

Perencanaan gelagar jembatan beton bertulang di Sungai Wairawa Kecamatan Baguia Kabupaten Baucau

Chindiani Rawambaku¹, Caetano Jose Freitas²

Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jln Babarsari 43 Yogyakarta

Email: 245119919@students.uaajy.ac.id

Received 17 August 2025; Revised 3 September 2025; Accepted for publication 10 September 2025; Published 26 September 2025

Abstract — The Wairawa River Bridge, located in the Baguia District, Baucau, Timor-Leste, was designed to support regional connectivity as part of the national infrastructure program. This study focuses on the structural design of the bridge superstructure using reinforced concrete with a compressive strength of 30 MPa and reinforcing steel with a yield strength of 400 MPa. The design considered dead load, live load, braking force, wind load, temperature effects, and seismic load in accordance with Indonesian Bridge Loading Standards (RSNI T-02-2005). The analysis produced a maximum girder moment of 1937.2 kNm and a shear force of 599.3 kN. Flexural reinforcement was provided with 3D32 longitudinal bars, while shear reinforcement was provided with stirrups arranged according to design requirements. Deflection analysis confirmed that the maximum deflection remained within serviceability limits. The results demonstrate that the proposed girder dimensions and reinforcement details are structurally sound and economically viable, rendering the design suitable for implementation in the region.

Keywords — bridge, reinforced concrete, reinforcing steel

Abstrak—Jembatan Sungai Nunudere yang terletak di Kecamatan Baguia, Kabupaten Baucau, Timor-Leste, direncanakan untuk mendukung konektivitas regional sebagai bagian dari program pembangunan infrastruktur nasional. Studi ini membahas perencanaan struktur atas jembatan menggunakan beton bertulang dengan kuat tekan 30 MPa dan baja tulangan dengan kuat leleh 400 MPa. Analisis perencanaan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, gaya rem, beban angin, pengaruh temperatur, dan beban gempa sesuai dengan standar pembebanan jembatan Indonesia (RSNI T-02-2005). Hasil analisis menunjukkan momen maksimum pada gelagar induk sebesar 1937,2 kNm dan gaya geser 599,3 kN. Tulangan lentur menggunakan 3D32 sebagai tulangan pokok, sedangkan tulangan geser menggunakan sengkang yang diatur sesuai kebutuhan struktur. Analisis lendutan menunjukkan nilai defleksi berada dalam batas layanan yang diizinkan sehingga memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan. Dengan demikian, dimensi gelagar dan detail tulangan yang diusulkan dinyatakan aman serta ekonomis untuk diterapkan pada pembangunan jembatan di wilayah tersebut.

Kata Kunci—jembatan, beton bertulang, baja tulangan

PENDAHULUAN

Infrastruktur transportasi darat memegang peranan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan pemerataan pembangunan wilayah. Pada negara berkembang seperti Republik Demokratik Timor-Leste (RDTL), keterbatasan infrastruktur jalan dan jembatan masih menjadi tantangan utama. Oleh karena itu, dalam Rencana Strategis Pembangunan Nasional (PED-R) periode 2023–2028, pemerintah menempatkan pembangunan jaringan transportasi

darat sebagai prioritas untuk meningkatkan konektivitas antarwilayah.

Kecamatan Baguia di Kabupaten Baucau merupakan kawasan yang masih menghadapi keterisolasian, terutama saat musim hujan ketika banjir sering menghambat aktivitas masyarakat. Kondisi ini menegaskan urgensi pembangunan jembatan yang dapat menghubungkan kedua wilayah tersebut secara berkelanjutan.

Jembatan Wairawa direncanakan menggunakan struktur beton bertulang dengan kuat tekan beton (f_c') sebesar 30 MPa, berat jenis beton 2400 kg/m³, serta baja tulangan dengan kuat leleh (f_y) 400 MPa. Perencanaan ini ditujukan untuk menghasilkan desain yang tidak hanya memenuhi persyaratan teknis dan standar pembebanan jembatan Indonesia, tetapi juga memberikan solusi yang aman, kokoh, dan ekonomis bagi peningkatan aksesibilitas masyarakat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi lapangan dan studi pustaka untuk memperoleh data perencanaan jembatan. Studi lapangan dilakukan melalui survei lokasi di Desa Alawa Kraik, Kecamatan Baguia, Kabupaten Baucau, yang merupakan bagian dari ruas jalan Baguia–Watukarbau. Data yang diperoleh meliputi kondisi topografi, karakteristik sungai, serta kebutuhan lalu lintas.

