

EFEKTIVITAS DAN EFISIENSI JEMBATAN RANGKA KAYU SEBAGAI ALTERNATIF RANGKA JEMBATAN PEJALAN KAKI

Nurjanah¹, Hazairin Nikmatul²

^{1,2}Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Balitar Blitar

¹cahayanurj@gmail.com, ²haza.airin@gmail.com

Abstrak

Pada daerah terpencil banyak ditemui jembatan sederhana (non-engineered bridge) yang mengalami kerusakan. Salah satu alternatif untuk menyelesaikan masalah jembatan pada daerah terpencil untuk pejalan kaki adalah menggunakan jembatan rangka dengan material kayu. Jembatan sistem rangka adalah bentuk yang ideal dan mudah diperbaharui serta mudah didapatkan yang rawan mengalami tekuk. Beberapa bentuk jembatan rangka yang banyak diaplikasikan adalah tipe Warren truss, Pratt truss, Howe truss, dan K-truss.

Penelitian ini membahas pengaruh bentuk rangka terhadap rasio berat dan lendutan yang terjadi akibat beban pejalan kaki pada bentang pendek ($L=4m$). Dalam pengembangan bentuk rangka ini mengacu pada bentuk rangka yang banyak diaplikasikan, menggunakan pembebanan sesuai SNI 1725-2016 dan analisa penampang canai dingin berdasarkan SNI 7971-2013. Data yang dibutuhkan adalah ketinggian girder adalah 2.1 m dan lebar 0.7 m. Mengacu pada SNI 1725 Memuat jembatan, dan struktur pengendali mengacu pada SNI T-12-2004 (Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan). Analisis dimulai dengan menentukan dimensi geometri girder, perangkat lunak SAOP 2000

Hasil analisis menunjukkan bahwa perhitungan dengan Sap 2000 dan di buat grafik didapatkan persamaan $y = 82.782 \times \delta - 2.555562$, defleksi maksimum adalah $L/500$, yaitu 0.08 cm. Maka, beban yang menghasilkan defleksi 0.08 cm adalah 7.425 kg. Pada perencanaan ini digunakan bahan materian katu sengon dengan ukuran dimensi balok 8/12 dan Pada perencanaan akhir didapat tegangan lentur sebesar 32 kg/cm^2 dimana lebih kecil dari pada Tegangan lentur yang diijinkan sebesar 100 kg/cm^2

Kata kunci: Jembatan Rangka, Kayu, Jembatan Pejalan Kaki, SAP 2000

Abstract

In remote areas, there are many simple bridges (non-engineered bridges) that are damaged. One alternative to solve the problem of bridges in remote areas for pedestrians is to use a wooden frame bridge. The truss system bridge is an ideal form and is easily renewable and easily available which is prone to buckling. Some forms of truss bridges that are widely applied are the Warren truss, Pratt truss, Howe truss, and K-truss types.

This study discusses the effect of frame shape on the ratio of weight and deflection that occurs due to pedestrian loads on short spans ($L=4m$). In the development of this frame shape, it refers to the frame shape that is widely applied, using loading according to SNI 1725-2016 and cold rolled cross section analysis based on SNI 7971-2013. The data required is the height of the girder is 2.1m and the width is 0.7m. Refers to SNI 1725 Loading bridges, and the control structure refers to SNI T-12-2004 (Concrete Structure Planning for Bridges). The analysis begins by determining the dimensions of the girder geometry, Sap 2000 software.

The results of the analysis show that the calculation with Sap 2000 and graphed shows the equation $y = 82.782 \times \delta - 2.555562$, the maximum deflection is $L/500$, which is 0.08 cm. So, the load that produces a deflection of 0.08 cm is 7.425 kg. In this plan, the katu sengon material is used with a beam dimension of 8/12 and in the final design the bending stress is 32 kg/cm^2 which is smaller than the allowable bending stress of 100 kg/cm^2

Keywords: Truss Bridge, Wooden, Pedestrian Bridge, SAP 2000

Pendahuluan

Indonesia sebagai Negara kepulauan dan Negara yang memiliki banyak sungai menjadi salah satu hambatan kelancaran transportasi. Oleh karena itu, dibutuhkan sarana transportasi penghubung antar daerah untuk mempermudah arus lalu lintas dan juga dapat membantu meningkatkan arus perekonomian suatu daerah.

Salah satu solusi sarana transportasi penghubung ini adalah konstruksi jembatan, baik jembatan bentang panjang maupun jembatan bentang pendek. Jembatan rangka (*truss bridge*), tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul, dengan pengikat paku keling, baut atau las. Batang-batang rangka ini hanya memikul gaya dalam aksial (normal) tekan atau tarik, tidak seperti pada jembatan gelagar yang memikul gayagaya dalam momen lentur dan gaya lintang.

Jembatan yang menghubungkan transportasi antar daerah adalah jembatan kayu. Jembatan kayu adalah jembatan dengan material kayu yang bersifat *renewable*. Jembatan kayu lebih sesuai untuk konstruksi sederhana dengan bentang pendek, mengingat dibatasi oleh panjang dan kemampuan bahan.

Material kayu memiliki beberapa keuntungan, yaitu kayu relatif ringan dan konstruksi relatif murah. Pekerjaan-pekerjaan detail dapat dikerjakan tanpa memerlukan peralatan khusus dan tenaga ahli tinggi. Kayu tidak dipengaruhi oleh korosi seperti layaknya baja dan beton, serta merupakan bahan yang estetik bila didesain dengan benar. Dari tinjauan emisi karbon, kayu merupakan material yang paling ramah lingkungan jika dibandingkan dengan beton dan baja. Emisi karbon untuk menghasilkan 1 ton kayu hanya 50 kg C/ton. Hal itu sangat jauh jika dibandingkan dengan beton dan baja yang masing-masing mengeluarkan 210 kg C/ton dan 660 kg C/ton.

Rangka batang, batang-batang (*bars*) disusun sehingga sumbu batang-batang tersebut menjadi bentuk susunan yang terdiri dari satu atau lebih dari satu segitiga dengan *joint* pada sudut-sudutnya (titik kumpul sumbu batang). Dengan pembebanan yang terjadi pada *joint-joint*, gaya dalam pada batang adalah gaya aksial (gaya normal).

Dari paparan diatas maka perlu adanya suatu kajian untuk mengetahui seberapa besar peran jembatan dengan menggunakan tipe – tipe

rangka jembatan yang cocok digunakan untuk konstruksi jembatan pejalan kaki.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui perhitungan rasio antara kekuatan dan berat jembatan dari beberapa jenis rangka pada jembatan alternatif pejalan kaki dengan menggunakan aplikasi SAP2000, dan untuk mengetahui analisa lendutan beberapa bentuk rangka jembatan alternatif pejalan kaki dengan menggunakan Aplikasi SAP2000.

Pengertian Jembatan

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya, serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

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, jalan raya yang melintang tidak sebidang, dan lain-lain. Menurut Ir. H. J. Struyk dalam bukunya “Jembatan“, jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa).

Jembatan adalah jenis bangunan yang apabila akan dilakukan perubahan konstruksi, tidak dapat dimodifikasi secara mudah, biaya yang diperlukan relatif mahal, dan berpengaruh pada kelancaran lalu lintas pada saat pelaksanaan pekerjaan. Jembatan dibangun dengan umur rencana 100 tahun untuk jembatan besar. Minimum jembatan dapat digunakan 50 tahun. Ini berarti, disamping kekuatan dan kemampuan untuk melayani beban lalu lintas, perlu diperhatikan juga bagaimana pemeliharaan jembatan yang baik.

Jembatan Rangka Batang

Jembatan rangka adalah struktur konstruksi jembatan yang tersusun dari rangka-rangka yang diletakkan pada suatu bidang dan dihubungkan dengan sendi pada setiap titik hubungannya. Pada dasarnya jembatan rangka adalah gabungan elemen berbentuk segitiga yang

Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

tersusun secara stabil dan tidak terjadi pergerakan titik pada struktur diluar pengaruh deformasi elemen. Struktur rangka batang lebih dominan menerima gaya aksial tarik atau tekan saja, sedangkan lentur sangat kecil dan sering diabaikan. Untuk itu maka beban pada struktur rangka harus melalui titik hubungannya (joint) agar pengaruh lentur boleh diabaikan (Schodek, 1979).

Jembatan rangka batang memiliki beberapa keuntungan, diantaranya berat yang relatif ringan dan dalam pembangunannya dapat dirakit per bagian. Semua rangka batang dapat menahan beban-beban yang bekerja dalam bidang rangkanya.

1. Gaya Batang

Gaya batang merupakan prinsip yang mendasari teknik analisis bahwa setiap struktur harus dalam keadaan seimbang. Artinya, gaya batang merupakan gaya perlawanan yang diberikan oleh batang akibat gaya-gaya luar yang diterima oleh batang tersebut. Gaya batang dapat berupa gaya tarik (positif) maupun gaya tekan (negatif). Gaya tarik adalah gaya batang yang menjauh titik simpul dan gaya tekan adalah gaya batang yang menuju titik simpul.

Jenis Jenis Beban

Jenis-jenis beban berdasarkan RSNI T-02-2005 pembebanan untuk jembatan adalah sebagai berikut :

a. Berat Sendiri

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemen elemen struktural lain yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Berikut dicantumkan factor beban tetap.

b. Beban Mati Tambahan / utilitas

Beban mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah selama umur jembatan. Pemilihan konfigurasi rangka batang merupakan utama sebelum mendesain rangka jembatan. Tidak mudah menentukan konfigurasi rangka yang cocok digunakan untuk struktur bangunan rangka jembatan. Stiap tipe rangka memiliki fungsi dan kegunaan sesuai panjang batangnya. Menurut Supriadi & Munthohar (2007) rangka batang pratt, howe dan warren secara umum digunakan pada bentang diatas 180 ft (55 meter) sampai 200 ft (61 meter).

Jenis jenis kontruksi jembatan

Jenis-jenis kontruksi jembatan ada tiga jenis antara lain yaitu sebagai berikut:

1. Tipe Warren (*Warren Truss*)

Tipe jembatan ini dipatenkan oleh James Warren dan Willoughby Theobald Mozani pada tahun 1848 di Britania Raya. Jembatan rangka batang tipe ini mempunyai bentuk segitiga sama kaki atau segitiga sama sisi. Sebagian batang diagonal nya mengalami gaya tekan dan sebagian lainnya mempunyai gaya tegangan. Jembatan model rangka sendiri menjadi alternatif untuk mengatasinya. Kelebihan jembatan rangka yaitu gaya batang utama merupakan gaya aksial, memiliki berat yang relatif lebih ringan dan memiliki struktur yang kaku. Ria Putri Febrianti (2014)

2. Tipe Pratt (*Pratt Truss*).

Tipe jembatan ini di temukan oleh Thomas dan Caleb Pratt pada tahun 1844. Jembatan rangka batang tipe ini mempunyai elemen yang diagonal yang mengarah ke bawah dan bertemu pada titik tengah batang jembatan bagian bawah. Dixy Clasicadomi (2014)

3. Tipe Howe (*Howe Truss*).

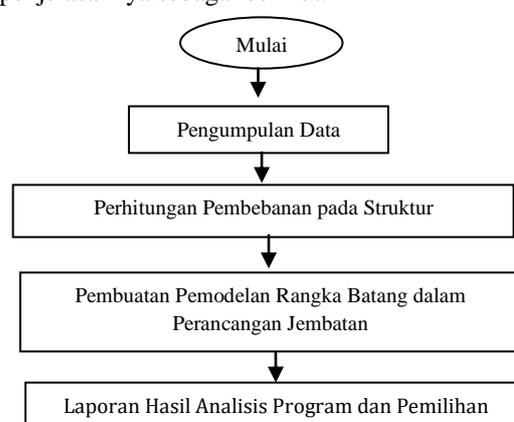
Tipe jembatan rangka batang jenis howe memiliki elemen diagonal mengarah ke atas, dan menerima tekanan sedangkan batang vertikalnya menerima tegangan. Tipe ini merupakan kebalikan dari tipe pratt dipatenkan oleh William Howe di Massachussetts, Amerika serikat pada tahun 1840. (Arie Prayogi, Achfas Zacoeb, Ari Wibowo)

4. Tipe i

Keunggulan jembatan tipe ini adalah mampu mengurangi tekanan pada member atau batang vertical serta memungkinkan dapat mengurangi penggunaan material kayu dan biaya kontruksi jika didesain dengan efisien. Sedangkan, kelemahan dari jembatan rangka tipe ini adalah sedikit rumit dalam merangkai struktur jembatannya. Selain itu, meningkatkan volume kontruksi karena ada member rangka tambahan dan juga jembatan ini mempunyai berat struktur yang cukup berat.

Bagan Alir

Telaah penelitian sesuai dengan alur diagram seperti pada Gambar 1 dengan penjelasannya sebagai berikut:



Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

Penelitian diawali menyiapkan data-data perancangan dan peralatan analisis yang digunakan dalam penelitian. Selanjutnya, peneliti melakukan perhitungan Pembebanan dalam perancangan Jembatan, melakukan input data dan analisis ke pemrograman (Pemodelan Jembatan). Hasil dari analisis akan menunjukkan dan menentukan pemilihan rangka batang yang tepat dalam pembuatan dan perancangan jembatan. Dari data-data yang diambil, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan rumus yang sudah dipilih untuk menjawab rumusan permasalahan dalam penelitian.

Kayu

Kayu merupakan bahan produk alami yang tersedia di alam. Kayu merupakan bahan bangunan yang banyak digunakan orang atas pertimbangan arsitektur maupun struktur. Dari aspek struktur atau kekuatan, kayu cukup kuat dan kaku walaupun bahan kayu tidak sepadat baja atau beton. Kayu mudah dikerjakan – disambung dengan alat relatif sederhana. Bahan kayu merupakan bahan yang dapat didaur ulang. Karena dari bahan alami, kayu merupakan bahan bangunan ramah lingkungan

Karena berasal dari alam, kita tak dapat mengontrol kualitas bahan kayu. Sering kita jumpai cacat produk kayu yang disebabkan proses tumbuh maupun kesalahan akibat pengolahan dari produk kayu tersebut. Dibanding dengan bahan beton dan baja, kayu memiliki kekurangan terkait dengan ketahanan- keawetan. Kayu memiliki karakter kekuatan yang berbeda dari bahan baja maupun beton terkait dengan arah beban dan pengaruh kimiawi. Karena struktur serat kayu memiliki nilai kekuatan yang berbeda saat menerima beban. Kayu memiliki kekuatan lebih besar saat menerima gaya sejajar dengan serat

kayu dan lemah saat menerima beban tegak lurus arah serat kayu

Kayu memiliki sifat fisis dan mekanis, diantaranya:

1. Kekuatan tarik

Kekuatan tarik adalah kekuatan kayu untuk menahan gaya- gaya yang berusaha menarik kayu. Terdapat 2 (dua) macam kekuatan tarik yaitu :

- a. Kekuatan tarik sejajar arah serat
- b. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat

Kekuatan tarik terbesar pada kayu ialah kekuatan tarik sejajar arah serat. Kekuatan tarik tegak lurus arah serat lebih kecil daripada kekuatan tarik sejajar arah serat

2. Kekuatan tekan

Kekuatan tekan/kompresi adalah kekuatan kayu untuk menahan muatan/beban. Terdapat 2 (dua) macam kekuatan tekanyaitu :

- a. Kekuatan tekan sejajar arah serat.
- b. Kekuatan tekan tegak lurus arah serat.

Pada semua kayu, kekuatan tegak lurus serat lebih kecil daripada kekuatan kompresi sejajar arah serat.

3. Kekuatan geser

Kekuatan geser adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya-gaya yang membuat suatu bagian kayu tersebut turut bergeser dari bagian lain di dekatnya. Terdapat 3 (tiga) macam kekuatan yaitu :

- a. Kekuatan geser sejajar arah serat
- b. Kekuatan geser tegak lurus arah serat dan
- c. Kekuatan geser miring

Kekuatan geser tegak lurus serat jauh lebih besar daripada kekuatan geser sejajar arah serat.

4. Kekuatan lengkung

Kekuatan lengkung atau lentur adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban mati maupun hidup selain beban pukulan. Terdapat 2 (dua) macam kekuatan yaitu :

- a. Kekuatan lengkung statik, yaitu kekuatan kayu menahan
- b. gaya yang mengenainya secara perlahan-lahan.
- c. Kekuatan lengkung pukul, yaitu kekuatan kayu menahan gaya yang mengenainya secara mendadak.

5. Kekakuan

Kekakuan adalah kemampuan kayu untuk menahan perubahan bentuk atau lengkungan.

Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

Kekakuan tersebut dinyatakan dalam modulus elastisitas.

6. Keuletan

Keuletan adalah kemampuan kayu untuk menyerap sejumlah tenaga yang relatif besar atau tahan terhadap kejutan-kejutan atau tegangan-tegangan yang berulang-ulang yang melampaui batas proporsional serta mengakibatkan perubahan bentuk yang permanen dan kerusakan sebagian.

7. Kekerasan

Kekerasan adalah kemampuan kayu untuk menahan gaya yang membuat takik atau lekukan atau kikisan (abrasi). Bersama-sama dengan keuletan, kekerasan merupakan suatu ukuran tentang ketahanan terhadap pengausan kayu.

Sebagaimana yang telah dijelaskan pada sifat kayu, kayu akan lebih kuat jika menerima beban sejajar dengan arah serat dari pada menerima beban tegak lurus serat. Ini karena struktur serat kayu yang berlubang. Semakin rapat serat kayu, umumnya memiliki kekuatan yang lebih dari kayu dengan serat tidak rapat. Kerapatan ini umumnya ditandai dengan berat kayu persatuan volume / berat jenis. Berikut tabel menunjukkan kelas berat jenis kayu dan besaran kuat kayu.

Tabel 1. kelas berat jenis kayu dan besaran kuat kayu.

(Sumber: RSNI T02-2005)

Beban uji

Beban mati total dari penjumlahan dibawah ini :
Perhitungan berat sendiri = Volume (V) x Berat Jenis (ρ)

Kriteria Perencanaan

Berdasarkan material yang digunakan untuk konstruksi, jembatan terdiri atas jembatan baja canai dingin sedangkan menurut fungsinya, jembatan terdiri atas jembatan untuk pejalan kaki. Dalam perencanaan struktur, jembatan dibagi kedalam dua sistem struktur, yaitu sistem struktur atas (*superstructure*) dan sistem struktur bawah (*substructure*). Sistem struktur atas terdiri dari sistem pelat-girder jembatan dan joint yang menghubungkan antar pelat-girder tersebut, sedangkan sistem struktur bawah terdiri dari pier, bearing, abutment, dan pondasi. Gabungan kedua sistem struktur atas dan bawah.

Modelisasi Struktur

Elemen-elemen batang lurus yang dirangkai dalam suatu bidang datar dengan sambungan antar ujung-ujung batang yang

diasumsikan “kaku sempurna” namun dapat berpindah tempat dalam bidang strukturnya dan dapat berputar dengan sumbu putar yang tegak lurus bidang strukturnya, merupakan struktur sistem portal 2 dimensi. Pada sistem portal 2 dimensi, beban luar yang bekerja boleh berada di titik-titik buhul maupun titik-titik yang berada di sepanjang batang dengan arah sembarang namun harus sebidang dengan bidang struktur tersebut. Jepit, sendi, ataupun rol, merupakan tumpuan yang posisinya harus berada pada titik buhul.

Mengingat sambungan antar ujung-ujung batang yang kaku sempurna, dapat menjamin stabilitas elemen. Bentuk-bentuk sistem portal 2 dimensi yang biasanya mendekati bentuk segi empat, namun pada prinsipnya boleh berbentuk sembarang dan tidak memerlukan bentuk dasar segitiga seperti halnya pada sistem rangka batang 2 dimensi. Elemen-elemen pembentuk system portal 2 dimensi tersebut akan dapat mengalami gaya-gaya dalam yang berupa gaya aksial (desak atau tarik), momen lentur, dan gaya geser.

Analisa Struktur

a. Spesifikasi Model

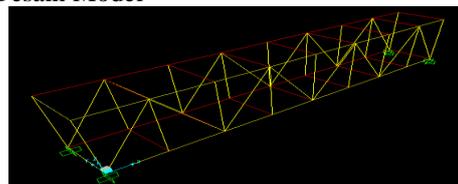
Bentang 90 cm

bahan balsa stik (10 x 10 x 1000 mm),

Kelas	Berat Jenis	Kuat Tarik	Kuat Takan
		Absolut (Kg/cm ³)	Absolut (kg/cm ³)
I	≥ 0.90	≥ 1100	≥ 650
II	0.90 – 0.60	1100 – 725	650 – 425
III	0.60 – 0.40	725 – 500	425 – 300
IV	0.40 – 0.30	500 – 360	300 – 215
V	< 0.30	< 360	< 215

Plat menggunakan susunan stik es krim 2 lapis setebal 4.5 mm

Desain Model



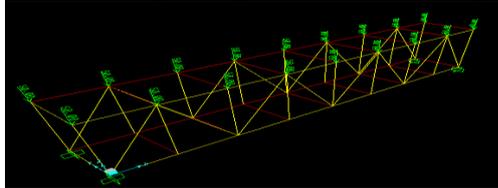
Gambar 5. Tampak 3D struktur jembatan (sumber : Dokumen Pribadi)

Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

Pembebanan Model

Dalam pengujian ini, digunakan beban merata hanya pada tengah bentang dengan rincian sebagai berikut:

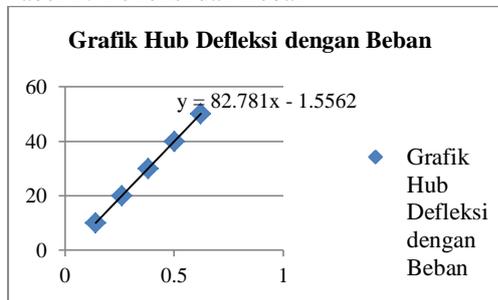
- Beban 10 kg = $10\text{kg}/0.045\text{m} = 222.22 \text{ kg/m}$
- Beban 20 kg = $20\text{kg}/0.045\text{m} = 444.44 \text{ kg/m}$
- Beban 30 kg = $30\text{kg}/0.045\text{m} = 666.66 \text{ kg/m}$
- Beban 40 kg = $40\text{kg}/0.045\text{m} = 888.88 \text{ kg/m}$
- Beban 50 kg = $50\text{kg}/0.045\text{m} = 1111.11 \text{ kg/m}$



Gambar 8. Pembebanan pada bentang struktur baja(sumber : dokumen pribadi)

Hasil Analisa

Tabel 2. Defleksi dan Beban



Gambar 29. Grafik Hubungan Defleksi dengan Beban(sumber : dokumen pribadi)

Dari grafik didapatkan persamaan $y = 82.782 x \delta - 2.555562$, defleksi maksimum adalah $L/500$, yaitu 0.08 cm. Maka, beban yang menghasilkan defleksi 0.08 cm adalah 7.425 kg.

Perhitungan Perancangan Jembatan kayu

Data perencanaan sebagai berikut :

- Lebar Lantai Jembatan = 1.6 m
- Panjang Bentang Jembatan = 4 m
- Jarak rusuk = 50 cm
- Beban bergerak dengan tekanan gander 1,6 t atau tekanan roda sebesar 0.8 t
- Berat jenis kayu = 0.8 t/m⁴
- σ_{lt} = 100 kg/cm

balok Lantai Kayu 8/25)

- Berat Balok = $0.08 \times 0.25 \times 0.8 = 0.016 \text{ t/m}$
- $M_{max} = 1 \times (0.016)(0.5)^2 + 1/4 \times 0.8 \times 0.5 = 0.1005 \text{ tm} = 10050 \text{ kg/cm}$
- $W = 10050 / 100 = 100.5 \text{ cm}^3$

$$h = \frac{\sqrt{6 \times 100.5}}{25} = 4.92 \text{ cm} = 5 \text{ cm}$$

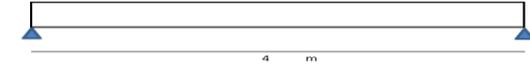
Beban mati (M)

Untuk menentukan beban mati, di tinjau pias selebar 0.5 m

$$\text{Berat balok lantai} = 0.5 \times 0.08 \times 0.8 = 0.032 \text{ t/m}$$

$$\text{Berat Rusuk} = 0.2 \times 0.3 \times 0.8 = \frac{0.048}{0.08} \text{ t/m}$$

$$M_m = 1/8 \times 0.08 \times 4^2 = 0.16 \text{ tm}$$

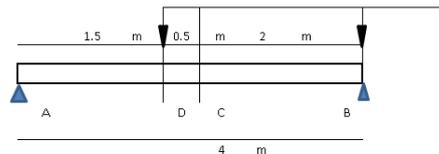


Beban Hidup Bergerak

Momen maksimum akibat beban hidup bergerak ditentukan dengan beberapa alternatif posisi beban

Beban (kg)	BTR (kg/m)	Defleksi (cm)
1. 10	222.22	0.140
2. 20	444.44	0.260
3. 30	666.66	0.381
4. 40	888.88	0.502
5. 50	1111.11	0.623

Alternatif 1

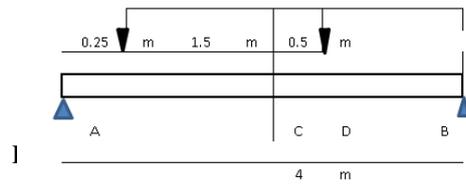


$$R_a = \frac{0.8 \times 4 - 1}{4} = 0.6 \text{ ton}$$

$$MD_1 = 0.6 \times 1 = 0.6 \text{ tm}$$

$$M_c = 0.6 \times 1.5 - 0.8 \times 0.5 = 0.5 \text{ tm}$$

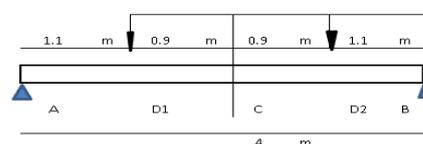
Alternatif 2



$$MD_2 = 0.35 \times 1.75 = 0.6125 \text{ tm}$$

$$M_c = 0.35 \times 1.5 - 0.8 \times 0.5 = 0.125 \text{ tm}$$

Alternatif 3



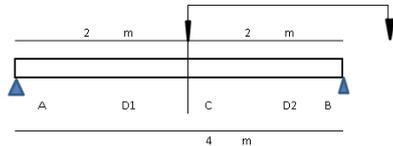
Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

$$R_a = \frac{0.8 \times 1.1 + 0.8 \times 1.1}{4} = 0.44 \text{ ton}$$

$$M_{D2} = 0.44 \times 1.1 = 0.484 \text{ tm}$$

$$M_c = 0.44 \times 2 - 0.8 \times 0.9 = 0.2 \text{ tm}$$

Alternatif 4



$$R_a = 1 \times P = \frac{0.8}{2} = 0.4 \text{ ton}$$

$$M_C = 0.4 \times 2 = 0.8 \text{ tm}$$

dari ke empat posisi pembebanan di atas di peroleh hasil momen maksimum, akibat beban hidup yang terjadi pada posisi beban seperti pada alternatif 4 dengan

$$\begin{aligned} M_c &= 0.8 \text{ tm} \\ M_{\text{max Total}} &= M_m + M_h \\ &= 0.16 + 0.8 \\ &= 0.96 \text{ tm} \\ &= 96000 \text{ kg cm} \end{aligned}$$

Tegangan Lentur yang terjadi

$$\begin{aligned} \sigma_h &= \frac{M_{\text{max Total}}}{W} \\ &= \frac{96000}{(1/6 \times 20 \times 30^2)} \\ &= 32 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan geser terbesar pada Rasuk

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{3V}{2b \cdot h} \\ &= \frac{3 \times 2480}{2 \times 20 \times 30} \\ &= 6.2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan pada Tumpuan

$$\begin{aligned} \sigma_{tu} &= \frac{V}{b \cdot l} \\ &= \frac{2480}{20 \times 40} \\ &= 3.1 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Nilai tegangan tekan pada tumpuan (tembok pangkal)

$$\text{Batu alam} = 8 - 20 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Batu Biasa} = 20 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi tegangan yang terjadi pada tumpuan belum melampaui tegangan ijin bahan pada pangkal jembatan

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada kajian penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil perhitungan dengan Sap 2000 dan di buat grafik didapatkan persamaan $y = 82.782 \times \delta - 2.555562$, defleksi maksimum adalah $L/500$, yaitu 0.08 cm. Maka, beban yang menghasilkan defleksi 0.08 cm adalah 7.425 kg
2. Pada perencanaan ini digunakan bahan materian batu sargon dengan ukuran dimensi balok 8/12
3. Pada perencanaan akhir didapat tegangan lentur sebesar 32 kg/cm^2 dimana lebih kecil dari pada Tegangan lentur yang diijinkan sebesar 100 kg/cm^2

Saran

Berdasarkan dari kesimpulan kajian penelitian ini,. Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan bahan material dengan mutu yang lebih baik
2. Memeriksa pengaruh akibat beban pejalan kaki yang melintas
3. Memantau keadaan jembatan dalam jangka waktu yang lama

Daftar Rujukan

- American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO). 2012. "AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 6th Edition, Section 6." Washington: AASHTO.
- Bakosurtanal. 2014. *Badan Informasi Geospasial*. Diakses 17 September 2017. <http://www.bakosurtanal.go.id>.
- Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *Perencanaan Struktur Baja Canai Dingin (SNI 7971-2013)*. Jakarta: Badan
- Standardisasi Nasional (BSN).Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Perencanaan*

Efektivitas dan Efisiensi Jembatan Rangka Kayu sebagai Alternatif Rangka Jembatan Pejalan Kaki

- Struktur Baja Dengan Metode LRFD (SNI 03-1729-2002)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Standart Pembebanan Untuk Jembatan (RSNI T-02-2005)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- PT. Gunung Raja Paksi, *LippedChannel* (<http://grdsteel.com/images/stories/product/grp/lippedchannel.pdf>), diakses 12 September 2016).
- Schafer, B.W. 2006. "Designing Cold Formed Steel Using The Direct Streght Method. *Proceeding of 18th International Specialty Conference On Cold Formed Steel Structure*. Florida 26-27 October.
- Wei wen yu. 2000. *Cold Formed Steel Design Third Edition*. University of Missouri Rolla