

## **PERBANDINGAN KEKUATAN JEMBATAN RANGKA BAMBU TIPE PRATT, PARKER, DAN BROWSTRING DALAM MENERIMA BEBAN YANG SAMA DAN HASIL PENERAPANNYA PADA MATERIAL BAMBU**

**Dixy Clasicadomi**

Mahasiswa Jurusan Teknik  
Sipil Fakultas Teknik Univ.  
Jember  
Jl. Kalimantan No.37 Jember

**Akhmad Hasanuddin**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan No.37 Jember

**Dwi Nurtanto**

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Univ. Jember  
Jl. Kalimantan No.37 Jember

### **ABSTRAK**

Kota Jember secara geografis memiliki posisi yang sangat strategis dengan berbagai potensi sumber daya alam yang potensial. Daerah-daerah Jember yang sebagian besar dibatasi oleh sungai didirikan jembatan, baik yang modern maupun sederhana. Untuk jembatan sederhana banyak menggunakan jembatan yang material utamanya adalah bambu. Fungsi jembatan sendiri yakni sebagai prasarana yang melewatkan lalu lintas yang terputus akibat adanya sungai, selat, jalan, dan lain-lain. Berdasarkan kenyataan tersebut penelitian lebih lanjut dilakukan untuk membandingkan kekuatan tiga tipe jembatan rangka bambu, yaitu tipe Pratt, Parker, dan Bowstring. Ketiga tipe jembatan rangka tersebut akan menerima beban yang sama sebesar 1-4 ton, dan simulasi pembebanan menggunakan program analisa struktur. Setelah didapatkan hasil gaya-gaya dalam dihasilkan bahwa jembatan rangka *Pratt* dengan bentang 20m, lebar 5m dan tinggi 4 m merupakan rangka yang terkuat. Hal ini dibuktikan dengan diperolehnya nilai gaya aksial dan lendutan terkecil sebesar 0.024622 m, nilai ini lebih kecil dan masih berada di bawah nilai lendutan izin sebesar 0.025 m diantara Parker dan Bowstring saat dibebani 4 ton. Untuk nilai tegangan tarik maksimum pada program analisa struktur didapat 139.442 kg/cm<sup>2</sup>, nilai ini lebih kecil 54,12% dari hasil tegangan hancur rata-rata saat pengujian sebesar 303,9075 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan tegangan tekan maksimum dari program analisa struktur didapat 219.688 kg/cm<sup>2</sup>, nilai ini lebih besar 26,16% dari hasil tegangan tekan rata-rata pada saat pengujian sebesar 174,134 kg/cm<sup>2</sup> sehingga apabila jembatan rangka Pratt diberi pembebanan melebihi 4 ton, rangka tersebut tidak bisa mendukung gaya aksial dan lendutan yang terjadi.

*Kata kunci: Jembatan Rangka, Bambu, Tegangan*

### **PENDAHULUAN**

Dalam kehidupan masyarakat pedesaan, bambu memegang peranan sangat penting. Bahan bambu dikenal oleh masyarakat memiliki sifat-sifat yang baik untuk dimanfaatkan, antara lain batangnya kuat, ulet, lurus, rata, keras, mudah dibelah, mudah dibentuk dan mudah dikerjakan serta ringan sehingga mudah diangkut. Selain itu bambu juga relatif murah dibandingkan dengan bahan bangunan lain karena banyak ditemukan di sekitar pemukiman pedesaan.

Struktur bangunan menggunakan bambu dapat dengan mudah ditemui di banyak tempat yang memiliki bambu, mulai struktur yang paling sederhana seperti gubuk hingga struktur yang rumit berupa jembatan. (Danastri, 2013) dalam penelitiannya tentang Perancangan Jembatan Pejalan Kaki dengan Struktur Truss Tipe Warren menggunakan bambu petung dengan bentang 10 m, 15 m, dan 20 m dan lebar 2 m mendapatkan

gaya aksial tekan pada daerah sekitar tumpuan 48 kN sehingga dibutuhkan lebih dari satu batang bambu untuk mendukung gaya aksial yang terjadi. Kemudian berdasarkan analisis lendutan dapat diketahui bahwa lendutan pada seluruh bentang masih di bawah lendutan izin sehingga masih memenuhi persyaratan lendutan.

