

PERENCANAAN GELAGAR JEMBATAN SUNGAI MINANGA DENGAN BETON PRATEGANG

Parea R. Rangan^{1*}, Bastian A. Ampangallo², Hernita Matana³, Abraham Ganti⁴

¹²³⁴Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja, Jl. Nusantara No.12 Makale, Kabupaten Tana Toraja, Indonesia

¹pareausanrangan68@gmail.com; ²bastianartanto@ymail.com; ³hernita@ukitoraja.ac.id; ⁴abrahaganti272@gmail.com

*pareausanrangan68@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:

Jembatan, Beton Prategang, Beton.

Pembangunan jembatan Sungai Minanga ditujukan untuk menghubungkan jalan poros Sa'dan Minanga yang di belah oleh alur sungai Saddang. Kehadiran jembatan ini sangat dibutuhkan guna memperlancar kegiatan masyarakat sehari-hari. Oleh karena itu, jembatan yang dibangun harus memenuhi syarat kekakuan, lendutan, dan ketahanan terhadap beban yang bekerja. Beragam material menjadi pertimbangan dalam pembuatan jembatan Maka di ambil langkah alternatif dengan menggunakan struktur beton prategang, beton prategang menjadi solusi yang dipilih dikarenakan karakteristiknya kuat terhadap pergeseran dan mengurangi potensi keretakan dengan dimensi yang lebih kecil, serta tahan terhadap karat.

Adapun langkah-langkah metodologi penelitian yaitu, malakukan pengumpulan data, dalam hal ini data primer atau data yang diperoleh langsung dari lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari pihak atau instansi terkait. Langkah yang kedua adalah metode yang digunakan, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Pascatarik (Post-Tension Method) dimana beton dicor lebih dahulu, sebelumnya telah disiapkan saluran kabel atau tendon yang disebut duct. Langkah yang terakhir menganalisa dan menghitung.

Setelah dilakukan analisa dan perhitungan, maka hasil perencanaan jembatan Minanga yaitu, direncanakan dengan gelagar prategang dengan jumlah gelagar 3 buah dengan 2 meter dan panjang jembatan 30 m, konstruksi antara balok gelagar dengan plat lantai jembatan merupakan komposit yang diikat dengan shear connector. dimensi gelagar dengan ukuran lebar bawah 65cm, lebar atas 55cm, dengan tinggi 160cm, menggunakan 4 buah tendon dengan jarak 172,3 mm disetiap gelar dan menggunakan tulangan utama Ø 22 mm dan tulangan geser Ø 8 mm.

Gelagar pratengang menguntungkan untuk digunakan pada konstruksi jembatan sungai Minanga baik dari segi biaya maupun dari segi pelaksanaannya.

Keywords:

Bridge, Prestressed Concrete, Concrete.

ABSTRACT

The construction of the Minanga River bridge is intended to connect the Sa'and Minanga axis roads which are divided by the Saddang river channel. The presence of this bridge is needed to facilitate the daily activities of the community. Therefore, the bridge built must meet the requirements of stiffness, deflection, and resistance to working loads. Various materials are taken into consideration in making bridges. So an alternative rare is taken by using a pre-stressed concrete structure, pre-stressed concrete is the chosen solution because its characteristics are strong against shifting and reducing the potential for cracking with smaller dimensions, and is resistant to rust.

The steps of the research methodology, namely, collecting data, in this case primary data or data obtained directly from the field and secondary data obtained from related parties or agencies. The second step is the method used, the method used in this research is the Post-Tension Method where the concrete is cast first, previously a cable or tendon channel called a duct has been prepared. The last step is analyzing and calculating.

After analyzing and calculating, the results of planning the Minanga bridge, namely, planned with prestressed girders with a number of 3 girders with 2 meters and a bridge length of 30 m, the construction between the girder beam and the bridge floor plate is a composite tied with a shear connector. girder dimensions with a size of 65cm bottom width, 55cm top width, with a height of 160cm, using 4 tendons with a distance of 172.3 mm in each degree and using Ø 22 mm main reinforcement and Ø 8 mm shear reinforcement.

The prestressed girders are favorable for use in the construction of the Minanga river bridge both in terms of cost and in terms of implementation.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](#) license.



I. Pendahuluan

Jembatan adalah suatu bangunan yang memungkinkan suatu jalan menyilang sungai atau saluran air, lembah atau menyilang jalan lain yang tidak sama tinggi permukaannya. Dalam perencanaan dan perancangan jembatan sebaiknya mempertimbangkan fungsi kebutuhan transportasi, persyaratan teknis dan estetika-arsitektural yang meliputi: aspek lalu lintas, aspek teknis, aspek estetika (Supriyadi dan Muntohar, 2007). Pembangunan suatu jembatan harus memenuhi syarat kekakuan, lendutan, dan ketahanan terhadap beban yang bekerja. Beragam material menjadi pertimbangan dalam pembuatan jembatan. Namun dalam pemilihan material ada beberapa aspek yang perlu ditinjau yaitu keamanan, harga, waktu pelaksanaan, dan fleksibilitas desain. Material yang umum digunakan dalam pembuatan jembatan biasanya adalah baja dan beton.