Studi pustaka dilakukan dengan menelaah literatur, buku referensi, dan standar peraturan yang relevan, terutama Standar Pembebanan Jembatan Indonesia (RSNI T-02-2005) serta peraturan teknis terkait perencanaan jembatan beton bertulang.

Tahapan perencanaan dilakukan melalui langkah-langkah berikut:

1. **Preliminary Design** – menentukan dimensi awal trotoar, lantai kendaraan, dan balok gelagar berdasarkan kebutuhan fungsional.
2. **Analisis Beban** – menghitung beban mati, beban hidup, beban tambahan, beban angin, gaya rem, pengaruh temperatur, dan beban gempa.
3. **Desain Elemen Struktur** – meliputi analisis kekuatan dan kekakuan gelagar induk, gelagar melintang (diafragma), serta pelat lantai kendaraan.
4. **Perhitungan Pembesian** – menentukan kebutuhan tulangan lentur, tulangan geser, dan tulangan susut pada elemen struktur utama.
5. **Kontrol Struktur** – meliputi verifikasi kapasitas momen, gaya geser, serta lendutan agar memenuhi persyaratan keamanan dan kenyamanan.

Metode ini diharapkan menghasilkan desain struktur jembatan yang memenuhi kriteria teknis, ekonomis, dan layak untuk diimplementasikan di lokasi penelitian.

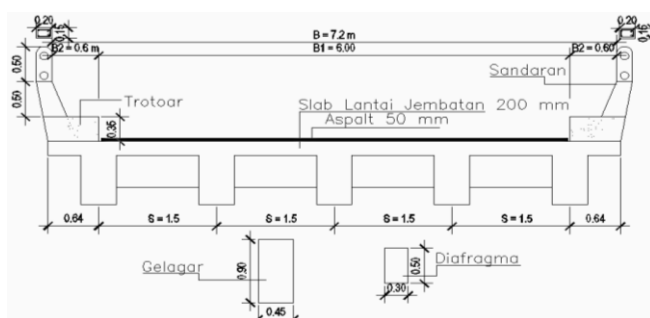
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Jembatan

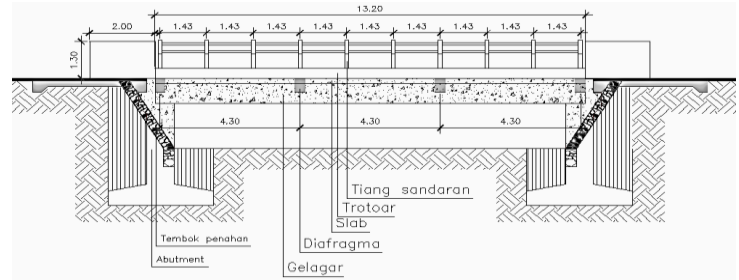
Data teknis jembatan yang direncanakan ditunjukkan pada Tabel 1. Secara umum, jembatan dirancang dengan struktur beton bertulang menggunakan gelagar utama dan diafragma, serta material beton mutu normal dan baja tulangan berstandar.

Tabel 1. Data dan spesifikasi jembatan

Komponen	Spesifikasi
Tipe jembatan	Beton bertulang (<i>Box Culvert</i>)
Panjang bentang (L)	13,20 m
Kelas jembatan	B
Lebar lalu-lintas (B1)	6,00 m
Lebar trotoar (B2)	2 x 0,6 m
Lebar total (B)	7,20 m
Pembebanan	70,00 %
Lantai jembatan	Beton bertulang; tebal lantai 0,20 m; tebal perkerasan 0,05 m; curah hujan 0,02 m
Balok Gelagar	Beton bertulang; lebar 0,45 m; tinggi 0,90 m; jumlah 5 buah; jarak antar-gelagar 1,5 m
Balok Diafragma	Beton bertulang; lebar 0,30 m; tinggi 0,50 m; jumlah 16 batang; jarak 4,3 m
Spesifikasi Bahan	Beton: $f_c' = 30$ MPa; $\gamma = 2400$ kg/m ³ . Baja tulangan: $f_y = 400$ MPa



