



PENERBITAN ARTIKEL ILMIAH MAHASISWA

Universitas Muhammadiyah Ponorogo

PENGARUH MODEL JEMBATAN RANGKA BATANG BERBAHAN STIK ES KRIM TERHADAP BEBAN KRITIS

Muhamad Sigit Sulaiman, Fadelan, Kuntang Winangun

Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

E-mail : muhamadsigit195@gmail.com

Abstract

The structure of the truss system is a structure whose structure consists of 2 (two) rods which transmit tensile force and compressive force, in other words, the truss consists of two forces on the structural component only. The trunk structure system is also widely applied to the structure of buildings and houses. The truss bridge has 2 (two) main components which are linked together with transverse beams. Rod frames are generally used in conventional suspension bridges because they have good aerodynamic advantages. Its relatively light weight is an advantage in its construction where bridges can be assembled part by part. This paper discusses the results of research on bridge construction models, in the form of various types of bridge construction model of trusses with structural components made of wood, namely ice cream sticks. This research is a research with raw materials that are easily obtained and specifically have a beneficial impact in the construction of bridges. The scope of the bridge which is a bridge structure is included in the type of bridge trunk of the whole constituent material which is using ice cream sticks and connection systems using wood glue. Calculation of load using gravity load. The test used in this study is testing by giving weight and being pulled down. And the bridge model that is the most robust to load is the Pratt type with an average tighter of 19.81 kg, the second strongest bridge is the Howe type with an average strength of 19.77 kg, and the lowest is the Warren type with a strength of 14, 59 kg.

Keywords: *bridge structure, truss, tensile force, compressive force*

Abstrak

Sistem *struktur jebatan rangka batang* merupakan struktur yang susunannya terdiri dari 2 (dua) batang yang menyalurkan *gaya tarik* dan *gaya tekan*, dengan kata lain, rangka batang terdiri dari dua gaya pada komponen struktur saja. Sistem struktur rangka batang juga banyak di aplikasikan pada struktur bangunan gedung dan rumah. Jembatan rangka batang mempunyai 2 (dua) komponen utama yang dikaitkan menjadi satu dengan balok-balok melintang. Rangka batang pada umumnya dipakai dalam jembatan gantung konvensional karena memiliki kelebihan aerodinamis yang bagus. Beratnya yang relatif ringan merupakan keuntungan dalam pembangunannya dimana jembatan bisa dirakit bagian demi bagian. Tulisan ini membahas tentang hasil penelitian model-model konstruksi jembatan, berupa penelitian macam-macam model konstruksi jembatan rangka batang dengan komponen struktur terbuat dari bahan kayu yaitu stik eskrim. Penelitian ini merupakan penelitian dengan bahan baku yang mudah diperoleh dan secara khusus memberikan dampak yang bermanfaat di dalam pembuatan jembatan. Ruang lingkup jembatan yaitu merupakan struktur jembatan termasuk dalam jenis jembatan rangka batang material penyusun seluruhnya yaitu menggunakan stik es krim dan sistem sambungan menggunakan lem kayu. Perhitungan beban menggunakan beban gravitasi. Pengujian yang dipakai dalam penelitian ini adalah pengujian dengan memberi beban dan ditarik ke bawah. Dan model jembatan yang paling kuat menerima beban adalah tipe Pratt dengan kekuatan rata-rata 19,81 kg, jembatan yang paling kuat kedua adalah tipe Howe dengan kekuatan rata-rata 19,77 kg, dan yang paling bawah adalah tipe Warren dengan kekuatan 14,59 kg.

Kata Kunci : Struktur jembatan rangka batang, gaya tarik, gaya tekan

PENDAHULUAN

Jembatan adalah sarana penghubung antara dua tempat yang terpisahkan rintangan seperti lembah maupun sungai, dengan elevasi yang berbeda (lebih dalam). Fungsi jembatan sangat penting, diantaranya mampu meningkatkan perekonomian di suatu daerah, mampu mendukung kegiatan sehari-hari warga disekitarnya. Model stuktur jembatan sangat mempengaruhi kekuatan jembatan.