Konstruksi jembatan menggunakan baja beton kurang efektif dikarenakan bahan baja yang digunakan sangat rentan terhadap korosif karat, sehingga perlu pemeliharaan rutin sedangkan konstruksi jembatan menggunakan beton prategang memiliki kekuatan terhadap tekanan beban dan tekanan tarikan sekaligus sehingga dapat meningkatkan kapasitas lentur, geser dan torsional penampang. Beton prategang adalah beton yang mengalami tegangan internal dengan besar dan didistribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban eksternal" (Meutuwa Ridhana dkk, 2019). Menurut Ir. H. J. Struyk dalam bukunya "Jembatan", jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan – rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api dan lain-lain.

Jembatan didesain untuk melewatkkan berbagai jumlah angkutan barang dan atau penumpang dalam suatu jangka waktu tertentu. Perencanaan konstruksi jembatan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat dipertanggung jawabkan secara teknis dan ekonomis (Yogi Alexander, 2019). Dari keterangan di atas, dapat dilihat bahwa jembatan merupakan suatu sistem transportasi untuk tiga hal yaitu merupakan pengontrol kapasitas dari sistem, mempunyai biaya tertinggi per mil dari sistem, jika jembatan runtuh sistem akan lumpuh. Bila lebar jembatan kurang lebar untuk menampung jumlah alur yang diperlukan oleh lalu lintas jembatan akan menghambat laju lalu lintas. Dalam hal ini jembatan akan menjadi pengontrol volume dan berat lalu lintas yang dapat dilayani oleh sistem transportasi. Oleh karena itu, jembatan dapat dikatakan mempunyai fungsi keseimbangan (balancing) dari sistem transportasi pada saat yang penting untuk membangun jembatan. jembatan yang merupakan bagian jalan yang sangat penting sebagai suatu prasarana transportasi harus memenuhi persyaratan Badan Pusat Statistik (BPS): Keamanan, Kenyamanan, Estetika, Keawetan, Kemudahan pengerjaan, dan Ekonomis. Beragam material menjadi pertimbangan dalam pembuatan jembatan.

Material yang umum digunakan dalam pembuatan jembatan bentang panjang biasanya adalah baja dan beton. Namun dalam pemilihan material ada beberapa aspek yang perlu ditunjau yaitu keamanan, harga, waktu pelaksanaan, dan fleksibilitas desain (Samsuardi Batubara dan Larno Simatupang, 2018)

Pembangunan jembatan Sungai Minanga, ditujukan untuk menghubungkan jalan poros Sa'dan Minanga yang di belah oleh alur sungai Sa'dan. Kehadiran jembatan ini sangat dibutuhkan guna memperlancar kegiatan masyarakat sehari-hari. Jembatan Sungai Minanga yang ada saat ini dibangun menggunakan konstruksi baja beton, mengingat konstruksi jembatan menggunakan baja beton kurang efektif, sangat rentan terhadap korosif karat, lemah terhadap beban tekan, rentan terhadap tekuk, lemah terhadap beban siklik maka diambil langkah alternatif dengan menggunakan struktur beton prategang, beton prategang menjadi solusi yang dipilih dikarenakan karakteristiknya kuat terhadap pergeseran dan mengurangi potensi keretakan dengan dimensi yang lebih kecil, serta tahan terhadap karat. Dasar pemikiran inilah, penulis terdorong untuk mengadakan tinjauan terhadap Jembatan Minanga Toraja Utara menggunakan beton prategang. Dalam hal ini penulis mengangkat judul proposal tugas akhir yaitu: **PERENCANAAN GELAGAR JEMBATAN SUNGAI MINANGA DENGAN BETON PRATEGANG’.**

II. Metode

Jembatan Sungai Minanga merupakan jembatan penghubung jalan poros Sa'dan Minanga yang terputus oleh aliran anak sungai Sa'dan, terletak di wilayah Sa'dan Pebulian Toraja Utara, Sulawesi Selatan. Dengan panjang jembatan 30 m, dan lebar jalan 5 m dengan bahu jalan secara keseluruhan 1m. Untuk mengefektifkan waktu dan pekerjaan maka dalam melakukan sebuah penelitian harus memperhatikan beberapa hal yang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam penelitian tersebut sehingga tidak ada pekerjaan yang dilakukan berulang-ulang.

Prosedur penelitian yaitu langkah-langkah yang dipakai untuk mengumpulkan data guna menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan di dalam penelitian ini. Dalam perencanaan struktur Jembatan Minanga dilakukan berbagai prosedur penelitian atau langkah-langkah yang harus sesuai dan saling mendukung satu sama lain, agar penelitian yang dilakukan mempunyai bobot yang cukup memadai dan memberikan kesimpulan-kesimpulan yang tidak meragukan, sehingga prosedur penelitian dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Tahap perencanaan yaitu tahap dimana sebuah penelitian dipersiapkan. Semua hal yang berhubungan dengan penelitian dipersiapkan pada tahap ini. Misalnya pemilihan judul dan hipotesis.
2. Tahap pelaksanaan merupakan sebuah tahap dimana sebuah penelitian sudah dilaksanakan. Pengumpulan data, analisis data dan penarikan kesimpulan.
3. Tahap penulisan merupakan tahap dimana sebuah penelitian telah selesai dilaksanakan.

Metode pengumpulan data adalah suatu sarana yang digunakan untuk menemukan penyelesaian tentang masalah secara ilmiah. Dalam pengumpulan data, peranan instansi yang terkait sangat diperlukan sebagai pendukung dalam memperoleh data – data yang diperlukan. Untuk perencanaan struktur Jembatan Sungai Minanga diperlukan sejumlah data yang didapat secara langsung yaitu dengan melakukan peninjauan langsung ke lapangan ataupun data yang didapatkan dari instansi terkait serta data penunjang lainnya.

Adapun pengumpulan data tersebut terbagi menjadi dua data yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data Primer adalah data yang diperoleh dengan melakukan pengamatan langsung ke lapangan dan wawancara yang meliputi:
 - a. Survey keadaan topografi dan geometri lokasi perencanaan.
 - b. Survey sungai untuk perencanaan jembatan.
2. Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait yang meliputi:
 - a. Gambar perencanaan jembatan
 - b. Data lalu lintas rencana

III. Hasil dan Pembahasan

A. Analisa Data

Dalam suatu perencanaan jembatan khusunya perencanaan jembatan Minanga, sangat memerlukan aspek yang saling berkaitan. Tujuannya untuk memperoleh perencanaan yang efektif dan efisien sehingga dapat merencanakan jembatan dengan optimal sesuai dengan fungsi jembatan tanpa mengecualikan faktor-faktor yang ada

1. Analisis Lalu Lintas

Perencanaan jembatan Minanga' memerlukan analisa terhadap aspek lalu lintas untuk menentukan lebar jembatan yang mampu melayani peningkatan arus lalu lintas berdasarkan jenis dan fungsinya.

Pengambilan data volume lalu lintas atau banyaknya kendaraan yang lewat pada garis pengamatan dilakukan dengan mencatat semua kendaraan yang melewati semua garis

injak melintang, pada pos pengamatan selama waktu pengamatan. Perhitungan lalu lintas dalam penelitian ini dilaksanakan selama 6 hari dari jam 08:00-18:00 WITA.

a. Data Geometrik Jalan

Kondisi Ruas Jalan : Tipe Jalan Perkotaan

Jalan Dua-Lajur dan Dua-Arah (2/2 UD)

Geometri : Lebar lajur lalu lintas efektif 6 m

Lebar bahu efektif pada kedua sisi 0,5 m

b. Data Volume Lalu Lintas

1) Data volume lalu lintas

Volume lalu lintas pada survei penelitian ini di amati selama 7 hari diperoleh sampel data berupa volume lalu lintas, jenis kendaraan, dan tipe kendaraan. Dari hasil penelitian di lapangan kendaraan yang melintas

sebagian besar terdiri dari kendaraan Tipe dan jenis kendaraan yang melintas dilokasi penelitian antara lain:

- Kendaraan ringan (KR), kendaraan ringan meliputi: mobil penumpang, mikrobus, picup, dan truk kecil.
- Kendaraan berat (KB), kendaraan berat meliputi : bus, truck dua as, truck kabinasi sesuai klasifikasi dari bina marga.
- Sepeda motor (SM), yaitu untuk kendaraan bermotor dengan dua roda seperti sepeda motor, scooter, motor gede.
- Kendaraan tak bermotor, yaitu kendaraan yang digerakkan oleh manusia. Kendaraan tak bermotor meliputi: sepeda, becak, kereta

Tabel 1. Unsur Lalu Lintas

No.	Jenis Kendaraan	SKR
1.	Kendaraan Berat (KB)	1,3
2.	Kendaraan Ringan (KR)	1
3.	Sepeda Motor (SM)	0,5
4.	Kendaraan Tak Bermotor (KTB)	1

2. Analisis Volume Lalu lintas

Dari hasil penelitian lalu lintas menggunakan data lalu lintas tertinggi yang terjadi selama penelitian. Dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{N}{T}$$

Keterangan:

Q = Volume kendaraan (kend/jam)

N = Jumlah kendaraan (kend)

T = Waktu atau periode pengamatan (jam)

Dengan :

a. Dengan jumlah kendaraan = 226 kend

b. Waktu pengamatan selama 1 jam

$$\text{Maka : } Q = \frac{N}{T} = \frac{226 \text{ kend}}{1 \text{ jam}} = 226 \text{ kend/jam}$$

total Arus lalulintas tertinggi terjadi pada hari rabu 13 juli 2022 dilokasi penelitian didapatkan data tertinggi sebagai berikut :

QKR = 30 kend/jam

QKB = 0 kend/jam

QSM = 236 kend/jam

Berdasarkan ketentuan PKJI 2014 pada tabel 2.1 dapat diperoleh ekuivalen pada masing-masing jenis kendaraaan yaitu :

EkrKR = 1

EkrKB = 0,25

$$EkrSM = 1,2$$

Jawaban :

$$Q = KR + KB + SM$$

$$Q = 30 + 0 + 236 = 266 \text{ kend/jam}$$

$$Q = \Sigma (KR \times EkrKR) + (KB \times EkrKB) + (SM \times EkrSM)$$

$$Q = \Sigma (30 \times 1) + (0 \times 0.25) + (236 \times 1,2) = 89 \text{ skr/jam}$$

Tabel 2. Data Volume Lalu Lintas Jembatan Minanga Terletak di Wilayah Sa'dan Pebulian Toraja Utara