Gambar 1. Tampak melintang



Gambar 2. Tampak memanjang

2. Analisis Beban

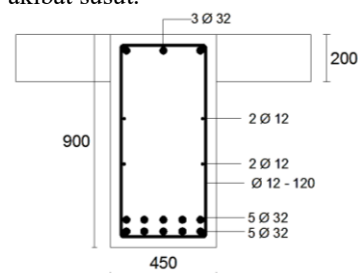
Perencanaan jembatan Wairawa mengacu pada pembebanan sesuai RSNI T-02-2005. Beban yang dianalisis meliputi:

- **Beban mati (MS):** akibat berat sendiri struktur sebesar 17,90 kN/m, menghasilkan gaya geser 118,15 kN dan momen 389,90 kNm.
- **Beban mati tambahan (MA):** sebesar 1,95 kN/m, menghasilkan gaya geser 12,87 kN dan momen 42,47 kNm.
- **Beban lalu lintas:**
 - ✓ Lajur "D" memberikan gaya geser 125,4 kN dan momen 566,28 kNm.
 - ✓ Truk "T" menghasilkan gaya geser maksimum 197,27 kN dan momen 602,00 kNm.
- **Gaya rem (TB):** menghasilkan momen 57,5 kNm dan gaya geser 8,71 kN.
- **Beban angin (EW):** menghasilkan gaya geser 6,65 kN dan momen 21,95 kNm.
- **Pengaruh temperatur (ET):** menghasilkan momen 17,82 kNm.
- **Beban gempa (EQ):** menghasilkan gaya geser 14,60 kN dan momen 48,18 kNm.

Kombinasi beban ultimit menghasilkan **momen maksimum gelagar induk sebesar 1937,2 kNm** dan **gaya geser maksimum sebesar 599,3 kN**.

3. Perencanaan Tulangan Gelagar

- **Tulangan lentur:** berdasarkan perhitungan kebutuhan luas baja, digunakan **3D32** batang tulangan pokok pada gelagar induk.
- **Tulangan geser:** untuk menahan gaya geser ultimit 599,3 kN, digunakan sengkang baja D12 dengan jarak sesuai kapasitas penampang.
- **Tulangan susut:** dipasang tulangan tambahan D12-200 mm pada badan gelagar untuk mengontrol retak akibat susut.



Gambar 3. Detail Tulangan

4. Kontrol Kapasitas Struktur

- **Momen:** kapasitas momen nominal gelagar diperoleh sebesar 1949,7 kNm, lebih besar dari momen ultimit rencana (1937,2 kNm). Hal ini menunjukkan struktur **aman terhadap momen**.
- **Lendutan:** hasil analisis menunjukkan lendutan maksimum total sebesar 0,0127 m, masih lebih kecil dibandingkan lendutan izin ($L/240 = 0,055$ m). Dengan demikian, gelagar induk **aman terhadap syarat lendutan**.

5. Pembahasan

Hasil analisis memperlihatkan bahwa dimensi gelagar dengan lebar 0,45 m dan tinggi 0,90 m mampu menahan beban ultimit yang bekerja. Kombinasi tulangan pokok D32, tulangan geser D12, dan tulangan susut tambahan memberikan kapasitas struktur yang mencukupi baik terhadap kekuatan (*strength*) maupun terhadap syarat layanan (*serviceability*).

Hal ini menunjukkan bahwa desain gelagar jembatan tidak hanya memenuhi persyaratan teknis menurut standar, tetapi juga ekonomis karena penggunaan jumlah tulangan masih dalam batas efisiensi struktur.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan perencanaan gelagar Jembatan Nunudere di Kecamatan Baguia, Kabupaten Baucau, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perencanaan beban jembatan mengacu pada RSNI T-02-2005, meliputi beban mati, beban hidup, beban tambahan, gaya rem, beban angin, pengaruh temperatur, dan beban gempa. Kombinasi beban menghasilkan momen ultimit sebesar **1937,2 kNm** dan gaya geser ultimit sebesar **599,3 kN** pada gelagar induk.
2. Hasil perencanaan pembesian menunjukkan bahwa gelagar induk memerlukan tulangan lentur **3D32**, tulangan geser berupa sengkang baja D12, serta tulangan susut tambahan untuk mengendalikan retak.
3. Verifikasi kapasitas menunjukkan bahwa **kapasitas momen nominal (1949,7 kNm) > momen ultimit rencana (1937,2 kNm)**, sehingga struktur aman terhadap syarat kekuatan.
4. Analisis lendutan menunjukkan nilai lendutan maksimum 0,0127 m, lebih kecil dari lendutan izin (0,055 m), sehingga struktur aman terhadap syarat layanan.