Tulisan ini membahas tentang hasil penelitian model-model konstruksi jembatan, berupa penelitian macam-macam model kontruksi jembatan rangka batang dengan komponen struktur terbuat dari bahan kayu yaitu stik eskrim. Penelitian ini merupakan penelitian dengan bahan baku yang mudah diperoleh dan secara khusus memberikan dampak yang bermanfaat di dalam pembuatan jembatan. Ruang lingkup jembatan yaitu merupakan struktur jembatan termasuk dalam jenis jembatan rangka batang material penyusun seluruhnya yaitu menggunakan stik es krim dan sistim sambungan menggunakan lem kayu. Perhitungan beban menggunakan beban gravitasi.

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. 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. Sistem struktur jembatan rangka batang merupakan struktur yang susunannya terdiri dari 2 (dua) batang yang menyalurkan gaya tarik dan gaya tekan, dengan kata lain, rangka batang terdiri dari dua gaya pada komponen struktur saja. Sistem struktur rangka batang juga banyak diaplikasikan pada struktur bangunan gedung dan rumah.

Jembatan rangka batang mempunyai 2 (dua) komponen utama yang dikaitkan menjadi satu dengan balok-balok melintang. Rangka batang pada umumnya dipakai dalam jembatan gantung konvensional karena memiliki kelebihan aerodinamis yang bagus. Beratnya yang relatif ringan merupakan keuntungan dalam pembangunannya dimana jembatan bisa dirakit bagian demi bagian.

Jembatan rangka batang pada umumnya jarang sekali memiliki bentuk estetika

yang baik, namun untuk jembatan rangka batang yang panjang dan besar faktor itu tidak terlalu terlihat karena pengaruh visual dalam skala besar. Jembatan rangka batang juga ada beberapa tipe, desain lokasi dan bahan-bahan penyusun nya menentukan tipe rangka batang apa yang akan dipakai.

Jembatan rangka batang merupakan salah satu model jembatan tertua diantara jembatan-jembatan pada masa sekarang. Model struktur jembatan yang mudah didesain dan relatif murah dalam pembuatannya karena efisien dalam penggunaan bahan pada konstruksinya. untuk keperluan analisis umumnya jembatan-jembatan rangka batang ditinjau sebagai batang-batang yang dihubungkan pada sambungan sendi. Keuntungan dari jembatan rangka batang adalah ringan kuat dan menggunakan batang-batang yang pendek dan ekonomis jembatan ini mempunyai kekuatan yang bagus karena konstruksinya yang berbentuk segi tiga dan disambung satu dengan yang lain nya.

Model jembatan rangka batang ini juga sangat cocok digunakan pada jembatan yang membentang di atas jalan atau rel kereta karena dapat meminimalkan gangguan lalu lintas di jalan tersebut. Tipe jembatan rangka batang yang dikenal luas antara lain bentuk rangka batang warren (warren truss) rangka batang pratt (pratt truss), rangka batang howe (howe truss).

Prinsip yang mendasari teknik analisis dengan metode ini adalah bahwa setiap bagian dari suatu struktur harus berada dalam keseimbangan. Dengan demikian, bagian yang dapat ditinjau dapat pula mencakup banyak titik buhul(*joint*) dan batang. Konsep peninjauan keseimbangan pada bagian dari suatu struktur yang bukan hanya satu titik hubung merupakan cara yang sangat berguna dan merupakan dasar untuk analisis dan desain rangka batang. Metode potongan biasanya digunakan apabila ingin mengetahui hanya sejumlah terbatas gaya batang. “(Endah Atika :2018)”

Aksi tetap (*permanent actions*) adalah beban yang bekerja sepanjang waktu dan bersumber pada sifat material yang digunakan dalam jembatan, cara jembatan dibangun dan bangunan lain yang mungkin menempel pada jembatan.

A. Berat Sendiri (MS)

Berat sendiri dari bagian bangunan adalah berat dari bagian tersebut dan elemenelemen struktural lain yang dipikulnya. Termasuk dalam hal ini adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemennon struktural yang dianggap tetap.