Selain tipe rangka warren seperti diatas, ada beberapa tipe jembatan rangka bambu lainnya yang biasa dipakai antara lain Pratt, Parker, Bowstring, Baltimore, dan sebagainya. Pembuatan jembatan kerangka bambu sendiri memiliki kelebihan dan kekurangan baik dari segi kekuatan maupun dari segi pemakaian bahan. Penelitian ini akan membandingkan tiga tipe jembatan rangka bambu dari segi kekuatan dalam menerima beban yang sama yakni tipe Pratt, Bowstring dan Parker.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Penelitian Terdahulu

Pada tahun 1994, Morisco melakukan penelitian pada jembatan rangka bambu. Jembatan tersebut mempunyai bentang 12 m terbuat dari bambu galah dengan diameter 7 samapi 8 cm mampu memikul mobil kijang sebanyak 3 buah. Morisco juga melakukan penelitian mengenai kuda-kuda rangka dengan panjang 6 m yang terbuat dari bambu wulung diameter 7 cm mampu memikul beban terpusat sebesar 4 ton. [Kusumastuti, Dianita Ratna](#) ; [Irianta, F.X. Gunarsa](#) ; [Suprodjo, Tindih](#) ; (2008) melakukan penelitian mengenai pelat beton dengan pemakaian tulangan bambu pada jembatan. Dari penelitian tersebut adanya peningkatan kekuatan, dimana pada jembatan terdahulu dari pelat kayu yang hanya bisa dilewati becak sama manusia, dengan pergantian pelat menjadi pelat beton bertulang bambu, selain dilewati becak sama manusia juga bisa dilewati dengan sepeda motor.

### Jembatan Rangka

Jembatan Rangka Batang terdiri dari dua rangka bidang utama yang diikat bersama dengan balok-balok melintang dan pengaku lateral. Rangka batang pada umumnya dipakai sebagai struktur pengaku untuk jembatan gantung konvensional, karena memiliki kemampuan untuk dilalui angin (aerodinamis) yang baik. Beratnya yang relatif ringan merupakan keuntungan dalam pembangunannya, dimana jembatan bisa dirakit bagian demi bagian. Jembatan ini juga ekonomis untuk dibangun karena penggunaan bahan atau material yang efisien. Semua rangka batang dapat menahan beban-beban yang bekerja dalam bidang rangkanya. Akan terjadi gaya tarik maupun tekan di tiap-tiap batang jika terdapat beban.

### Sambungan Morisco

Memang ada beberapa kelemahan dalam memakai bahan bambu dalam konstruksi seperti, rentan terhadap serangan hama perusak kayu (rayap, bubuk dan jamur) sehingga umurnya pendek, rentan terhadap api, panjang dan ukurannya tidak seragam, sulit dalam penyambungannya pada konstruksi, dan lain-lain. Lebih jauh lagi bambu oleh masyarakat masih diidentikan dengan kemiskinan karena desain yang ada masih sangat sederhana dan umumnya dibangun di pedesaan. Kelemahan bambu tersebut sekarang sudah dapat diatasi dengan perkembangan teknologi yang ada misalnya, dengan diawetkan untuk mencegah serangan

hama perusak kayu, diciptakan bermacam teknologi sambungan dengan menggunakan bambu atau bahan lain seperti kayu, plastik atau logam. Penelitian ini menggunakan sambungan pelat pada joint jembatan rangka dengan metode sambungan Morisco

### Tegangan Ijin Bambu untuk Perancangan

Tegangan Ijin untuk Perancangan Penelitian-penelitian yang pernah dilakukan telah mendapatkan angka-angka yang menunjukkan kekuatan bambu, tetapi perlu diingat bahwa bambu merupakan bahan organik yang tumbuh secara alami sehingga memiliki kekuatan yang tidak seragam pada satu jenisnya dan pada kenyataannya bambu dari jenis yang sama memiliki kekuatan yang tidak selalu sama.

Tabel 1. Kuat Batas dan Tegangan Ijin Bambu

Jenis Tegangan	Kuat Batas (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tegangan Ijin (Kg/cm <sup>2</sup> )
Tarik	981 – 3920	294.2
Lentur	686 – 2940	98.07
Tekan	245 – 981	78.45
E Tarik	98070 – 294200	196.1 x 10 <sup>3</sup>

(Sumber : Morisco,1999)

## METODOLOGI PENELITIAN

### Penentuan Dimensi Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian kali ini adalah bambu keles yang banyak ditemukan di Kabupaten Jember. Untuk pengujian kuat tarik bambu menggunakan alat uji tarik yaitu MTS dan benda uji dipotong dengan panjang 60 cm dan diameter 10mm, sedangkan untuk uji tekan menggunakan alat uji tekan dan bambu dipotong setinggi 20 cm dan diameter ± 8.5 cm. Masing-masing pengujian diambil sebanyak 20 benda uji.

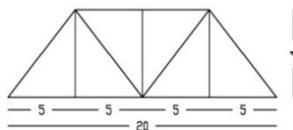
### Pengujian Material Bambu

Model benda uji yang dipakai dalam jembatan rangka tipe Pratt, Parker dan Browstring adalah silinder bambu yang akan dilakukan tes uji tarik dan tekan. Untuk uji tarik bambu ukuran diameter 10 mm dan tinggi 60 cm sebanyak 20 benda uji dan untuk uji tekan bambu ukuran diameter 8,5 cm dan tinggi 20 cm sebanyak 20 benda uji

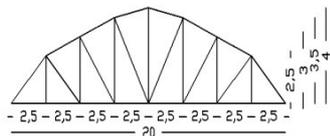
### Penentuan Dimensi Jembatan

Jembatan rangka tipe Pratt, Parker dan Browstring menggunakan ukuran 20 meter sebagai bentang dan lebar 5 meter serta tinggi 4 meter. Diameter bambu yang digunakan adalah

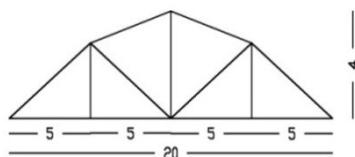
8,5 cm. Jembatan rangka tipe Pratt, Parker dan Browstring dapat dilihat pada gambar 1-3:



Gambar 1. Tipe Pratt



Gambar 2. Tipe Browstring



Gambar 3. Tipe Parker

#### Penentuan Beban

Untuk mencari tipe jembatan rangka yang terkuat digunakan empat macam pemodelan pembebanan pada program analisa struktur dari masing-masing tipe jembatan rangka. Pembebanan diletakkan ditengah bentang sebesar 1-4 ton sampai pada beban berapa jembatan tersebut sudah mengalami tegangan hancur.

#### Pemodelan Struktur Jembatan pada SAP

Setelah menentukan dimensi dan beban pada ketiga tipe rangka seperti yang sudah ditentukan kemudian dilakukan pemodelan pada Program Analisa Struktur yang sudah terdapat pada material bambu untuk mendapatkan nilai gaya-gaya dalam pada ketiga tipe rangka tersebut.

#### Pemilihan Model Jembatan Terkuat

Dari ketiga model jembatan rangka bambu dihasilkan gaya-gaya dalam berupa kuat tarik dan kuat teka. Dari nilai kuat tarik, kuat tekan, dan nilai lendutan diambil yang terkecil sehingga didapatkan rangka yang paling kuat diantara kedua tipe lainnya.