Dengan demikian, rancangan dimensi gelagar dan detail tulangan yang diusulkan **layak, aman, dan ekonomis** untuk diterapkan sebagai solusi infrastruktur jembatan di kawasan Baguia, Timor-Leste.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta dan Program Magister Teknik Sipil

atas dukungan akademik, serta kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia melalui Beasiswa KNB atas dukungan pembiayaan. Apresiasi juga diberikan kepada Pemerintah Daerah Baucau dan masyarakat Desa Alawa Kraik atas bantuan dalam pengumpulan data, serta kepada dosen pembimbing dan rekan-rekan yang telah memberikan arahan dan motivasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2. BSN, Beban Minimum untuk Perancangan Jembatan., Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia, SNI 1725:2016.
- [2] S. 2847:2019, Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan, Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, BSN, 2019.
- [3] D. D. a. C. W. D. A. H. Nilson, Design of Concrete Structures, 15th ed., , New York: McGraw-Hill, 2020.
- [4] F. L. a. F. Andrä, "Bridge engineering and structural optimization in reinforced concrete design," *Engineering Structures*, vol. 212, pp. 110–125., 2020.
- [5] R. F. a. T. F. R. S. H. Rizal, "Analysis of T-beam reinforced concrete bridges under moving loads," *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, vol. 11, no. 4, p. 45–56, 2020.
- [6] P. C. K. a. J. M. LaFave, "Shear strength of reinforced concrete bridge girders with stirrups," *ACI Structural Journal*, vol. vol. 117, no. no. 3, p. pp. 135–145, 2020.
- [7] J. A. S. W. a. J. T. Hatmoko, "Evaluation of bridge load carrying capacity using Indonesian standards," *Civil Engineering Journal*, , vol. vol. 6, no. no. 10, p. pp. 1954–1968, 2020..
- [8] C. J. Freitas, "SEISMIC PERFORMANCE OF A PRIVATE RESIDENCE BUILDING DESIGNED WITH NONLINEAR TIME HISTORY ANALYSIS," *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, vol. 30, no. 2, pp. 104–111, 2025/7/28.
- [9] J. K. a. T. H. L. Y. Kim, "Serviceability assessment of reinforced concrete bridge girders considering deflection limits," *Structural Engineering and Mechanics*, vol. vol. 77, no. no. 4, pp. pp. 457–469, , 2021.
- [10] C. J. Freitas, "The Structural design of ESG-Baguaia school building using the cross method for portal and forced method for truss," in *Proceedings of International Conference on Multidisciplinary Engineering (ICOMDEN)*, Indonesia, 2024/1/31.
- [11] A. K. G. a. P. Kumar, "Flexural and shear behavior of reinforced concrete T-beams with different stirrup ratios," in *Materials Today: Proceedings*, Materials Today: Proceedings, vol. 47, pp. 648–654, 2021..
- [12] Y. W. a. L. Zhang, "Seismic performance evaluation of reinforced concrete bridge structures," *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, , Vols. vol. 152, , pp. p. 107042, , 2022..
- [13] R. W. F. B. a. J. W. v. d. Meer, " Long-term deflection behavior of concrete bridges," *Engineering Structures*, vol. 248, p. p. 113264, 2021.
- [14] L. F. C. a. H. T. Nguyen, "Load distribution behavior of reinforced concrete girder bridges," *Journal of Bridge*

Engineering (ASCE), vol. vol. 28, no. no. 2, p. p. 04022010, 2023.

- [15] T. A. N. a. C. K. L. D. S. Y. Tan, "Life-cycle cost analysis of reinforced concrete bridge girders," *Structures*, Vols. vol. 45,, p. pp. 857–870, 2022.
- [16] M. A. Y. a. H. Nugraha, "Application of finite element method in reinforced concrete bridge girder design," *International Journal of Advanced Structural Engineering*, vol. vol. 15, no. no. 1, p. pp. 55–67, 2023.
- [17] J. T. H. a. A. Lisantono, *Analisis Keandalan Struktur*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2020.

PENULIS



Chindiani Rawambaku, Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta



Caetano Jose Freitas, Program Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta