kombinasi Momen ultimit (Mu)				333.479	333.479	333.479

Table 4.4 Kombinasi Momen ultimit tumpuan

No	Jenis Kombinasi	Faktor Kombinasi	Momen (kNm)	Komb-1 Mu (kNm)	Komb-2 Mu (kNm)	Komb-3 Mu (kNm)
1	Demand (M _{DL}) Beban mati tambahan (M _{TL}) Udara hidup (M _{HL})	1.00	400.00	400.00	400.00	400.00
2	M _{DL}	0.90	113.00	113.00	113.00	113.00
3	M _{HL}	1.00	128.110	128.110	128.110	128.110
4	Gempa (M _E)	1.00	26.26	26.26	26.26	
5	Beban angin (M _{WL})	1.00	14.00	14.00		
7	Beban gempa (M _E)	1.00	121.71			121.71
Total Kombinasi Momen ultimit (Mu)				679.57	679.57	679.57

Tabel 4.5 Kombinasi gaya geser ultimit

No	Jenis Kombinasi	Faktor Kombinasi	Gaya Geser (kN)	Komb-1 Vu (kN)	Komb-2 Vu (kN)	Komb-3 Vu (kN)
1	Demand (M _{DL}) Beban mati tambahan (M _{TL}) Udara hidup (M _{HL})	1.00	226.70	226.70	226.70	226.70
2	M _{DL}	0.90	81.00	81.00	81.00	81.00
3	M _{HL}	1.00	101.00	101.00	101.00	101.00
4	Gempa (M _E)	1.00	1.00	1.00	1.00	
5	Udara hidup (M _{HL})	1.00	6.10	6.10		
7	Beban gempa (M _E)	1.00	20.00			20.00
Total Kombinasi gaya geser ultimit (Vu)				415.80	415.80	415.80

Dari kombinasi beban beban, maka Momen ultimit dan gaya geser ultimit terbesar terjadi pada kombinasi 3 dimana beban gaya rem dan beban angin diabaikan.

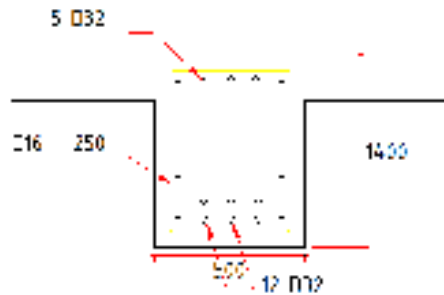
$$M_u = 5149,9 \text{ kNm}$$

$$M_{ut} = 3270,61 \text{ kNm}$$

$$V_u = 838,9 \text{ kN}$$

Untuk menganalisis balok T pada jembatan ini, perhitungan yang dilakukan sama seperti pada balok persegi karena garis netral balok T berada pada sayap balok.

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan dengan memakai mutu beton K-350 dan mutu baja U 39, digunakan tulangan lapangan 17 D32, tulangan tumpuan 11 D32 dan tulangan sengkang D16-250 mm.



Gambar 4.2 Detail tulangan lapangan balok T

f. Perhitungan Lendutan gelagar
berdasarkan SNI 2002, rumus lendutan adalah :

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{Q \times L^4}{(E \times I_e)}$$

dimana lendutan terjadi akibat beban – beban yang bekerja pada gelagar jembatan. Kemudian di cari lendutan maksimum pada balok dengan rumus :

$$\begin{aligned} \delta_{maks} &= L/240 \\ &= 22,00 / 240 \\ &= 0,09167 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Kombinasi lendutan

No	Beban	Komb-1 (kNm)	Komb-2 (kNm)	Komb-3 (kNm)
1	Beban mati (DMS)	0,0224	0,0204	0,0204
2	Beban mati tambahan (DMS)	0,0010	0,0010	0,0010
3	Beban hidup (DL)	0,0139	0,0120	0,0120
4	Gaya angin (W)	0,0053	0,0053	
5	Beban gempa (E)	0,0028		
6	Beban gempa (E)			0,0044
	Total	0,0421	0,0415	0,0457