#### Kontrol Terhadap Tegangan Hasil Pengujian

Setelah didapat jembatan yang terkuat kemudian dicari nilai tegangan tarik, tekan dan nilai lendutan, kemudian ketiga nilai ini dibandingkan dengan nilai tegangan tarik dan tekan pada saat pengujian. Apabila nilai tegangan

tarik dan tekan pada hasil program analisa struktur masih bisa mendukung pembebanan sebesar 4 ton tersebut, maka pembebanan diteruskan diatas 4 ton sampai rangka batang tersebut menderita tegangan hancur dan kemudian dicari nilai prosentase perbandingan antara tegangan hancur pada program analisa struktur dengan tegangan hancur pada sat pengujian.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil Pengujian

##### Hasil Pengujian Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik rata-rata sebesar 683,7918 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 4. Pengujian Kuat Tarik Bambu

##### Tegangan Ijin Tarik

Dengan menggunakan faktor keamanan (SF) menurut ISO sebesar 2,25 didapatkan tegangan ijin tarik bambu sebesar 303,9075 Kg/cm<sup>2</sup>.

##### Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata bambu didapat sebesar 391,801 Kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 5. Pengujian Kuat Tekan Bambu

##### Tegangan Ijin Tekan

Dengan menggunakan faktor keamanan (SF) menurut ISO sebesar 2,25 didapatkan tegangan ijin tarik bambu sebesar 174,134 Kg/cm<sup>2</sup>.

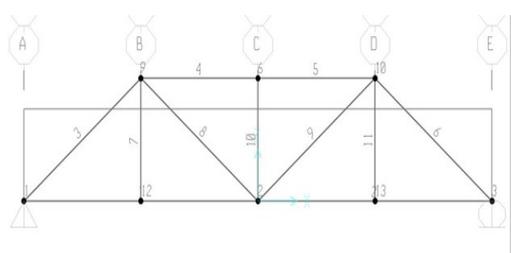
#### Pemodelan Jembatan Rangka pada Program Analisa Struktur

Analisis struktur pada ketiga rangka jembatan yang diteliti menggunakan persamaan titik buhul dengan pembebanan seperti yang sudah dijelaskan

dalam metode penelitian. Pada program analisa struktur juga dimasukkan data-data dari hasil pengujian bambu.

### Perbandingan Hasil Analisa Struktur

Dari hasil program analisa struktur didapatkan nilai kuat tarik, kuat tekan, dan lendutan pada tipe jembatan rangka Pratt, Parker, dan Bowstring. Ketiga nilai tersebut diambil yang paling maksimum pada tiap-tiap pembebanan dan kemudian dibandingkan antara tipe rangka satu dengan yang lain sehingga nantinya didapatkan rangka yang terkuat dan dari hasil perbandingan didapatkan jembatan rangka Pratt sebagai rangka terkuat dapat dilihat pada gambar 6 dan tabel 1.



Gambar 6. Pemodelan Jembatan Rangka Pratt Pada Program Analisa Struktur

Tabel 1. Hasil gaya-gaya dalam Jembatan Pratt saat diberi beban sebesar 4 ton

P maksimal (kg)		lendutan (m)
tarik	tekan	
3228.35	-5086.23	-0.024622

Kuat tarik maksimum sebesar 3228.35 kg terletak pada batang nomor 8 dan 9, untuk kuat tekan maksimum didapat 5086.23kg terletak pada batang nomor 4 dan 5 sedangkan nilai lendutan maksimum sebesar 0.024622 m terletak pada titik buhul nomor 6.