Waktu	Jumlah Kendaraan (Kendaraan)				Jumlah Kendaraan (Skr/jam)				Total	
	SM	KR	KB	KTB	Total	SM	KR	KB	KTB	
08.00 – 09.00	59	5	0	0	64	14.75	5	0	0	19.75
09.00 – 10.00	29	8	0	0	37	7.25	8	0	0	15.25
10.00 – 11.00	43	13	1	0	57	10.75	13	1.2	0	24.95
11.00 – 12.00	82	15	0	0	97	20.5	15	0	0	35.5
12.00 – 13.00	236	30	0	0	266	59	30	0	0	89
13.00 – 14.00	112	12	1	0	124	28	12	1.2	0	41.2
14.00 – 15.00	98	23	0	0	121	24.5	23	0	0	47.5
15.00 – 16.00	147	10	0	0	157	36.75	10	0	0	46.75
16.00 – 17.00	39	7	0	0	46	9.75	7	0	0	16.75
17.00 – 18.00	48	9	0	0	57	12	9	0	0	21
Total	893	132	2	0	1027	223.25	132	2.4	0	356.55

Arus jam puncak pada hari rabu, 13 Juli 2022, pada ruas terjadi pada jam 12:00 - 13:00 = 405 skr/jam, dan terendah terjadi pada pukul 09:00-10:00 = 173 skr/jam. Dengan Jumlah arus lalulintas dua arah selama periode waktu penelitian = 356,55 skr/hari.

3. Analisis Kecepatan Arus Bebas

Untuk perhitungan kecepatan arus bebas pada jalan 1 lajur : 2 arah tak terbagi yaitu sebagai berikut :

$$V_B = (V_{BD} + V_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK}$$

Dengan :

kecepatan arus bebas untuk kondisi lapangan VB km/jam

Berdasarkan ketentuan pkji 2014 diperoleh kecepatan arus bebas dasar untuk dua lajur tak terbagi VBD = 42 km/jam

Berdasarkan ketentuan pkji 2014 diperoleh Nilai penyesuaian kecepatan akibat lebar jalan VBL = -3

Berdasarkan ketentuan pkji 2014 diperoleh Faktor penyesuaian kecepatan bebas akibat hambatan samping pada jalan yang memiliki bahu atau jalan yang dilengkapi dengan kereb atau trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat FVBHS = 0.98

Berdasarkan ketentuan pkji 2014 diperoleh Faktor penyesuaian kecepatan bebas untuk ukuran kota FVBUK = 0.93

Berdasarkan parameter yang ada, maka dapat diperoleh kecepatan arus bebas adalah sebesar :

$$V_B = (F_{Bo} + F_{BL}) \times FV_{BHS} \times FV_{BUK}$$

$$V_B = (42 + (-3)) \times 0.98 \times 0.93$$

$$V_B = 35,54 \text{ Km/Jam}$$

Tabel 3. Rekapitulasi Kecepatan Arus Bebas (VB)

Arah	Faktor Penyesuaian				Kecepatan Arus Bebas VB (km/jam)
	Kecepatan Arus bebas dasar (F _{Bo})	lebar jalur FVL (KM/JAM)	Hambatan Samping (FV _{HS})	Ukuran Kota (FV _{UK})	
Jembatan minanga	42	-3	0.98	0.93	35.54

4. Analisis Kapasitas

Kapasitas (C) merupakan arus lalu lintas maksimum yang melalui suatu ruas jalan dalam satuan ekr/jam yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan dalam kondisi tertentu. Pada perhitungan kapasitas jalan untuk 1 jalur : 2 jalur tak terbagi yaitu sebagai berikut :

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

- Kapasitas (C), skr/jam
- Berdasarkan variabel pada pkji 214 diperoleh Kapasitas dasar (C₀) dengan tipe jalan 2/2 TT = 2900 skr/jam
- Berdasarkan variabel pada pkji 2014 Faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar lajur atau jalur lalu lintas (FCLJ) = 0,87
- Berdasarkan variabel pada pkji 2014 Faktor penyesuaian kapasitas terkait pemisahan arah, hanya pada jalan tak terbagi (FCPA) = 0,94
- Berdasarkan ketentuan pkji 2014 Faktor penyesuaian kapasitas terkait KHS pada jalan berbahu atau berkereb (FCHS) = 0,94
- Berdasarkan ketentuan pkji 2014 Faktor penyesuaian kapasitas terkait ukuran kota (FCUK) = 0,94

Berdasarkan parameter yang ada, maka dapat diperoleh Kapasitas arus lalu lintas di jalan poros sa'dan minaga' adalah sebesar :

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK}$$

$$C = 2900 \text{ Skr/Jam} \times 0,87 \times 0,94 \times 0,94 \times 0,94$$

$$C = 2096 \text{ Skr/jam (dua lajur tak terbagi)}$$

Tabel 4. Rekapitulasi Kapasitas (C)

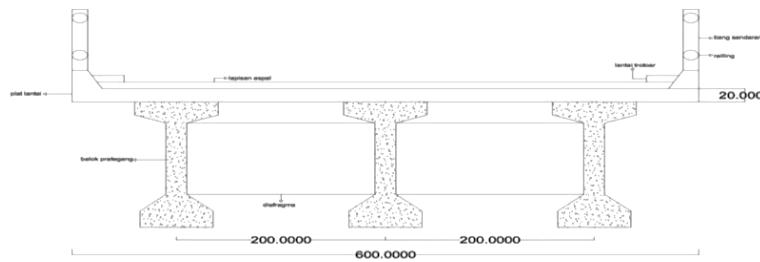
Arah	C ₀ skr/jam	Faktor penyesuaian				C
		FC _{LJ}	FC _{PA}	FC _{HS}	FC _{UK}	
Buisun – Burake	2900	0.87	0.94	0.94	0.93	2096

B. Data-data Perencanaan

Pembahasan berikut ini akan merencanakan gelagar memanjang (grider) pada jembatan 30 m. Adapun data jembatan dapat dilihat dibawah ini :

- Nama jembatan : Jembatan Sungai Minanga
- Lokasi jembatan : Sa'dan Pebulian, Toraja Utara, Sulawesi Selatan.
- Jenis jembatan : Lalu lintas atas

- Status jalan : Arteri Kelas II
- Konstruksi jembatan : Jembatan prategang dengan Lantai komposit.
- Panjang bentang jembatan : 30m (Tidak menggunakan pier)
- Tebal slab lantai jembatan(h_0) : 20 cm
- Tebal lapisan aspal + overlay(h_a) : 10 cm
- Tebal genangan air hujan(th) : 5 cm
- Jarak antar balok prategang(s) : 160 cm
- Lebar jembatan (b) : 600 cm ($0,5 + 5 + 0,5$)m
- Lebar jalur lalu lintas(b_1) : 500 cm
- Lebar trotoar (b_2) : 50 cm



Gambar 1. Penampang Melintang Jembatan

Struktur Atas :

a. Tiang Sandaran

- Mutu Beton (f'_c) = 25 mpa
- Mutu Baja (fy) = 240 mpa

b. Lantai Trotoar

- Mutu Beton (f'_c) = 25 mpa
- Mutu Baja (fy) = 240 mpa

c. Plat Lantai

- Mutu Beton (f'_c) = 25 mpa
- Mutu Baja (fy) = 240 mpa

d. Beton Prategang

- Mutu Beton (f'_c) = 60 mpa
- Mutu Baja (fy) = 400 mpa

C. Perhitungan Struktur Atas

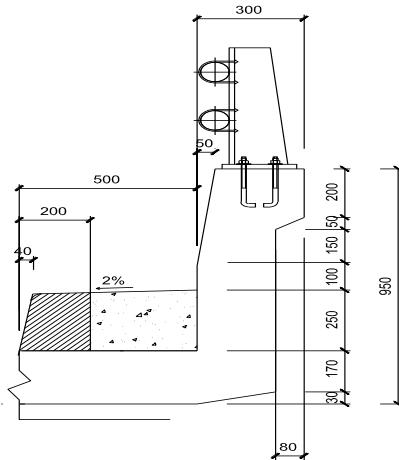
Bangunan atas jembatan merupakan bagian jembatan yang menerima langsung beban dari kendaraan atau orang yang melewatkannya. Secara umum bangunan atas terdiri dari beberapa komponen utama, antar lain: tiang sandaran, lantai trotoar, plat lantai jembatan, balok prategang, diafragma, perletakan dan plat.

1. Pembebanan

a. Beban mati

1). Beban Railling

Railing merupakan pagar untuk pengamanan jembatan disepanjang bentang jembatan, yang menumpu pada tiang-tiang sandaran (Rail Post) yang terbuat dari pipa baja galvanized.



Gambar 2. Detail Sandaran

a. tiang sandaran:

$$\text{Mutu Beton (f'c)} = 25 \text{ mpa}$$

$$\text{Mutu Baja (fy)} = 240 \text{ mpa}$$

$$\text{Tiang Sandaran} = 1,00 \text{ m}$$

$$\text{Jarak Sandaran} = 1,90 \text{ m}$$

Berat tiang sandaran n= 32

$$= \text{As} \times t \text{ bj beton betulang} \times n$$

$$= 0,15\text{m} \times 0,15\text{m} \times 1\text{m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \times 32$$

$$= 1728 \text{ kg}$$

b. Besi Railing

direncanakan menggunakan pipa Φ 76,3 mm (3.1/2 inchi)

$$\begin{aligned} \text{As } \emptyset \text{ I} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,14 \cdot [(0,076\text{m})]^2 \\ &= 0,005 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As } \emptyset \text{ II} &= 1/4 \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,14 \cdot [(0,0073)\text{m}]^2 \\ &= 0,004 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As } \emptyset &= \text{As } \emptyset \text{ I} - \text{As } \emptyset \text{ II} \\ &= 0,005 \text{ m}^2 - 0,004 \text{ m}^2 \\ &= 0,001 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Berat railing} = \text{As } \emptyset \times \text{Panjang} \times \text{Bj besi}$$

$$= 0,001\text{m}^2 \times 120 \text{ m} \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 942 \text{ kg}$$

