

Nilai Rasio Antara Kekuatan Dan Berat Untuk Beberapa Jenis Konfigurasi Jembatan Rangka Kayu

Handika Setya Wijaya ¹⁾, Blima Oktaviastuti ²⁾

^{1,2)} Teknik Sipil, Universitas Tribhuwana Tungadewi Malang
 Jl. Telaga Warna, Tlogomas, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang
 Email : handika.civilunitri@gmail.com

ABSTRAK : Jembatan merupakan infrastruktur vital di Indonesia. Salah satu jenis jembatan adalah jembatan kayu. Jembatan kayu adalah jembatan dengan material yang dapat diperbaharui yaitu kayu. Tujuan penulisan artikel adalah memberikan informasi mengenai perhitungan rasio antara kekuatan dan berat jembatan dari beberapa jenis rangka pada jembatan kayu. Dengan adanya perhitungan rasio ini akan didapat struktur jembatan rangka kayu yang kuat dan ekonomis. Dimensi keseluruhan batang dari beberapa jenis rangka sama yaitu berdimensi 40 x 40 mm. Analisis struktur jembatan menggunakan software Staad Pro 2004 untuk memperoleh gaya-gaya dalam pada struktur jembatan. Beban maksimal yang dikenakan adalah 250 kg. Dalam penelitian ini, rangka yang akan dibandingkan adalah rangka Baltimore, Howe, Pratt, Warren, dan K-Truss. Dari segi kekuatan yang diwakili oleh lendutan, dapat dilihat bahwa lendutan terbesar adalah pada tipe rangka Howe dengan 1.294 mm, sedangkan lendutan terkecil pada rangka K-Truss dengan 0.925 mm. Dari segi berat jembatan, dapat dilihat bahwa berat terbesar terdapat pada tipe rangka Baltimore dengan 60.92 kg, sedangkan berat terkecil terdapat pada tipe rangka Howe, Partt dan Warren dengan 50.64kg. selanjutnya didapatkan rasio antara kekuatan dan berat jembatan yang hasilnya menunjukkan menunjukkan bahwa K-Truss mempunyai rasio kekuatan dan berat jembatan yang paling kecil jika dibandingkan rangka lain dengan rasio 52.7.

KEYWORDS: Jembatan kayu, Berat jembatan, Lendutan jembatan, Rasio Berat dan Lendutan

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan infrastruktur vital di Indonesia yang berfungsi sebagai pemersatu bangsa. Mengingat Indonesia merupakan salah satu negara tropis yang terdiri atas pulau-pulau besar dan kecil yang berjumlah sekitar 17.000 pulau [1].

Salah satu 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 [2].

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 [3]. Kayu yang dipakai adalah Kayu Kamper (*Dryobalanops sp.*). Kelas kuat kayu II dan kelas awet kayu yaitu II – III.

Pada 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). Untuk menentukan jembatan tersebut merupakan struktur statis tertenru maka digunakan Persamaan 1.

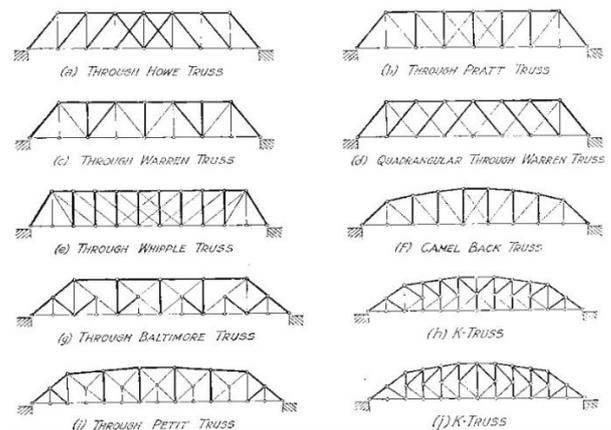
$$M + R = 2J \quad (1)$$

Keterangan :

M = Jumlah Batang

R = Jumlah Reaksi Perletakan

J = Jumlah Joint



Gambar 1. Tipe-tipe rangka jembatan (Sumber: wikibooks) [5]

Tujuan penulisan artikel adalah memberikan informasi mengenai perhitungan rasio antara kekuatan dan berat jembatan dari beberapa jenis rangka pada jembatan kayu. Dengan adanya perhitungan rasio ini akan didapat struktur jembatan rangka kayu yang kuat dan ekonomis. Dimensi keseluruhan batang dari beberapa jenis rangka

sama yaitu berdimensi 160 x 160 mm. Peraturan yang dipakai menggunakan *Bridge Management System (BMS)* Tahun 1992 dan Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) [4]. Detail variasi benda uji dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi dimensi dan berat dari beberapa rangka jembatan

Model Jembatan	L	B	H
	m	m	m
BALTIMORE	47.60	0.04	0.04
HOWE	39.56	0.04	0.04
PRATT	39.56	0.04	0.04
WARREN	39.56	0.04	0.04
K - Truss	44.48	0.04	0.04

Dalam penelitian ini, rangka yang akan dibandingkan adalah rangka Baltimore, Howe, Pratt, Warren, dan K-Truss. Unsur kekuatan dalam jembatan dilihat dari seberapa kecil lendutan yang terjadi pada jembatan. Sedangkan unsur berat dilihat dari seberapa ringan jumlah total rangka batang yang telah didesain.

Analisis menggunakan software Staad Pro 2004 untuk memperoleh gaya-gaya dalam pada struktur jembatan. Beban maksimal yang dikenakan adalah 250 kg.

2. METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui pengaruh konfigurasi rangka yang mempunyai lendutan kecil dan kebutuhan material yang sedikit dilakukan melalui analisis numerik yang didukung data-data sifat-sifat fisik dan mekanik Kayu Kamper yang diperoleh dari www.kayu123.com yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2. Sifat fisik dan mekanik kayu Kamper (sumber : www.kayu123.com) [6]

Nama Komersial	Kapur
Warna kayu	Kayu teras warna merah dan kayu gubal warna putih sampai coklat kuning muda
Tekstur	Agak kasar dan merata
Kelas awet	II-III
Kelas kuat	I-II
Kembang susut	Sedang
Berat jenis kering	0.0008 kg/cm ³
Modulus elastisitas	100.000 kg/cm ²
Kegunaan	Kayu bangunan, plywood kayu, lantai, papan, dll.

2.1 Metode Analisis Jembatan Rangka Kayu

Pada penelitian ini, analisis struktur rangka jembatan kayu akan dianalisis dengan menggunakan software Staad Pro 2004 yang merupakan software dengan pendekatan metode elemen hingga. Konfigurasi beberapa rangka kayu yaitu Rangka Baltimore, Howe, Pratt, Warren dan K-Truss akan dianalisis mulai dari input geometri struktur, pembebanan, dan tumpuannya yang akhirnya akan diperoleh

lendutan maksimum. Lendutan tersebut merupakan aspek dari kekuatan jembatan rangka kayu. Kekuatan tersebut akan dikawinkan dengan berat jembatan yang terdapat pada masing masing rangka. Rasio antara kekuatan dan berat jembatan yang terkecil yang merupakan indikator efisiensi penggunaan material sehingga akan tercipta konfigurasi struktur rangka jembatan yang kuat dan ekonomis.

2.2 Pemodelan Struktur Jembatan Rangka

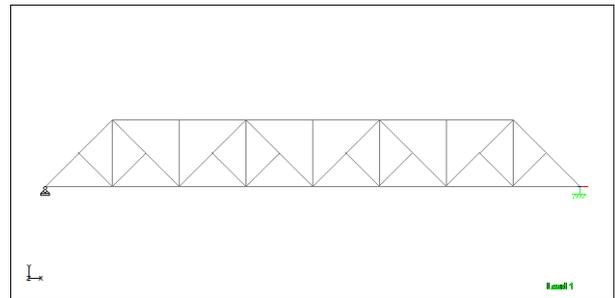
Pemodelan jembatan rangka kayu didasarkan pada lima jenis jembatan rangka, yaitu Tipe Rangka Baltimore, Howe, Pratt, Warren, dan K-Truss dengan data perencanaan untuk pemodelan jembatan dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Data pemodelan struktur jembatan rangka

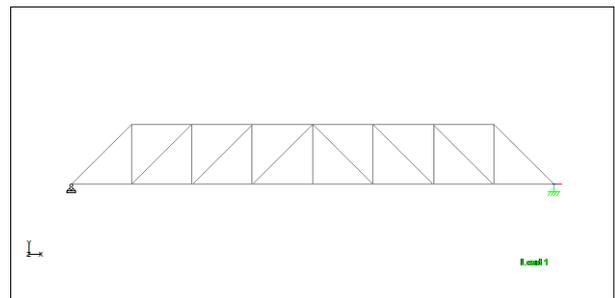
Bentang teoritis	4.0 meter
Lebar jembatan	0.8 meter
Tinggi jembatan	0.5 meter
Lantai jembatan	Jembatan rangka kayu dengan lantai kendaraan di bawah (Trough Type Truss)
Lantai jembatan	Multipleks 9 mm
Jumlah segmen	5 segmen
Tumpuan/ perletakan	Sendi dan rol
Sambungan	Paku
Material	Kayu Kamper

2.3 Konfigurasi Rangka

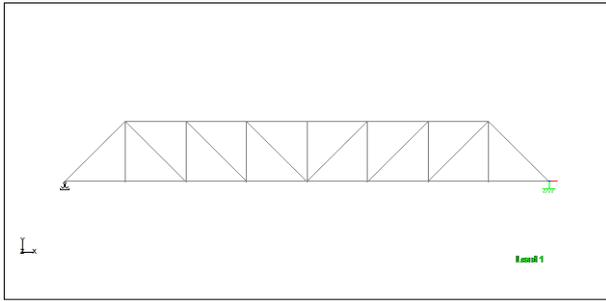
Lima konfigurasi yang akan dianalisis dengan software Staadpro 2004 dapat dilihat pada gambar 2-6 sebagai berikut :



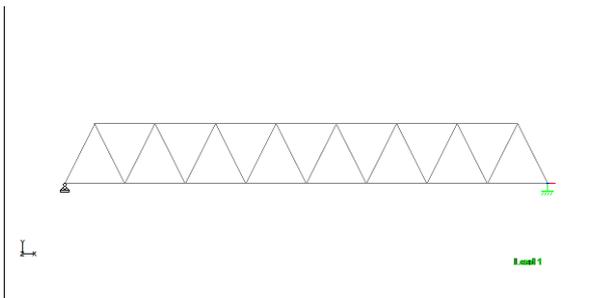
Gambar 2. Geometri struktur rangka Baltimore (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)



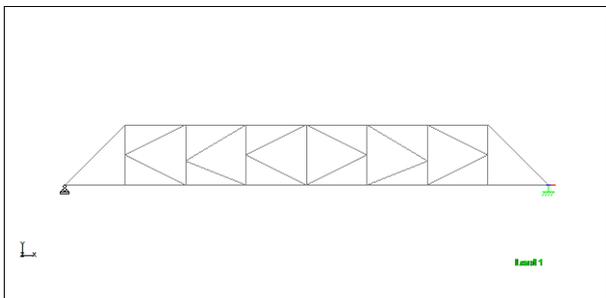
Gambar 3. Geometri struktur rangka Howe (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)



Gambar 4. Geometri struktur rangka Pratt (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)



Gambar 5. Geometri struktur rangka Warren (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)



Gambar 6. Geometri struktur rangka K-Truss (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

2.4 Analisis Lendutan

Analisis lendutan pada pemodelan jembatan rangka menggunakan analisis Staad Pro 2004 dengan model 3 diemensi. Pembebanan yang digunakan yaitu berat jembatan itu sendiri dan beban titik sebesar 250 kg di tengah bentang.

Lendutan yang dicari adalah lendutan maksimum hasil software StaadPro yang nantinya akan dikontrol apakah lendutan tersebut melebihi lendutan ijin atau tidak.

2.5 Analisis Rasio antara Kekuatan dan Berat Jembatan

Lendutan mewakili aspek dari kekuatan jembatan rangka kayu. Kekuatan tersebut akan dikawinkan dengan berat jembatan yang terdapat pada masing masing rangka. Rasio antara kekuatan dan berat jembatan yang terkecil yang merupakan indikator efisiensi penggunaan material sehingga

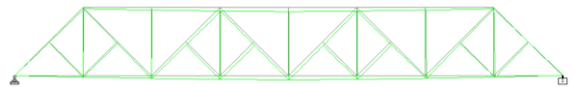
akan tercipta konfigurasi struktur rangka jembatan yang kuat dan ekonomis.

3. DISKUSI HASIL PENELITIAN

3.1 Lendutan

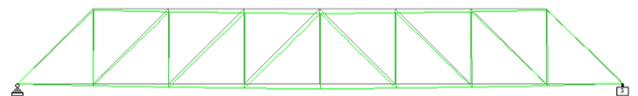
Dari beberapa bentuk rangka yang ada, telah dianalisa lima bentuk rangka jembatan dengan spesifikasi teknis dimensi rangka dan standar pembebanan yang sama dengan menggunakan software StaadPro. Untuk geometri struktur dan bentuk lendutannya dilihat pada gambar 2-6.

a. Baltimore Truss



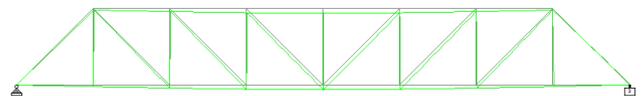
Gambar 7. Lendutan pada jembatan tipe Baltimore (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

b. Howe Truss



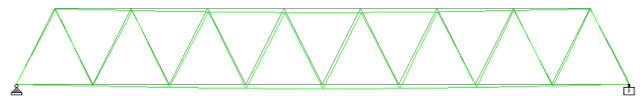
Gambar 8. Lendutan pada jembatan tipe Howe (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

c. Pratt Truss



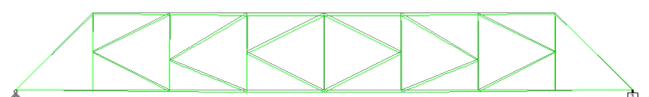
Gambar 9. Lendutan pada jembatan tipe Pratt (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

d. Warren Truss



Gambar 10. Lendutan pada jembatan tipe Warren (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

e. K - Truss



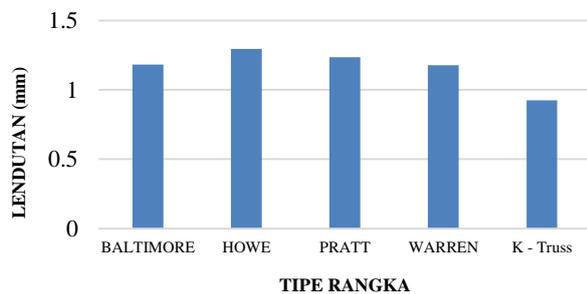
Gambar 11. Lendutan pada jembatan tipe K-Truss (Sumber: hasil analisis Staad Pro 2004)

Dari hasil analisa dengan menggunakan software Staadpro 2004 dihasilkan lendutan maksimum pada jembatan yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Lendutan maksimum masing-masing variabel tipe rangka

Model Jembatan	Lendutan maks. (A)
	mm
BALTIMORE	1.182
HOWE	1.294
PRATT	1.235
WARREN	1.178
K - Truss	0.925

Lendutan jembatan masing-masing tipe rangka



Gambar 12. Lendutan masing-masing variabel tipe rangka

Dari kelima variasi tersebut dapat dilihat bahwa lendutan terbesar adalah pada tipe rangka Howe dengan 1.294 mm, sedangkan lendutan terkecil terjadi pada tipe rangka K-Truss dengan 0.925 mm.

3.2 Berat Jembatan

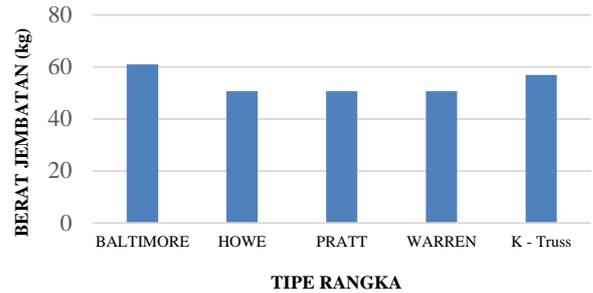
Berat jembatan dari kelima variasi dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat jembatan masing-masing variabel tipe rangka

Model Jembatan	L	B	H	BJ	m
	m	m	m	kg/m ³	kg
BALTIMORE	47.60	0.04	0.04	800	60.92
HOWE	39.56	0.04	0.04	800	50.64
PRATT	39.56	0.04	0.04	800	50.64
WARREN	39.56	0.04	0.04	800	50.64
K - Truss	44.48	0.04	0.04	800	56.93

Dari kelima variasi tersebut dapat dilihat bahwa berat jembatan terbesar adalah pada tipe rangka Baltimore dengan 60.92 kg, sedangkan berat jembatan terkecil terjadi pada tipe rangka Howe, Pratt dan Warren yaitu 50.64 kg.

Berat jembatan masing-masing tipe rangka



Gambar 13. Berat masing-masing variabel tipe rangka

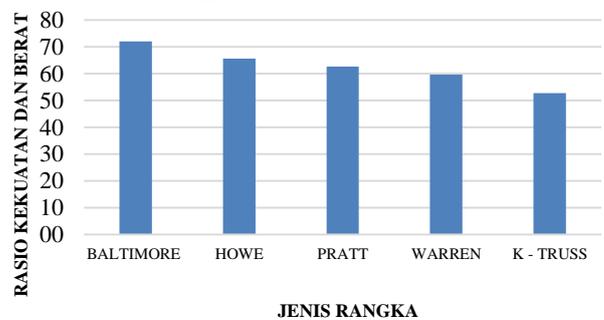
3.3 Rasio antara Kekuatan dan Berat Jembatan

Rasio yang paling baik dari perbandingan rangka ini adalah ketika rasio antara kekuatan dan berat rangka jembatan yang paling kecil. Untuk rasio antara kekuatan dan berat jembatan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rasio antara lendutan dan berat jembatan masing-masing variabel tipe rangka

Model Jembatan	Berat (m)	Lendutan maks (A)	Rasio
	kg	mm	
BALTIMORE	60.92	1.182	72.0
HOWE	50.64	1.294	65.5
PRATT	50.64	1.235	62.5
WARREN	50.64	1.178	59.7
K - Truss	56.93	0.925	52.7

Perbandingan Rasio Kekuatan dan Berat



Gambar 14. Rasio antara kekuatan dan berat jembatan masing-masing variabel tipe rangka

Dari Gambar 13. menunjukkan menunjukkan bahwa K-Truss mempunyai rasio kekuatan dan berat jembatan yang paling kecil jika dibandingkan dengan rangka Baltimore, Howe, Pratt dan Warren. Sehingga tipe rangka K-Truss mempunyai nilai yang optimal jika dibandingkan dengan tipe rangka lain. Dari segi kekuatan yaitu lendutannya yang paling kecil dari pada tipe rangka yang lain, sehingga tipe rangka K-Truss dapat dijadikan referensi untuk perencanaan konstruksi jembatan kayu.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- 1) Dari segi berat jembatan, tipe rangka Warren, Howe dan Pratt mempunyai berat jembatan terkecil yaitu 50.64 kg.
- 2) Dari segi kekuatan atau lendutan, tipe rangka K-Truss mempunyai Lendutan terkecil yaitu 0.925 mm.
- 3) Dari hasil rasio antara kekuatan dan berat jembatan menunjukkan bahwa K-Truss mempunyai rasio yang paling kecil jika dibandingkan dengan rangka Baltimore, Howe, Pratt dan Waren dengan nilai 53.

DAFTAR RUJUKAN

- BMS, 1992, *Bridge Design Code Vol. 1*, Bridge Management System, Jakarta: Dinas Pekerjaan Umum
- Muntohar, S. & Supriyadi. 2007. *Jembatan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Suryoatmono, B. 2013. *Kayu Rekayasa Sebagai Masa Depan Struktur Kayu Indonesia*. Makalah disajikan dalam The 2nd Indonesian Structural Engineering And Materials Symposium, Jurusan Teknik Sipil Universitas Parahyangan, Bandung 7-8 November.
- YLPMB, 1978, Peraturan *konstruksi kayu Indonesia NI-5 PPKI 1961*, Jakarta.
- Wikibuku. (2012, 29 Maret). *Rekayasa Lalu Lintas/Jembatan*. Diperoleh 26 Mei 2017, dari https://id.wikibooks.org/wiki/Rekayasa_Lalu_Lintas/Jembatan/
- www.kayu123.com. (2017, 1 Mei). *Identifikasi Kayu Indonesi (Kayu Kapur)*. Diperoleh 26 Mei 2017, dari <http://www.kayu123.com/kayu-kapur/>.

Halaman ini sengaja dikosongkan