### Kontrol Terhadap Hasil Pengujian

Setelah didapatkan rangka tipe Pratt sebagai yang terkuat, kemudian mencari nilai tegangan yang didapat dari gaya-gaya dalam pada program analisa struktur saat jembatan diberi beban sebesar 4 ton. Dari hasil nilai tegangan tersebut dibandingkan dengan nilai tegangan ijin yang didapat pada saat pengujian. Dari hasil perbandingan tersebut nantinya didapat berapa besarnya prosentase kegagalan struktur yang terjadi pada batang-batang yang memikul gaya

aksial terbesar. Apabila pada pembebanan sebesar 4 ton, rangka batang tersebut belum memenuhi tegangan hancur yang dibandingkan saat pengujian, maka pembebanan jembatan rangka tersebut diberi beban diatas 4 ton agar dapat dicari pada beban berapa rangka tersebut menderita tegangan hancur maksimum.

### Tegangan Tekan Bambu

Dari tabel 1 saat jembatan diberi beban sebesar 4 ton didapat gaya aksial tekan sebesar 5086.23 kg. Kemudian untuk mencari nilai tegangan tekan bambu dapat menggunakan rumus

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ dimana:}$$

P : didapat dari gaya tekan tertinggi sebesar 5086.23 kg

A : Luas rata-rata bambu berdasarkan hasil pengujian sebesar 23,152 cm<sup>2</sup> (tabel 4.2) sehingga :

$$\sigma = \frac{5086.23 \text{ kg}}{23,152 \text{ cm}^2} = 219.688 \text{ kg/cm}^2$$

Didapat nilai tegangan tekan sebesar 219.688 kg/cm<sup>2</sup> nilai ini jauh lebih besar daripada nilai tegangan tekan pada saat pengujian sebesar 174.134 kg/cm<sup>2</sup>, kemudian dicari berapa prosentase nilai tegangan tersebut dibandingkan dengan tegangan ijin pada saat pengujian yaitu:

$$\% = \frac{219.688 \text{ kg/cm}^2 - 174.134 \text{ kg/cm}^2}{174.134 \text{ kg/cm}^2} \times 100 \% = 26.16 \%$$

### Tegangan Tarik Bambu

Dari tabel 4.18 saat jembatan diberi beban sebesar 4 ton didapat gaya aksial tarik maksimum yang terjadi pada batang nomor 8 dan 9 sebesar 3228.35 kg. Kemudian untuk mencari nilai tegangan tarik bambu dapat menggunakan rumus

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ dimana:}$$

P : gaya tarik tertinggi sebesar 3228.35 kg

A : Luas rata-rata bambu berdasarkan hasil pengujian sebesar 23,152 cm<sup>2</sup> sehingga :

$$\sigma = \frac{3228.35 \text{ kg}}{23,152 \text{ cm}^2} = 139.442 \text{ kg/cm}^2$$

$$\% = \frac{139.442 \text{ kg/cm}^2 - 303,9075 \text{ Kg/cm}^2}{303,9075 \text{ Kg/cm}^2} \times 100 \% = 54.12 \%$$

Didapat nilai tegangan tarik sebesar 139.442 kg/cm<sup>2</sup> nilai ini jauh dibawah nilai tegangan pada saat pengujian sebesar 303,9075

Kg/cm<sup>2</sup> sehingga batang nomor 8 dan 9 masih mampu mendukung gaya tarik yang terjadi sebesar 54.12 %. Dan pada saat jembatan tersebut diberi jembatan sebesar 4 ton , pada batang nomor 8 dan 9 belum mencapai nilai tegangan hancur yang dibandingkan pada saat pengujian.