2. Beban trotoar

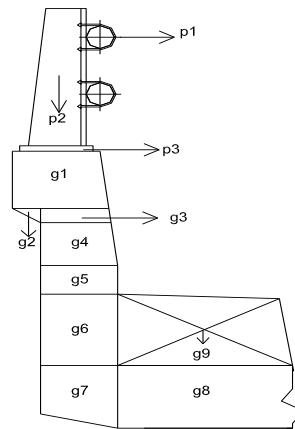
Direncanakan:

$$\text{Lebar (b)} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Tebal (t)} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Mutu Beton (f'c)} = 25 \text{ mpa}$$

$$\text{Mutu Baja (fy)} = 240 \text{ mpa}$$



Gambar 3. Pembebanan Lantai Trotoar

Pembebanan :

$$G1 = 1,2 \times 0,025 \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 75 \text{ kg/m}$$

$$G2 = 1,2 \times 0,00075 \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 2,25 \text{ kg/m}$$

$$G3 = 1,2 \times 0,0049 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 18,28 \text{ kg/m}$$

$$G4 = 1,2 \times 0,0293 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 102,375 \text{ kg/m}$$

$$G5 = 1,2 \times 0,01 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 30 \text{ kg/m}$$

$$G6 = 1,2 \times 0,025 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 75 \text{ kg/m}$$

$$G7 = 1,2 \times 0,185 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 555 \text{ kg/m}$$

$$G8 = 1,2 \times 0,16 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 480 \text{ kg/m}$$

$$G9 = 1,2 \times 0,2 \times 0,5 \times 2500 \text{ kg/m}^3 = 300 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Beban Mati Trotoar} = 1637,905 \text{ kg/m} \times 30 \text{ m} = 49137,15 \text{ kg}$$

3. Beban plat Lantai

Direncanaakan P :

Tebal pelat lantai kendaraan (h)	: 20 cm
Tebal aspal (t)	: 5 cm
Tebal lapisan air hujan (th)	: 5 cm
Mutu beton (fc)	: 25 mpa
Mutu baj (fy)	: 240 mpa
Berat jenis (BJ) beton	: 2500 kg/m ³
Berat jenis (BJ) aspal	: 2200 kg/m ³
Berat jenis (B) air hujan	: 1000 kg/m ³

Pembebanan Akibat Beban Mati

Beban mati (D) pada lantai kendaraan

Berat sendiri pelat = h x b x BJ beton

$$= 0,2 \times 6 \times 30 \times 2500 = 90000 \text{ kg}$$

Berat aspal = t x b x BJ aspal

$$= 0,05 \times 5 \times 30 \times 2200 = 16500 \text{ kg}$$

Berat air hujan = th x b x BJ air

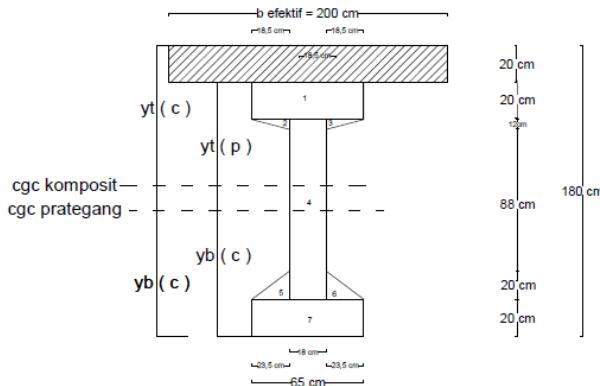
$$= 0,05 \times 5 \times 30 \times 1000 = 7500 \text{ kg}$$

$$\Sigma \text{ beban mati (qD)} = \text{berat sendiri plat} + \text{berat aspal} + \text{berat air hujan}$$

$$= 90000 \text{ kg} + 16500 \text{ kg} + 7500 \text{ kg} = 114000 \text{ kg}$$

4. Beban Balok Prategang

Dimensi Balok Prategang



Gambar 4. Penampang Balok Prategang

$$1 = 1100 \text{ cm}^2$$

$$2 = 111 \text{ cm}^2$$

$$3 = 111 \text{ cm}^2$$

$$4 = 1584 \text{ cm}^2$$

$$5 = 235 \text{ cm}^2$$

$$6 = 235 \text{ cm}^2$$

$$7 = 1300 \text{ cm}^2$$

$$\text{Total luas} = 4676 \text{ cm}^2 = 46,76 \text{ m}^2$$

$$= p \times l \times b_j \text{ beton}$$

$$= 30 \text{ m} \times 46,76 \text{ m}^2 \times 2500 \text{ kg/m}^3$$

$$= 3507000 \text{ kg} \times 3$$

$$= 10521000 \text{ kg}$$

Total Beban Mati Pada Struktur Jembatan yaitu :

$$= 1728 \text{ kg} + 942 \text{ kg} + 49137,15 \text{ kg} + 114000 \text{ kg} + 10521000 \text{ kg}$$

$$= 10686807,15 \text{ kg}$$

2. Perhitungan Analisis Struktur

Sandaran selain berfungsi sebagai pembatas jembatan juga sebagai pagar pengaman baik bagi kendaraan maupun pejalan kaki. Sandaran terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

- Railing Sandaran
- Rail Post/Tiang Sandaran

Railing merupakan pagar untuk pengamanan jembatan disepanjang bentang jembatan, yang menutupi pada tiang-tiang sandaran (*Rail Post*) yang terbuat dari pipa baja *galvanized*.