B. Beban Mati Utilitas (MA)

Berat mati tambahan adalah berat seluruh bahan yang membentuk suatubeban pada jembatan yang merupakan elemen non struktural, dan besarnya dapat berubah

selama umur jembatan.”(Endah Atika: 2018)”

Konstruksi batang adalah sebuah konstruksi atau kerangka bangun yang disusun dari batang-batang. Pasangan antar batang yang dibuat melalui sebuah hubungan sedemikian rupa sehingga gaya bekerja pada batang tersebut hanya bersifat aksial (vector gaya yang sejajar dengan sumbu batang).

Dalam bahasa ini kata batang dipakai untuk konstruksi benda yang hanya diperuntukkan menerima gaya aksial, sehingga tegangan yang terjadi hanya bersifat tarik atau tekan. Konstruksi batang juga sering disebut rangka batang. “(I Made Kastiawan, Statika Struktur :2010)

Rangka batang adalah susunan elemen-elemen linear yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk apabila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya “(Schodek :1991)”.

Prinsip utama yang mendasari penggunaan rangka batang sebagai struktur pemikul beban adalah penyusunan elemen menjadi konfigurasi segitiga yang menghasilkan bentuk stabil. Pada bentuk segiempat atau bujursangkar, bila struktur tersebut diberi beban, maka akan terjadi deformasi masif dan menjadikan struktur tak stabil. Bila struktur ini diberi beban, maka akan membentuk suatu mekanisme runtuh

(collapse). Pemilihan konfigurasi rangka batang merupakan utama sebelum mendesain rangka jembatan. Tidak mudah menentukan konfigurasi rangka yang cocok digunakan untuk struktur bangunan rangka jembatan. Enam jenis tipe rangka di atas merupakan jenis rangka yang pernah digunakan manusia sebagai jembatan. Setiap tipe rangka berikut memiliki fungsi dan kegunaan sesuai panjang bentangnya. Menurut Supriyadi & Muntohar (2007) rangka batang *pratt*, *howe* dan *warren* secara umum digunakan pada bentang diatas 180 ft (55 meter) sampai 200 ft (61 meter).

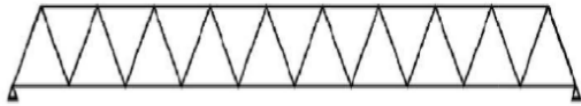
Volume total suatu struktur rangka sangat dipengaruhi oleh tinggi struktur rangka itu sendiri. Semakin tinggi suatu struktur rangka batang, maka semakin besar volume struktur rangka tersebut, begitu juga sebaliknya (Schodek, 1998). “(Arie Prayogi, Achfas Zacoeb, Ari Wibowo)”

Jenis-jenis konstruksi jembatan ada tiga jenis yaitu :

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.

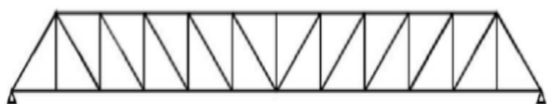
Kelebihan jembatan rangka yaitu gaya batang utama merupakan gaya aksial, memiliki berat yang relatif lebih ringan dan memiliki struktur yang kaku. Ria Putri Febrianti (2014)



Gambar :1 Jembatan tipe Warren

2. Tipe Pratt (Pratt Truss).

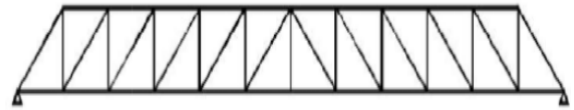
Tipe jembatan ini di temukan oleh Thomas dan Caleb Prat pada tahun 1844. Jembatan rangka batang tipe ini mempunyai elemen yang diagonal yang mengarah ke bawah dan bertemu pada titik tengah batang jembatan bagian bawah. Dixy Clasicadomi (2014)



Gambar :2.Jembatan tipe Pratt

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)



Gambar :3 Jembatan tipe Howe

METODE PENELITIAN

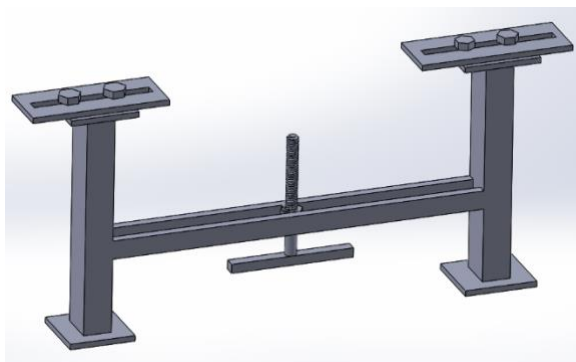
Pengujian bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan dari berbagai macam konstruksi benda uji, dan dari hasil pengujian maka akan dapat diketahui model konstruksi yang paliing kuat. Adapun prosedur pengujian sebagai berikut :

1. Menyiapkan benda uji yaitu macam-macam model konstruksi jembatan yang masing-masing model ada 5.
2. Menyiapkan alat uji yaitu alat uji tarik untuk menguji model jembatan.
3. Menyiapkan timbangan tarik digital berkapasitas 50 kg
4. Melakukan pengujian yaitu meletakkan benda uji ke dalam alat uji secara melintang, lalu dilakukan pengujian dengan cara diberi beban gaya tarik kebawah secara perlahan hingga diketahui kekuatan jembatan.
5. Mencatat hasil pengujian yang sudah di lakukan.
6. Melakukan pengolahan data dengan cara mencari rata- rata kekuatan dari masing-masing jembatan

Di dalam pengujian benda kerja atau konstruksi jembatan ini akan di beri beban gravitasi. Benda kerja akan di beri beban di

tengah sehingga benda kerja mengalami lengkungan dan akhirnya patah.

Ketangguhan atau kemampuan benda kerja menerima beban juga di perlukan untuk mengetahui kekuatan benda uji. Pada umum nya ketangguhan menggunakan konsep yang sulit di buktikan. Salah satu menyatakan ketangguhan adalah meninjau luas keseluruhan daerah di bawah kurva tegangan-regangan. Luas ini menunjukkan jumlah energy tiap volume yang dapat di kenakan di bahan tanpa mengakibatkan patah.



GAMBAR :4 Kontruksi Alat Uji

Keterangan :

Ukuran Alat Uji :

$P = 2 \text{ m}$

$L = 50 \text{ cm}$

$T = 1 \text{ m}$

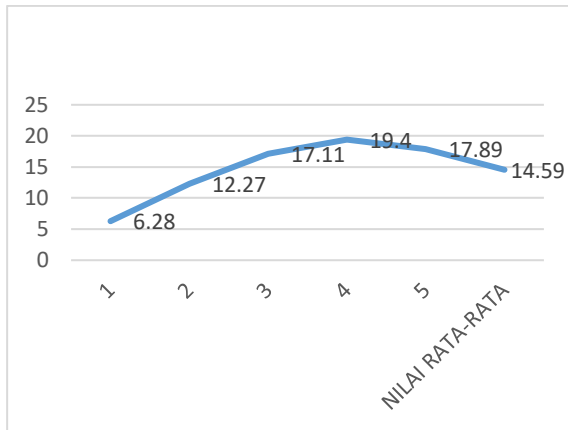
mengetahui efisiensi dan kualitas alat uji yang telah dibuat. Selain untuk mengetahui efisiensi dan kualitas akan alat uji yang di buat juga bertujuan untuk mengetahui berapa besar maksimum kekuatan benda uji. Setelah mengetahui cara kerja alat uji ini di harapkan untuk mengetahui kekurangan-kekurangan alat uji ini sehingga dapat di lakukan penyempurnaan untuk kedepannya. Langkah- langkah kerja alat uji ini yaitu, dilakukan pengujian dengan cara memberikan beban dari bawah untuk semua benda uji. Yang terdiri dari 3 model benda uji yang masing-masing mempunyai 5 benda untuk pengujian. Dengan ukuran 1,5. Hasil Pengujian Jembatan Tipe Warren.

