

PERENCANAAN JEMBATAN BETON BERTULANG DUSUN I DESA PULAU GADANG KECAMATAN XIII KOTO KAMPAR

AGUS ALISA PUTRA^{1*}, MUHAMMAD RIYAN SABRI², BENY SETIAWAN³

Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai^{1,2,3}

Email: agusalisaputra.pg@gmail.com¹

Abstract: *This study focuses on the structural redesign of a collapsed 34-year old wooden bridge in Dusun I Kampung Mahligai, Pulau Gadang Village, XIII Koto Kampar District, Riau Province. The original structure served as a critical access route for pedestrians and vehicles. The redesign adopts reinforced concrete with an 8-meter span and a width of 3,5 meters, incorporating guardrails, sidewalks, deck slabs, and girders. Structural calculation follow RSNI T-12-2004 and RSNI T-02-2005 standards, with manual internal force analysis. The design specifications include guardrails (10x15 cm, 2D10 reinforcement), sidewalks (20cm thickness, D12-120), deck slabs (20cm thickness, D12-150), and girders (30x60 cm, 12D19). A central pillar supports the span, ensuring improved stability and longevity.*

Keywords: *Bridge Redesign; Reinforced Concrete Structure; Structural Analysis.*

Abstrak: Penelitian ini berfokus pada redesain struktur jembatan kayu berusia 34 tahun yang runtuh di dusun I Kampung Mahligai, Desa Pulau Gadang, Kecamatan XIII Koto Kampar, Provinsi Riau. Struktur awalnya berfungsi sebagai jalur akses penting bagi pejalan kaki dan kendaraan. Redesain ini menggunakan beton bertulang dengan bentang 8 meter dan lebar 3,5 meter, meliputi tiang sandaran, trotoar, pelat lantai, dan gelagar. Perhitungan struktur mengikuti standar RSNI T-12-2004 dan RSNI T-02-2005 dengan analisis gaya dalam secara manual. Spesifikasi desain mencakup tiang sandaran (10x15 cm, tulangan 2D10), trotoar (tebal 20 cm, D12-120), pelat lantai (tebal 20 cm, D12-150), serta gelagar (30x60 cm, 12D19). Pilar Tengah digunakan untuk mendukung bentang, memastikan stabilitas dan daya tahan yang lebih baik.

Kata kunci: Redesain Jembatan; Struktur Beton Bertulang; Analisis Struktur.

A. Pendahuluan

Jembatan yang terletak di Dusun I Kampung Mahligai Desa Pulau Gadang Kecamatan XIII Koto Kampar Kab. Kampar Provinsi Riau ini dibangun Oleh Pemerintah Republik Indonesia pada tahun 1990 Oleh Menteri Transmigrasi. Desa Pulau Gadang merupakan desa yang dipindahkan akibat oleh Pembangunan Mega Proyek PLTA Koto Panjang dengan kapasitas 114 Mega Watt.

Jembatan merupakan suatu struktur yang dibuat untuk menyeberangi jurang atau rintangan seperti sungai, rel kereta api ataupun jalan raya. Jembatan dibangun untuk penyeberangan pejalan kaki, kendaraan atau kereta api di atas halangan. Jembatan juga merupakan bagian dari infrastruktur transportasi darat yang sangat vital dalam aliran perjalanan.

Jembatan yang dibangun merupakan jembatan kayu dengan panjang 15 meter lebar 3 meter. Setelah dibangun jembatan ini merupakan akses transportasi bagi warga desa Pulau gadang. Seiring dengan bertambahnya usia jembatan dan bertambahnya volume kendaraan yang melewati jembatan membuat jembatan cepat mengalami kerusakan dan mengalami keruntuhan pada tahun 2019. Selama putusnya jembatan kayu itu hingga kini, lalu lintas warga di sekitarnya menjadi terganggu.