Maka: Lendutan kombinasi 1
 $0,0421 < L/240$ OK
 Lendutan kombinasi 2
 $0,0415 < L/240$ OK
 Lendutan kombinasi 3
 $0,0457 < L/240$ OK

g. Rencana Anggaran Biaya

No. DIBERI	URAIAN	Jumlah Harga Iskandari Rp
1	LOKASI	17,290.000.00
2	STRUKTUR	84,742.000.00
(A)	Jumlah Harga Pokok (Jumlah Biaya Berkas dan Sertifikat)	74,500.000.00
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	7,450.000.00
(C)	Jumlah Harga Pokok (Jumlah Biaya Berkas dan Sertifikat) + PPN = (A) + (B)	81,950.000.00
(D)	Jumlah Harga Pokok (Jumlah Biaya Berkas dan Sertifikat) + PPN + Biaya Lain-lain	821,152,600.00

Rencana anggaran biaya untuk struktur atas jembatan Leuwi Putat senilai Rp. 821,152,600.00.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan konstruksi dapat disimpulkan bahwa :

Bahan struktur yang digunakan :

- Mutu beton K-175 untuk tiang sandaran dengan mutu baja U 24 polos
- Mutu beton K-250 untuk slab trotoar dengan mutu baja U 24 polos
- Mutu beton K-350 untuk pelat kendaraan, pelat injak, gelagar dan balok diafragma dengan mutu baja U 39 ulir.

Hasil dari perhitungan tulangan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Tiang sandaran
 Lentur : 4 Ø10
 Sengkang : Ø8 – 200 mm
- Slab trotoar
 Lentur : Ø16 – 150 mm
 Bagi : Ø12 – 200 mm
- Pelat lantai kendaraan
 Tul. Arah x : Ø16 – 250 mm
 Tul. Arah y : Ø16 – 250 mm
- Pelat injak
 Lentur : Ø16 – 100 mm
 Bagi : Ø12 – 250 mm
- Gelagar Balok T
 Tul. Lapangan : 17 D32
 Tul. Tumpuan : 11 D32
 Tul. Sengkang : Ø16 – 250 mm

Hasil kontrol kekuatan momen dari semua struktur atas jembatan dengan tulangan yang direncanakan bahwa momen rencana > Momen ultimit yang artinya dimensi struktur yang direncanakan aman terhadap beban– beban yang bekerja di sepanjang bentang. Dan lendutan yang terjadi pada gelagar akibat beban yang bekerja lebih kecil dari lendutan maksimum.

B. Saran

Berdasarkan hasil perancangan struktur atas jembatan Leuwi Putat maka terkait beberapa saran yang berkaitan dengan perencanaan yaitu:

- Perlu dicoba menggunakan profil gelagar yang lebih ekonomis.
- Dalam mengasumsikan beban-beban yang bekerja pada jembatan harus diperhitungkan lebih teliti.

- c. Setelah didapat hasil perhitungan perlu dilakukan review design untuk memastikan jembatan aman atau tidak.

6. DAFTAR PUSTAKA

Asiyanto, 2008. *Metode Konstruksi Jembatan beton*, UI Press, Jakarta

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

Departemen Pekerjaan Umum, 2005. RSNI T-04-2005: *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. Badan Litbang PU.

Hariandja, Binsar. 1986. *Disain Beton Bertulang Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.

Materi perkuliahan Universitas Suryakencana Jurusan Teknik Sipil: *Struktur Jembatan* oleh Yudi Sekaryadi., Ir, MT. 2016

Materi Perkuliahan Universitas Suryakencana Jurusan Teknik Sipil: *Struktur Beton II* oleh Yudi Sekaryadi., Ir, MT. 2016

Supriyadi, Bambang & Muntohar, Agus Setyo. 2007. *Jembatan Edisi Pertama*. Yogyakarta: Beta Offset.