#### Nilai Lentutan

Sedangkan nilai lentutan didapatkan dari hasil program analisa struktur sebesar 0.024622 m. Kemudian dibandingkan dengan nilai koreksi untuk mencari lentutan maksimum yaitu :

$$f = \frac{L}{800} \text{ (RSNI T-03-2005),}$$

$$f = \frac{200}{800}$$

$$= 2,5 \text{ cm}$$

Jadi nilai lentutan yang didapat adalah 0.025 meter. Maka nilai lentutan dari hasil program analisa struktur pada saat jembatan diberi beban sebesar 4 ton sama dengan nilai lentutan koreksi. Jadi apabila jembatan diberi beban melebihi 4 ton, jembatan tersebut sudah tidak bisa mendukung lentutan yang terjadi

#### PENUTUP

##### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sebelumnya didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Jembatan rangka tipe *Pratt* dengan bentang 20 m, lebar 5 m dan tinggi 4 m sebagai yang terkuat dikarenakan saat diberi pembebanan sebesar 4 ton pada program analisa struktur didapatkan nilai lentutan sebesar 0.024622 m, nilai ini lebih kecil daripada dua tipe rangka yang lain dan masih berada di bawah nilai lentutan izin sebesar 0.025.
2. Untuk nilai tegangan tarik hasil dari program analisa struktur didapat 139.442 kg/ cm<sup>2</sup>, nilai ini lebih kecil 2,18 kali dari hasil tegangan tarik pada saat pengujian yang didapat sebesar 303,9075 kg/ cm<sup>2</sup>.
3. Untuk nilai tegangan tekan hasil dari program analisa struktur didapat 219.688 kg/ cm<sup>2</sup>, nilai ini lebih besar 1,26 kali dari hasil tegangan tarik pada saat

pengujian yang didapat sebesar 174,134 kg/ cm<sup>2</sup>.

#### Saran

Berdasarkan kelemahan dari penelitian yang telah dilakukan disarankan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Pada saat pemilihan benda uji diusahakan menggunakan bambu yang umurnya sama.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi bentang dan tinggi yang berbeda.
3. Perlu dilakukan variasi jenis bambu
4. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi sudut yang berbeda

#### DAFTAR PUSTAKA

- Artiningsih, N.K.,A. 2009. ”*Pemanfaatan Bambu Pada Konstruksi Bangunan Berdampak Positif Bagi Lingkungan*. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta (tidak diterbitkan). Direktorat Jenderal Bina Marga, “Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan, Januari 1988.
- Frick, Heinz. 2004. *Seri Konstruksi Arsitektur – Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu*, Edisi Pertama. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Haniza, Sjelly. 2005. *Perilaku Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung Terhadap Beban Lateral*. Tesis S2, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta (tidak diterbitkan).
- <http://www.tekniksipil.org/jembatan/jembatan-pendahuluan/> diakses pada 25 November 2013 13.53
- [http://mydipblog.blogspot.com/search/label/Teknik k%20Jembatan](http://mydipblog.blogspot.com/search/label/Teknik%20Jembatan) diakses pada 25 November 2013 20.10
- [http://www.moriscobamboo.com/artikel\\_05.html](http://www.moriscobamboo.com/artikel_05.html) diakses pada 26 November 2013 18.40
- Janssen, J.J.A., 1981, *Bamboo in Building Structures*, Ph.D. Thesis, University of Technology of Eindhoven, Netherland
- Morisco, 2006. “Pemberdayaan Bambu untuk Kesejahteraan Rakyat dan Kelestarian Lingkungan”, Rangkuman Hasil Penelitian, Sekolah Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Pathurahman. Morisco. & Triwiyono, Andreas. 1998. *Aplikasi Bambu pada Struktur*

- Gable Frame*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan, RSNi T-03-2005*. Badan Standardisasi Nasional.
- Pramono, Handi. 2007.12 *Tutorial dan Latihan Desain Konstruksi dengan SAP2000 Versi 9.0*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Suprijanto, Iwan. Rusli & Kusmawan, Dedi. 2009. *Standarisasi Babu Laminasi Sebagai Alternatif Pengganti Kayu Konstruksi*. Jakarta :
- Tong, A.,Y.,C., (2002), “Bambu Scaffolding – Practical Application”, In Chung, K.F, and Chan S.,S., ed., *Bambu Scaffolds in Buliding Construction, Proceeding of International Seminar*, Hongkong, 11 May 2002, p.31-42.