Mengingat sangat mendesaknya kebutuhan akan jembatan di Dusun I ini, Pemerintah Desa Pulau Gadang akan Memasukkan ke dalam Anggaran Biaya Pembangunan Desa (APDES) untuk Tahun 2026 nanti. Pemerintah desa Pulau Gadang meminta kepada Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai untuk dapat melakukan perencanaan pembangunan kembali jembatan yang permanen yang direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi baik dari segi kenyamanan, keamanan, maupun keindahan guna memperlancar transportasi warga sehingga dapat memperpendek waktu dan jarak tempuh untuk meningkatkan perekonomian masyarakat setempat.

B. Metodologi Penelitian

Pendekatan yang digunakan adalah kuantitatif yang berdasarkan hasil perhitungan dan analisis struktur jembatan beton bertulang sesuai standar RSNI T-12-2004 dan RSNI T-02-2005.

Spesifikasi Penelitian

Lokasi penelitian di Dusun I Kampung Mahligai Desa Pulau Gadang, Kecamatan XIII Koto Kampar, Riau. Objek penelitian adalah perencanaan struktur atas jembatan beton bertulang dengan bentang 8 meter dan lebar 3,5 meter.

Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder, data primer diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan untuk mendapatkan kondisi aktual, termasuk bentuk penampang dan pengukuran lebar sungai. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, studi literatur, dan data eksisting.

Metode Analisis Data

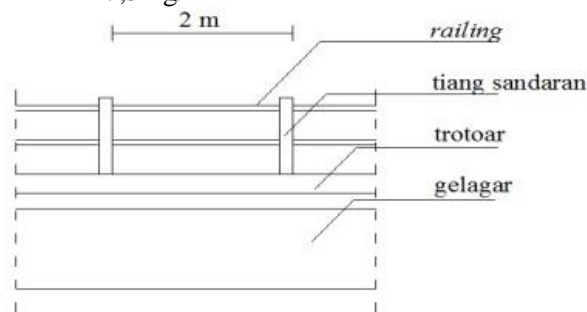
Analisis awal dilakukan adalah mengidentifikasi sistem pembebanan untuk perencanaan jembatan mengacu kepada standar RSNI T-02-2005. Kemudian akan dianalisis menggunakan standar RSNI T-12-2004, analisis elemen struktur termasuk perhitungan momen geser, dan kapasitas penulangan untuk elemen tiang sandaran, pelat lantai kendaraan, dan gelagar.

C. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Pipa *Railing*

Data teknis:

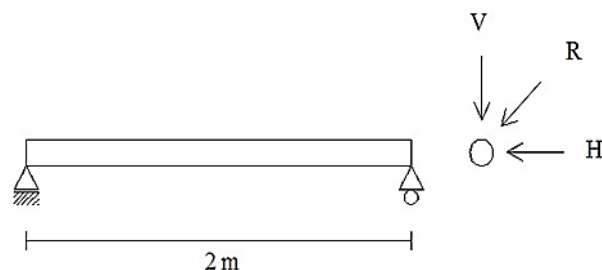
Diameter pipa (\emptyset)	= 5,08 cm
σ_{izin}	= 1950 kg/cm ²
Panjang (l)	= 2 m
Momen tahanan (W_x)	= 11,5 cm ²
Bj pipa	= 7,5 kg/m



Gambar 1. Penampang Memanjang Railing

Pembebanan pada *railing*:

Berat sendiri profil (qV)	= 7,5 kg/m
Beban muatan hidup (qH)	= 100 kg/m ²



Gambar 2. Resultan Gaya pada Pipa Sandaran (*Railing*)

$$R = \sqrt{1,2(qV^2) + 1,6(qH^2)}$$

$$R = \sqrt{1,2(7,5^2) + 1,6(100^2)}$$

$$R = 196,37 \text{ kg/m}$$

Momen yang terjadi pada pipa sandaran:

$$u = \frac{1}{8} \times R \times L^2$$

$$u = \frac{1}{8} \times 196,37 \times 2^2$$

$$u = 9818,4 \text{ kg/m}$$

Kontrol terhadap bahan tegangan yang ada:

Terhadap momen

$$\frac{\sigma u}{W_x} \leq \sigma_{izin}$$

$$\frac{Mu}{W_x} \leq 1950$$

$$\frac{9818,4}{11,5} \leq 1950$$

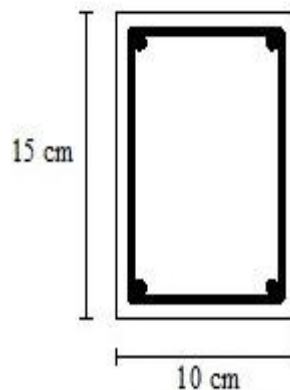
$$853,78 \text{ kg/cm}^2 < 1950 \text{ kg/cm}^2 \text{ (Ok)}$$

Perhitungan Riang Sandaran

Tiang sandaran sebagai struktur jembatan yang diperhitungkan mampu menahan beban horizontal sebesar 100 kg/m^2 dan mampu menahan *railing* sandaran, yang bekerja pada tinggi 90 cm di atas lantai trotoar. Dengan asumsi tiang sandaran sebagai balok kantilever. Pipa sandaran (*railing*) direncanakan menggunakan pipa $\varnothing 2 \text{ inch}$ (50,5 mm).

Data teknis:

Lebar (b)	=	10 cm
Tinggi (h)	=	15 cm
Jarak antar tiang	=	2 m
Selimut beton	=	4 cm
Mutu baja (f_y)	=	240 MPa
Mutu beton	=	K-300
\varnothing tulangan pokok	=	10 mm
\varnothing tulangan begel	=	8 mm



Gambar 3. Penampang Melintang Tiang Sandaran

Momen maksimum yang bekerja pada satu tiang sandaran:

$$M_{maks} = Ph \times L$$

$$M_{maks} = 200 \times 1,15$$

$$M_{maks} = 230 \text{ kgm}$$

Penulangan tiang sandaran rasio penulangan

$$\rho_{min} = 0,00583$$

$$\rho_{perlu} = 0,01381$$

$$\rho_{maks} = 0,04016$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 135,991 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 dengan luas penampang ($A = 78,54 \text{ mm}^2$)

Jumlah tulangan:

$$n = \frac{A_s}{A} = \frac{135,991}{78,54} = 1,71 = 2 \text{ buah}$$

Digunakan 2D10, untuk mengatasi gaya horizontal $P=200 \text{ kg}$ bekerja bolak balik, dipakai tulangan 2D10 rangkap.

Kontrol kapasitas momen:

$$M_n = A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 157,08 \times 240 \left(97 - \frac{17,812}{2} \right)$$

$$M_n = 3321065,44 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$0,8 \times 3321065,44 \geq 2300000$$

$$2656852,3 \text{ Nmm} > 2300000 \text{ Nmm (Ok)}$$

Perhitungan Pelat Kantilever

Pembebanan pada pelat kantilever beban mati (*qD*):

Tabel 1. Perhitungan Momen Lentur (Bending Moment)

No.	Volume (m ³)	y (kg/m ²)	W (kg)	Lengan (m)	Momen (kgm)
1	0,1x0,15x0,6 = 0,009	2400	21,60	0,700	14,58
2	0,1x(0,05x0,4) ² = 0,001	2400	2,40	0,717	1,72
3	0,1x0,1x0,4 = 0,004	2400	9,60	0,650	6,24
4	0,15(0,1x0,4) ² =0,002	2400	4,80	0,567	2,72
5	0,75x0,25x1 = 0,175	2200	385,00	0,350	134,75
6	0,7x0,2x1 = 0,14	2400	336,00	0,350	117,60
7	Air hujan: 0,05x0,5x1 = 0,025	1000	25,00	0,250	6,25
8	Railling: 2x2x7,5		20,320	0,675	13,72
Total momen lentur					297,58

Beban hidup (*qL*):

$$P_1 = (100 \times 1) \times 1,35 = 135,00 \text{ kgm}$$

$$P_2 = (500 \times 1) \times 0,45 = 225,00 \text{ kgm}$$

$$q = \frac{1}{2} \times (500 \times 1) \times 0,5^2 = 62,50 \text{ kgm} + 422,50 \text{ kgm}$$

$$M_u = (1,2 \times 297,58) + (1,6 \times 422,5)$$

$$= 1033,09 \text{ kgm}$$

Penulangan pelat kantilever:

$$\rho_{\min} = 0,00583$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00213$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 933,33 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D12 (*A_s* = 113,04 mm²), dengan jarak antar tulangan:

$$s = \frac{(113,04 / 933,33)}{1000} = 121,11 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan D12-120mm