Tabel 4.1 data hasil pengujian Tipe Warren

Pengujian	Tipe jembatan	Beban maksimal kg
1	Tipe Warren	6,28 kg
2	Tipe Warren	12,27 kg
3	Tipe Warren	17,11 kg
4	Tipe Warren	19,4 kg
5	Tipe Warren	17,89 kg
Nilai rata-rata		14,59 kg

HASIL DAN PEMBASAN

Cara kerja alat uji ini manual yaitu dengan cara memberikan beban pada bahan uji dengan cara diberikan beban dari bawah dengan cara diputar perlahan secara manual. Kinerja alat uji ini bertujuan untuk



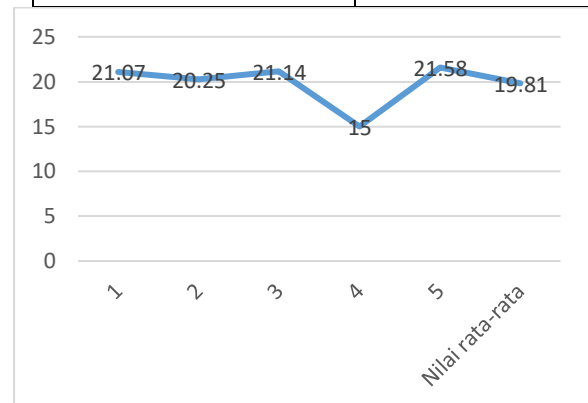
1. Pengujian pertama pada jembatan tipe Warren dilakukan seperti prosedur yang telah di jelaskan pada bab III, dan di dapatkan hasil 6,28 kg dan terjadi patahan pada 2 batang bawah lebih ketengah dan batang penghubung bawah banyak yang lepas.
2. Pada pengujian kedua jembatan tipe Warren didapatkan hasil 12,27 kg dan tidak terjadi patahan pada batang tetapi batang penghubung pinggir banyak yang lepas.
3. Pada pengujian ke tiga jembatan tipe Warren didapatkan hasil 17,11 kg dan mengalami patahan pada batang bagian bawah sebelah kanan.
4. Pada pengujian ke empat jembatan tipe Warren di dapatkan hasil 19,4 kg dan mengslami patahan pada 2 batang bagian bawah sebelah kanan seperti yang terjadi pada pengujian ke tiga.
5. Pada pengujian ke lima jembatan tipe Warren di dapatkan hasil 17,89 kg dan masih sama seperti pengujian ke 3 dan 4 bahwa patahan terjadi pada 2 batang sebelah kanan bagian bawah.

Dari kesimpulan pengambilan data di atas yang tidak sama maka di lakukan pencarian nilai rata-rata dan nilai dari keseluruhan nya adalah 14,59 kg.

Hasil Pengujian jembatan Tipe Pratt

Tabel 4.2 Hasil pengujian tipe Pratt

Pengujian	Tipe jembatan	Beban maksimal kg
1	Tipe Pratt	21,07 kg
2	Tipe Pratt	20,25 kg
3	Tipe Pratt	21,14 kg
4	Tipe Pratt	15 kg
5	Tipe Pratt	21,58 kg
Nilai rata-rata		19,81 kg



1. Pengujian pertama pada jembatan tipe Pratt dilakukan seperti prosedur yang telah di jelaskan pada bab III, dan di dapatkan hasil 6,28 kg dan terjadi kerusakan pada batang penghubung samping bagian kiri yang lepas.
2. Pada pengujian kedua jembatan tipe Pratt didapatkan hasil 20,25 kg dan kerusakan terjadi pada batang penghubung tengah yang terlepas.