Perencanaan tiang sandaran:

- Mutu Beton (f'_c) = 25 mpa
- Mutu Baja (f_y) = 240 mpa
- Tiang Sandaran = 100 cm
- Jarak Sandaran = 190 cm
- Sandaran : a. 2 buah pipa galvanis $\varnothing 2.2^{1/2}$
b. Plat Baja setinggi 50 cm

Beton Bertulang Tebal 30 cm setinggi 50 cm

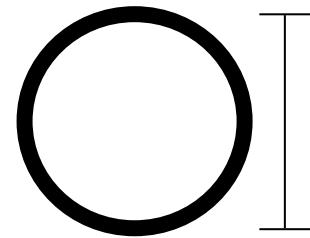
- Tebal Selimut = 5 cm
- \varnothing Tulangan utama = 13 mm
- Tinggi Efektif (d) = $h-p-0,5 \times \varnothing$ tulangan utama
 $= 250-20-1/2 \times 12 = 224 \text{ mm}$

Penentuan Gaya dan Pembebanan

- Pipa Sandaran

Sandaran direncanakan menggunakan pipa $\Phi 76,3 \text{ mm} (3.1/2 \text{ inch})$

a. Data Teknis Profil



$\rightarrow \leftarrow$ OD

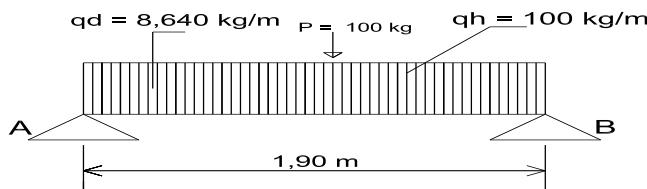
$$\begin{aligned} \text{OD} &= 73,03 \text{ mm} & \text{ID} &= 76,3 \text{ mm} \\ t &= 5,16 \text{ mm} & G &= 8,640 \text{ kg/m} \\ F &= 1099,66 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Momen Tahanan Penampang Pipa

$$\begin{aligned} &= \frac{3,14}{32 \times 73,03} \times ((73,03^4) - (76,30^4)) \\ &= 17440,33 \text{ mm}^3 \\ &= 17,44 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

• Momen Inersia Penampang Pipa

$$\begin{aligned} 1. &= \frac{\pi}{64} (d^4 - dl^4) \\ &= \frac{3,14}{64} \times ((73,03^4) - (76,30^4)) \\ &= 636833,691 \text{ mm}^4 \\ &= 63,68 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$



Gambar 5. Pembebatan pada sandaran jembatan

$$q = 1,2 \times 8,640 + 1,6 \times 100 = 170,368 \text{ kg/m}$$

$$RA = RB = \frac{q \times ls}{2} + \frac{P}{2} = \frac{170,369 \times 1,90}{2} + \frac{100}{2} = 211,85 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{8} \times q \times Ls^2 + \frac{1}{4} \times P \times L = \frac{1}{8} \times 170,368 \times 1,9^2 + \frac{1}{4} \times 100 \times 1,9 \\ &= 126,88 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

b. Kontrol terhadap bahan dan tegangan yang ada

$$\sigma_{ijin} = 160 \text{ mpa}$$

$$E_{baja} = 2,1 \times 10^5 \text{ mpa}$$

1) Terhadap Lendutan

$$\begin{aligned} \frac{5 \times q \times l^4}{384EI} + \frac{P \times L^3}{48EI} &< \frac{1}{300} \\ \frac{5 \times 170,368 \times (190)^4}{384 \times 1,1 \times 10^6 \times 63,68} + \frac{100 \times 190^3}{48 \times 2,1 \times 10^5 \times 63,68} &= 0,323 \text{ cm} < \frac{190}{300} \\ &= 0,637 \text{ cm} \dots\dots \text{OK} \end{aligned}$$

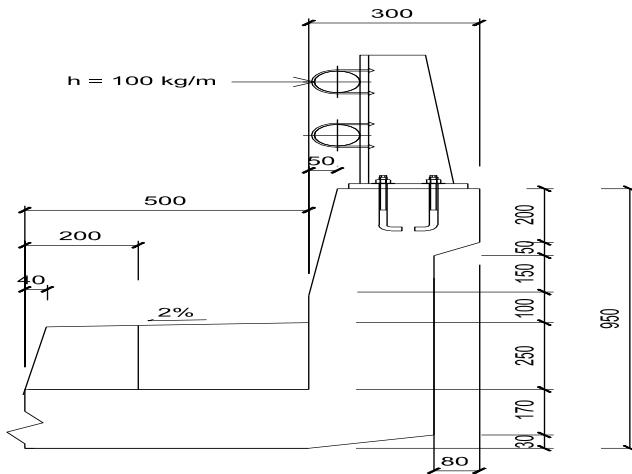
2) Terhadap Momen

$$\sigma_u < \sigma_{ijin}$$

$$\frac{Mu}{W} = \sigma_{ijin}$$

$$\frac{126,88}{17,44} = 727,52 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 1600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \dots\dots \text{OK}$$

- Pipa Φ 73,03 mm dapat dipakai untuk sandaran.
 • Dinding Sandaran



Gambar 6. Dinding sandaran

Muatan horizontal $H = 100 \text{ kg/m}$ (letak $H = 90 \text{ cm}$ dari trotoar)

$$\begin{aligned} P &= H \times L \\ &= 100 \times 1,90 = 190 \text{ kg} \end{aligned}$$