Tulangan susut/bagi:

$$A_s = 20\% \times A_{st}$$

$$A_s = 20\% \times 933,33$$

$$A_s = 186,67 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D8 (*A_s* = 50,24 mm²), dengan jarak antar tulangan:

$$s = \frac{(50,24 / 186,67)}{1000} = 269,14 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan D8-250 mm

Kontrol terhadap geser beton:

$$\tau_c = \frac{V}{7/8 \times b \times h} \leq 0,45 f'c$$

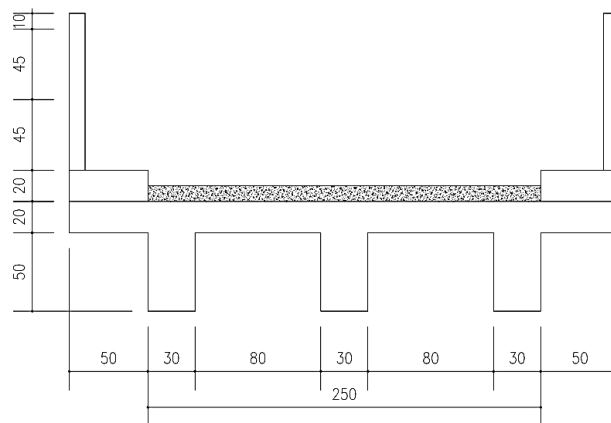
$$\tau_c = \frac{1045,4 \cdot 10^2}{7/8 \times 1000 \times 160} \leq 0,45 \cdot 24,9$$

0,075 MPa < 11,21 MPa (Ok)

Perhitungan Pelat Lantai Kendaraan

Data perencanaan pelat:

Tebal pelat lantai jembatan	= 0,2 m
Jarak antar gelagar	= 1,1 m
Tebal lapis aspal + overlay	= 0,1 m
Tebal air hujan	= 0,05 m
Kontak area roda (aa)	= 0,5 m
Kontak area roda (bb)	= 0,2 m



Gambar 4. Desain Potongan Melintang Jembatan

Momen total:

$$Mu_{Lx} = 2824,31 \text{ kgm}$$

$$Mu_{Ly} = 1630,91 \text{ kgm}$$

$$Mu_{Tx} = 183,71 \text{ kgm}$$

Penulangan pelat lantai kendaraan:

Arah melintang (l_x)

Rasio tulangan:

$$\rho_{\min} = 0,00583$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00595$$

$$\rho_{\max} = 0,04016$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 951,45 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D12 ($A_s = 113,04 \text{ mm}^2$), maka jarak tulangan:

$$s = \frac{(113,04 / 951,45)}{1000} = 118,81 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan D12-120 mm.

Arah melintang (T_x)

$$\rho_{\min} = 0,00583$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00370$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 933,33 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan D12 ($A_s = 113,04 \text{ mm}^2$), maka jarak tulangan:

$$s = \frac{(113,04 / 933,33)}{1000} = 121,11 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan D12-120 mm.

Perhitungan Gelagar

Data perencanaan gelagar:

Panjang gelagar (L)	= 4 m
Lebar perkerasan ($B1$)	= 2,5 m
Lebar trotoar ($B2$)	= 0,5 m
Jarak antar girder (s)	= 1,8 m
Lebar girder (b)	= 0,3 m
Tinggi girder (h)	= 0,6 m
Tebal slab (ts)	= 0,2 m
Tinggi air hujan (th)	= 0,05 m
Mutu beton ($f'c$)	= 24,5 MPa
Mutu baja (fy)	= 390 MPa

Pembebanan pada gelagar:

Tabel 2. Rekap Gaya pada Gelagar

No.	Aksi	Faktor Beban	Momen (kNm)	Geser (kN)	Mu (kNm)	Vu (kN)
1	Berat sendiri (M_s)	1,30	594,000	118,800	772,200	154,440
2	Beban mati tambahan (M_A)	2,00	121,500	24,300	243,000	48,600
3	Beban lajur "D" (T_D)	1,80	200,450	34,478	400,900	68,956
4	Beban T (T_T)	1,80	522,682	98,394	940,828	177,109
5	Gaya rem (T_B)	1,80	2,392	-	4,305	-
6	Beban angin (E_W)	1,20	25,379	-	30,455	-
7	Beban gempa (T_Q)	1,00	262,946	52,589	262,946	52,589
Total					2654,634	501,694

Penulangan gelagar:

$$\rho_{\min} = 0,00359$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,00649$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,02097$$

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d = 3145,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D19 ($A = 283,385 \text{ mm}^2$)

Jumlah tulangan:

$$n = \frac{A_s}{A} = \frac{3145,5}{283,385} = 11,09 = 12 \text{ buah}$$

Digunakan 12D19.

Kontrol kapasitas momen:

$$M_n = A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_n = 314550 \times 390 \left(1200 - \frac{154,371}{2} \right)$$

$$M_n = 6603341882 \text{ Nmm}$$

$$\phi M_n \geq Mu$$

$$0,8 \times 6603,34 \geq 2654,634$$

$$5282,673 > 2654.634 \text{ kNm (Ok)}$$

Penulangan geser:

$$V_u = 501,694 \text{ kN}$$

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} = \frac{501,694}{0,7} = 716,706 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{24,9} \cdot 300 \cdot 1200 = 299399,3987 \text{ N}$$

$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 0,6 \times 299399,3987 = 89819,819 \text{ N}$$

$$V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$$

501699 kN > 89819,819 kN → perlu tulangan geser

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 716,706 - 299,399 = 417,307 \text{ kN}$$

$$V_s \leq \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$417,307 \leq \frac{2}{3} \sqrt{24,9} \cdot 300 \cdot 1200$$

$$417,307 < 1197,597 \text{ kN (Ok)}$$

Digunakan tulangan D12 ($A_v = 226,08 \text{ mm}^2$):

$$s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s}$$

$$s = \frac{226,08 \cdot 390 \cdot 1200}{417,307}$$

$$s = 253,54 \text{ mm}$$

$$s_{maks} = \frac{1}{2} d = \frac{1}{2} 1200 = 600 \text{ mm}$$

Jadi, digunakan tulangan sengkang D12-200 mm

D. Penutup

Dari hasil penelitian perhitungan struktur jembatan beton bertulang di Dusun I Kampung Mahligai Desa Pulau Gadang Kecamatan XIII Koto Kampar, diperoleh beberapa Kesimpulan sebagai berikut:

1. Saat melakukan kegiatan perhitungan struktur bangunan atas harus dapat memenuhi konsep-konsep dasar perencanaan jembatan sehingga menciptakan keselamatan, keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan.
2. Dalam melakukan perhitungan juga sebaiknya harus mengacu pada peraturan yang sudah ditetapkan agar tidak terjadi kelebihan dimensi dan volume pembebanan pada struktur
3. Untuk penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian kapasitas daya dukung tanah untuk perencanaan struktur bawah.

Daftar Pustaka

- Asroni, A. 2010. *Balok dan Plat Beton Bertulang*. Surakarta: Graha Ilmu.
- Badan Standar Nasional. 2002. *Baja Tulangan Beton SNI 07-2052-2002*. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 032847-2002*. Bandung: BSN.
- Badan Standar Nasional. 2004. *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. RSNI T-12-2004. Jakarta: BSN.
- Badan Standar Nasional. 2005. *Perencanaan Pembebanan Jembatan RSNI T-02-2005*. Jakarta: BSN.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1970. *Peraturan Muatan Untuk Jembatan Jalan Raya*. Jakarta: Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Perencanaan Pembebanan Jalan Raya (PPJR)*. Jakarta: Bina Marga.
- Hudiono, 1986 *Perencanaan Jembatan*. Science Cipta Series.
- Iqbal, A. 1995. *Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*, cetakan I. Jakarta: PT Mediantama Saptakarya.
- Supriyadi dan Muntohar. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Vis, MC dan Kusuma, GH. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.