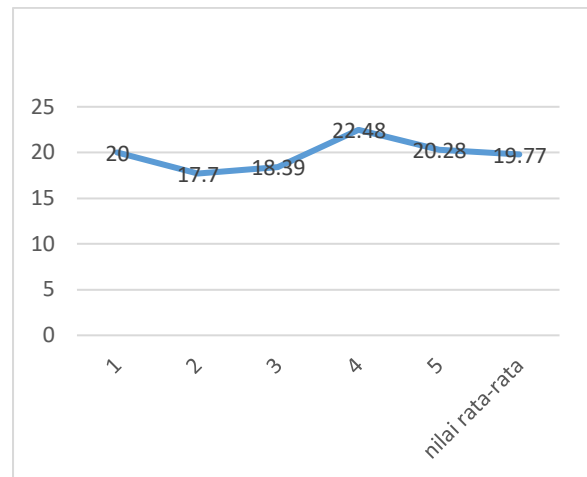
3. Pada pengujian ke tiga jembatan tipe Pratt didapatkan hasil 21,14 kg jembatan mengalami kerusakan pada batang penghubung atas bagian tengah yang terlepas dari batang utama.
4. Pada pengujian ke empat jembatan tipe Pratt di dapatkan hasil 15 kg dan jembatan rusak di bagian batang utama atas bagian bawah mengalami patah
5. Pada pengujian ke lima jembatan tipe Pratt di dapatkan hasil 21,58 kg dan jembatan mengalami kerusakan pada batang utama atas bagian tengah patah dan batang penghubung lepas.

Dari kesimpulan pengambilan data di atas yang tidak sama maka di lakukan pencarian nilai rata-rata dan nilai dari keseluruhan nya adalah 19,81 kg.

Hasil Pengujian jembatan Tipe Howe

Tabel 4.3 Hasil pengujian tipe Howe

Pengujian	Tipe jembatan	Beban maksimal kg
1	Tipe Howe	20 kg
2	Tipe Howe	17,7 kg
3	Tipe Howe	18,39 kg
4	Tipe Howe	22,48 kg
5	Tipe Howe	20,28 kg
Nilai rata-rata		19,77 kg



1. Pengujian pertama pada jembatan tipe Howe dilakukan seperti prosedur yang telah di jelaskan pada bab III, dan di dapatkan hasil 20 kg dan terjadi patahan pada 1 batang utama bagian atas.
2. Pada pengujian kedua jembatan tipe Howe didapatkan hasil 17,7 kg dan kerusakan terjadi pada batang penghubung samping sebelah kiri.
3. Pada pengujian ke tiga jembatan tipe Howe didapatkan hasil 18,39 kg dan dalam pengujian ke tiga ini sama seperti pengujian yang kedua karena jembatan rusak pada bagian batang penghubung samping sebelah kiri.
4. Pada pengujian ke empat jembatan tipe Howe di dapatkan hasil 22,48 kg dan terjadi kerusakan pada batang penghubung samping sebelah kiri
5. Pada pengujian ke lima jembatan tipe Howe di dapatkan hasil 20,28 kg dan kerusakan terjadi pada batang penghubung sebelah kiri samping dan batang utama sebelah bawah mengalami patah

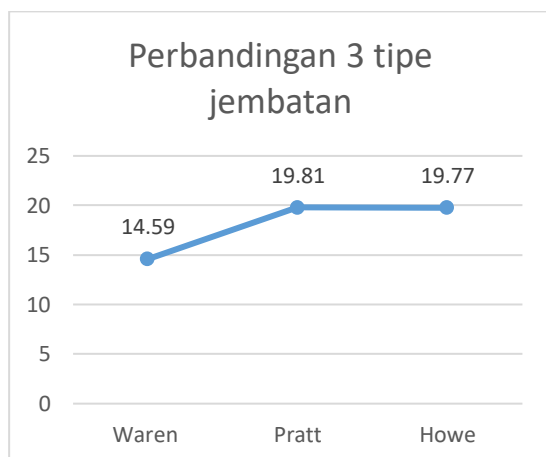
Dari kesimpulan pengambilan data di atas yang tidak sama maka di lakukan pencarian nilai rata-rata dan nilai dari keseluruhan nya adalah 19,77 kg.