Gaya momen H sampai ujung trotoar (h) = $90 + 25 = 115 \text{ cm} = 1,15 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M &= P \times H \\ &= 190 \times 1,15 = 218,5 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn &= Mu/\emptyset \\ &= 218,5/0,8 = 273,125 \text{ kg/m} = 2731250 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$R1 = 0,85 f_c = 0,85 \times 25 = 21,25 \text{ mpa}$$

$$K = Mn/b d^2 RI = 273,250 / 1000 \times 273,5^2 \times 21,25 = 0,00172$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K} = 1 - \sqrt{1 - 0,00172} = 0,00172$$

$$F_{\max} = \frac{\beta_1 \times 450}{600 + f_y} = \frac{0,85 \times 450}{600 + 240} = 0,455$$

$F < F_{\max} \dots \dots \text{ok}$

$$\rho = F.R1/f_y = 0,0027 \times 21,25/240 = 0,00024 < \rho_{\min} = 0,0058$$

$$As = \rho \times b \times d = 0,0058 \times 1000 \times 273,5 = 1586,3 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan $\emptyset 13-75$ (As terpasang $1768,87 \text{ mm}^2$)

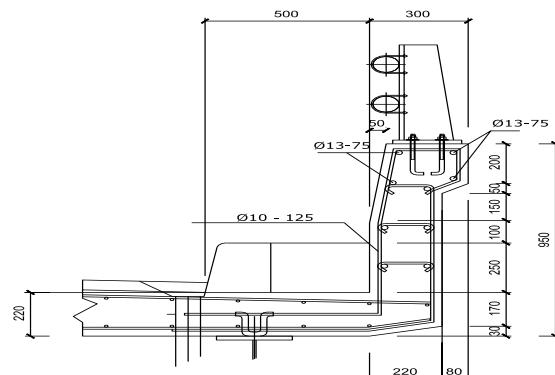
$$\rho = As/b.d = 1769/1000 \times 273,5 = 0,0065$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max} \dots \dots (\text{OK})$

Tulangan Pembagi = $0,2 \times As$ tulangan utama

$$= 0,2 \times 1760 = 353,8 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan yang digunakan $\emptyset 10-250$ ($As = 314 \text{ mm}^2$)



Gambar 7. Penulangan Dinding Sandaran

IV. Kesimpulan

A. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dari rumusan masalah yang ada maka kesimpulan yang didapat yaitu:

1. Jembatan Sungai Minanga dapat direncanakan dengan gelagar prategang dengan jumlah gelagar 3 buah dengan 2 meter dan panjang jembatan 30m, konstruksi antara balok gelagar dengan plat lantai jembatan merupakan komposit yang diikat dengan shear connector.
2. Hasil analisis perhitungan Jembatan Sungai Minanga dengan gelagar beton prategang diperoleh dimensi gelagar dengan ukuran lebar bawah 65cm, lebar atas 55cm, dengan tinggi 160cm, menggunakan 4 buah tendon dengan jarak 172,3 mm disetiap gelar dan menggunakan tulangan utama Ø 22 mm dan tulangan geser Ø 8 mm..

B. Saran

Adapun saran yang dapat diambil dari perencanaan struktur jembatan minangan yaitu sebagai berikut :

1. Jembatan dengan gelagar beton prategang mempunyai keungulan dari nilai estetika dan termasuk mudah dalam perawatannya karena tidak memerlukan perawatan berkala.
2. Untuk penelitian selanjutnya, dapat menggunakan aplikasi SAP2000 agar mempermudah dalam perhitungan.

Daftar Pustaka

- [1] Bowo Leksono. (2012) .Studi Perencanaan Jembatan Beton Pratekan.
- [2] Muhammad Nasri, Juli Arditia Pribadi, Zulkarnain. Politeknik Negeri Bengkalis. (2018) . Perencanaan Jembatan Beton Prategang Dengan Menggunakan PciGirder .(Studi Khasus : Sungai Penebak Batu Panjang Kec. Rupat).
- [3] Meutuwa, Ridhana, Syukri, Herri Mahyar. (Perencanaan Gelagar Prategang Pada Jembatan Krueng Tingkeum Kabupaten Bireuen).
- [4] Rohay, Abdurahman, Eka Purnamasari. Analisa Pembebatan Struktur Atas Jembatan Beton Prategang Pada Jembatan Sulawesi II Banjarmasin Menggunakan SNI1725:2016.
- [5] Reni Suryanita, Zulfikar Djauhari Dan Andi Wijaya. (2017). Respon Struktur Jembatan Beton Prategang Berdasarkan Spektrum Gempa Wilayah Sumatera.
- [6] Samsuardi Batubara, Larno Simatupang. (2018). Perencaan Jembatan Prategang Dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI).
- [7] Yogi Alexander. (2019). Perncanaan Jembatan Beton Prategang Way Pengubuan Lampung Tengah (Ruas Gunung Sugih-Terbanggi Subing).
- [8] SNI 1725:2016. Pembebatan Untuk Jembatan Abrar Housen, Manajemen Proyek,Edisi 1, Yogyakarta, 2009.