Perbandingan kekuatan dari 3 tipe Jembatan

1. Pada tipe Warren memiliki nilai rata-rata 14,59 kg.
2. Pada tipe Pratt memiliki nilai rata-rata 19,81 kg.
3. Pada tipe Howe memiliki nilai rata-rata 19,77kg.

Tabel 4.1 data rata-rata dari 3 tipe jembatan

NO	Tipe Jembata	Nilai Rata-rata
1	Wareen	14,59 kg
2	Pratt	19,81 kg
3	Howe	19,77 kg



Dari penelitian di atas dapat di jelaskan sebagai berikut :

1. Pada tipe Warren mempunyai batang penghubung terlalu pendek sehingga

pembeban kurang merata sehingga kebanyakan kerusakan terjadi pada bagian pinggir dan kekuatan pada batang penghubung kurang kuat

2. Pada tipe Pratt batang penghubung antara bawah dan atas lebih banyak dari tipe Warren sehingga pembebanan lebih merata dan kebanyakan kerusakan pada bagian tengah di karenakan jari jari yang lebih banyak sehingga pada bagian pinggir lebih kuat
3. Pada tipe Howe batang utama mengalami patahan, pembeban juga merata di buktikan dengan bagian jembatan tengah dan pinggir mengalami kerusakan

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat di simpulkan beberapa hal mengenai penelitian perbandingan kekuatan jembatan tipe Werren, Pratt, dan Howe sebagai berikut :

1. Model jembatan yang paling kuat/ yang mempunyai ketahanan menerima beban lebih adalah tipe Pratt dengan kekuatan rata-rata 19,81 kg.
2. Model jembatan yang mempunyai tingkat kekuatan ke dua adalah Howe dengan kekuatan rata-rata 19,77
3. Model jembatan yang paling rendah kekuatan nilai rata-rata nya adalah tipe Warren yaitu 14,59
4. Pada tipe Warren kerusakan umumnya terjadi pada batang bagian samping,

sedangkan batang yang berada di atas dan bawah jarang mengalami kerusakan hanya pada pengujian pertama yang mengalami patahan dibagian batang.

5. Pada tipe Pratt kerusakan sering terjadi pada batang bagian bawah, ini di karenakan batang penghubung bagian samping pada tipe ini sangat rapat kontruksi nya.
6. Pada tipe Howe tidak jauh dari tipe Pratt kerusakan sering terjadi di bagian batang, di karenakan kontruksi nya tidak berbeda jauh dengan tipe Pratt, pada tipe ini kontruksi nya hanya di balik. Tetapi masih kalah kuat dengan tipe Pratt.

DAFTAR PUSTAKA

Arie Prayogi, Achfas Zacoeb, Ari Wibowo.

Pengaruh variasi camber terhadap perilaku jembatan rangka baja.

Universitas Jember

Dixy Clasicadomi. (2014). *Perbandinagn jembatan rangka tipe Pratt, Parker, dan Browstring dalam menerima beban yang sama dan hasil penerapannya pada matrial bambu.* Universitas Jember

Endah Atika. (2018). *Analisis Fariasi Tinggi Rangka Batang Pada Jembatan Rangka Baja Tipe Pratt (Analysis For The Height Variation Of Pratt Truss Bridge).* Universitas Islam Indonesia Yogyakarta

I Made Kastiawan . (2010). *Statika struktur.*: andi

Kamarwan. (1995). *Statika : Bagian dari mekanika teknik.*: Universitas Indonesia.

L Schodek, D. (1998). *Struktur.* Bandung: PT Eresco. RSNI-T-02. (2005). *Pembebanan Untuk Jembatan.* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Ria Putri Febrianti. (2014). *Perbandingan kekuatan jembatan rangka tipe Werren dan Baltimore dalam menerima beban yang sama pada matrial bambu.* Universitas Jember. RSNI-T-03. (2005). *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan.* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Supriyadi, B., & Muntohar, A. S. (2007). *Jembatan.* Yogyakarta: BetaOffset.