

STUDI PERANCANGAN MODEL JEMBATAN RANGKA PEJALAN KAKI MENGUNAKAN BAJA RINGAN

Sandi Prabowo¹, Yudhi Arnandha², Dedy Firmansyah³

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Magelang, Jawa Tengah, 56116

Corresponding Author : sandiprabowo727@gmail.com

ABSTRAK

Jembatan pejalan kaki umumnya menggunakan beton bertulang atau kayu, keduanya memiliki kekurangan dari biaya dan pelaksanaan, sehingga perlu alternatif pemilihan material jembatan. Penelitian ini membahas perencanaan jembatan rangka pejalan kaki menggunakan material baja ringan. Metode analisis struktur jembatan menggunakan SAP 2000 dan SNI 7971-2013. Beban jembatan menggunakan SNI 1725-2016 dan SEMPU No. 02/SE/M/2010. Perencanaan ini dilakukan pada bentang 3 m, 4 m, 5 m, dan 6 meter. Hasil penelitian yang didapatkan adalah perencanaan ini menghasilkan jembatan yang ringan, murah, dan mudah diterapkan. Jembatan ini dapat menahan beban 570 kg. Durasi pelaksanaan maksimal 7 jam. Metode pelaksanaan yaitu perakitan dilakukan di tempat lain kemudian di lokasi jembatan tinggal dipasang. Hasil perencanaan tersebut dijadikan manual/standar pembuatan jembatan rangka pejalan kaki.

kata kunci : *baja ringan, jembatan rangka, pejalan kaki*

ABSTRACT

Pedestrian bridges generally use reinforced concrete or wood, both of which have disadvantages in terms of cost and implementation, so it is necessary to choose an alternative bridge material. This study discusses the design of a pedestrian truss bridge using light steel material. The bridge structure analysis method uses SAP 2000 and SNI 7971-2013. Bridge loads using SNI 1725-2016 and SEMPU No. 02/SE/M/2010. This planning is carried out on spans of 3 m, 4 m, 5 m, and 6 meters. The result of this research is that this plan produces a bridge that is light, inexpensive, and easy to implement. This bridge can withstand a load of 570 kg. The maximum duration of implementation is 7 hours. The implementation method is that the assembly is carried out in another place and then at the bridge location, just install it. The results of the planning are used as a manual / standard for making pedestrian truss bridges.

keywords : light steel, truss bridge, pedestrian

PENDAHULUAN

Aktivitas warga dapat dipengaruhi oleh keberadaan geografis wilayah setempat. Kebanyakan wilayah di Indonesia terdapat sungai-sungai besar yang tersebar menyeluruh sampai daerah perdesaan (Efendi dan Hendarto, 2013). Kondisi geografis Indonesia yang sangat beragam menjadi tantangan besar dalam menyediakan infrastruktur yang memadai. Infrastruktur

sangat mempengaruhi aktivitas masyarakat disegala bidang.

Jembatan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat mempengaruhi kemudahan aktivitas masyarakat. Jembatan menghubungkan dua jalur yang terputus akibat rintangan seperti sungai, lembah, jurang, dan rawa. Dalam pembangunannya dibutuhkan perencanaan yang tepat, sehingga menghasilkan struktur jembatan yang aman

dan memiliki daya layan yang lama. Pada umumnya material kayu dan beton banyak digunakan sebagai bahan utama dalam pembangunan jembatan pejalan kaki. Kedua material tersebut kurang efisien karena kedua material tersebut masih memiliki kelemahan baik dari sisi keawetan, biaya, maupun sisi pelaksanaannya (Sunderlin dan Resosudarno, 2017).

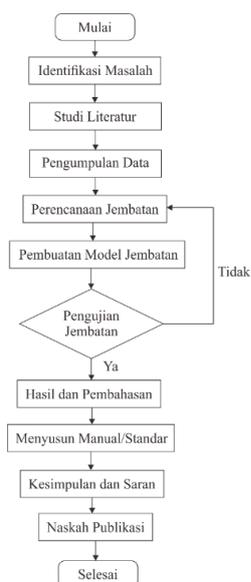
Kebutuhan material jembatan yang memiliki efisiensi dan keamanan sangat diperlukan oleh masyarakat. Berdasarkan hal tersebut, maka pada penelitian ini akan melakukan studi terhadap perancangan jembatan pejalan kaki untuk kebutuhan masyarakat. Penelitian ini menitikberatkan pada pembuatan jembatan yang ringan, murah dan mudah diterapkan oleh masyarakat dalam membangun jembatan pejalan kaki. Material yang digunakan pada penelitian perencanaan jembatan pejalan kaki adalah material baja ringan. Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan perencanaan jembatan pejalan kaki yang ringan, murah, aman, mudah diterapkan oleh masyarakat. Menghasilkan perkiraan RAB, *Detail Engineering Design*, metode pelaksanaan, dan *time schedule* pembuatan jembatan.

METODE

Metode penelitian ini secara umum merupakan metode perencanaan jembatan yang meliputi metode analisis data, analisis struktur, dan pengelolaan data. Metode analisis data meliputi data yang diperoleh dari studi literatur dan observasi. Analisis struktur menggunakan *software* dan menggunakan Standar Nasional Indonesia. *Software* yang digunakan adalah SAP 2000 v14.0.0 untuk mencari gaya yang bekerja, sedangkan SNI yang digunakan adalah SNI 7971-2013 tentang Baja Ringan Canai Dingin untuk menentukan kapasitas nominal batang. Beban jembatan ditentukan sesuai SNI 1725-2016 tentang Standar Pembebanan untuk Jembatan dan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 02/SE/M/2010 tentang Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan

Kaki. Pengelolaan data dilakukan dengan cara rekapitulasi hasil-hasil yang diperoleh dari perencanaan. Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian jembatan rangka pejalan kaki material baja ringan dapat dilihat pada Gambar 1.

Lokasi penelitian berada pada Laboratorium Teknik Sipil Universitas Tidar yang berada di Kampus Universitas Tidar Jalan Kaptan Suparman No. 39, Tuguran, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang. Pada lokasi tersebut terdapat alat untuk pengujian lendutan model jembatan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perencanaan jembatan rangka pejalan kaki menggunakan baja ringan dilakukan pada bentang 3 meter, 4 meter, 5 meter, dan 6 meter. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap pemilihan tipe rangka yaitu *warren truss*, *pratt truss*, dan *howe truss*. Tujuan pemilihan tipe rangka tersebut untuk memperoleh desain rangka yang paling kuat. Beban yang diberikan pada jembatan adalah beban berjalan (*moving load*). Material utama pembuatan rangka jembatan menggunakan baja ringan C75.32.35 karena memiliki ukuran standar dan banyak ditemui dipasaran. Sambungan yang digunakan menggunakan sekrup *self drilling* tipe 12-14x20. Untuk pelat jembatan

menggunakan material kayu bengkirai atau menggunakan baja ringan profil R.

Pengujian jembatan dilakukan menggunakan *dial gauge* untuk mengetahui lendutan yang terjadi di tengah jembatan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian perencanaan dan pembuatan jembatan. Hasil dari perencanaan dan pengujian diolah untuk dijadikan sebuah manual/standar yang dapat digunakan sebagai panduan masyarakat untuk membuat jembatan rangka pejalan kaki material baja ringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Jembatan

Data untuk keperluan perencanaan jembatan rangka pejalan kaki diperoleh dari studi literatur dan observasi lapangan. Data-data tersebut meliputi seperti berikut:

1. Data Pembebanan Jembatan

Berdasarkan SNI 1725-2016 digunakan kombinasi beban Kuat II. Kuat II merupakan kombinasi pembebanan yang berkaitan dengan penggunaan jembatan untuk memikul beban kendaraan khusus yang ditentukan pemilik tanpa memperhitungkan beban angin. kombinasi beban Kuat II yang semua beban hidup yang bekerja dikalikan 1,4.

Tabel 3. Beban-Beban Bekerja Pada Jembatan

Beban	Jumlah	Nilai	Tipe Beban
Pejalan Kaki	3	300 kg	<i>Moving Load</i>
Kendaraan Roda Dua	1	340 kg	<i>Moving Load</i>
Pengembala dan Kerbau	1	570 kg	<i>Moving Load</i>

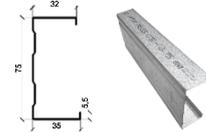
2. Data Meterial Baja Ringan

Pada perencanaan ini menggunakan baja ringan profil C75.32.35 dengan mutu 550 dengan spesifikasi seperti pada Tabel 1. Untuk baja ringan C75.32.35 dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Spesifikasi Material Baja Ringan Kode Mutu 550

Spesifikasi Material	Nilai
Kuat Lelah (f_y)	550 MPa
Kuat Putus (f_u)	550 MPa
Modulus Ealsatis (E)	200.000 MPa
Modulus Geser (G)	80.000 MPa
Angka Poisson (ν)	0,3
Koefisien Pemuaian (α)	12×10^{-6} per $^{\circ}\text{C}$

(Sumber : SNI 7971-2013)



Gambar 2. Material Baja Ringan

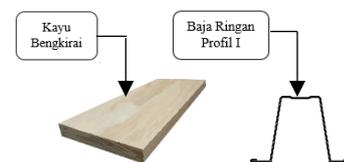
3. Data Material Pelat Lantai Jembatan

Pada perencanaan ini pelat lantai jembatan menggunakan material kayu bengkirai dengan spesifikasi seperti pada Tabel 4, atau menggunakan baja ringan profil R dengan kode mutu 550. Kayu bengkirai dan baja ringan profil R dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 4. Spesifikasi Kayu Bengkirai

Spesifikasi	Nilai	Spesifikasi	Nilai
Modulus Elastis	14259,89 N/mm ²	Kuat Tarik	31 N/mm ²
Kadar Air	16,81 %	Kuat Lentur	32 N/mm ²
Kerapatan Massa	979,52 kg/m ³	Kuat Geser	5,1 N/mm ²
Kuat Tekan	31 N/mm ²		

(Sumber : Prasetyo, 2011)



Gambar 3. Material Pelat Lantai Jembatan

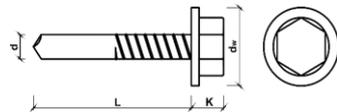
4. Data Sambungan Sekrup

Perencanaan sambungan jembatan rangka baja ringan menggunakan SNI 7971-2013 tentang Struktur Baja Canai Dingin. Pada perencanaan ini menggunakan sambungan sekrup tipe *self-drilling* 12-14x20 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Spesifikasi Sekrup *Self Drilling* Tipe 12-14x20

Spesifikasi	Pejelasan	Spesifikasi	Pejelasan
<i>Truss</i>			
Tipe Skrup	<i>Fastener</i> Tipe 12-14x20	Panjang	20 mm
Diameter (d)	6 mm	Kuat Geser Rata-Rata	8,90 kN
<i>Screw Gauge</i> (dw)	12 mm	Kuat Tarik Minimum	12,36 kN
Jumlah Ulir per Inchi	14 TPI	Kuat Torsi Minimum	0,41 kN

(Sumber : SNI 7971-2013)

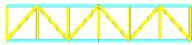


Gambar 4. Sekrup Tipe *self-drilling* 12-14x20

B. Pemilihan Desain Jembatan

Pemilihan desain jembatan dilakukan pada rangka tipe *warren truss*, tipe *pratt truss*, dan tipe *howe truss*. Pada pemilihan desain ini menggunakan aplikasi bantu SAP 2000 v14.0.0 dengan membandingkan nilai lendutannya. Dimensi jembatan dibuat sama yaitu panjang bentang 5 m, lebar 1,4 m, dan tinggi 0,8 m dengan jumlah segmen 6. Beban yang diberikan sebesar 500 kg dengan tipe beban *moving load*. Hasil analisis pemilihan desain jembatan rangka dapat dilihat pada Tabel 5.

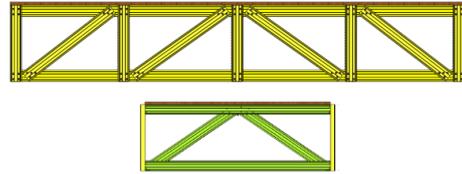
Tabel 5. Hasil Analisis Lendutan Jembatan

Bentuk Rangka	Tipe Rangka	Lendutan
	<i>Warren Truss</i>	0,8043 mm
	<i>Pratt Truss</i>	0,9311 mm
	<i>Howe Truss</i>	0,7350 mm

Berdasarkan hasil analisis lendutan diperoleh nilai lendutan pada tipe *howe truss* memiliki nilai yang paling kecil dibandingkan dengan tipe lainnya, sehingga dalam penelitian ini digunakan desain jembatan *howe truss* sebagai desain utama jembatan rangka pejalan kaki.

C. Dimensi Jembatan Rangka

Rangka jembatan ini dibagi menjadi dua yaitu rangka utama dan rangka trigonal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.



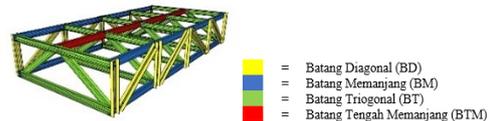
Gambar 5. Bentuk Rangka Jembatan

Tabel 6. Dimensi Jembatan Rangka Pejalan Kaki

No.	Bentang	Segmen	Tinggi	Lebar
1	3 m	4	0,5 m	1,4 m
2	4 m	6	0,5 m	1,4 m
3	5 m	8	0,6 m	1,4 m
4	6 m	8	0,65 m	1,4 m

D. Penamaan Batang Rangka

Penamaan batang dilakukan untuk mempermudah dalam analisis struktur. Penamaan batang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Penomoran Batang Rangka Jembatan

E. Analisis Struktur Jembatan

Analisis struktur jembatan menggunakan SNI 7971-2013 tentang Baja Ringan Canai Dingin yang meliputi analisis batang tekan dan tarik, analisis momen, dan analisis sambungan sekrup. Rangka jembatan menggunakan profil C75.32.35 tebal 0,6 yang memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Spesifikasi Profil C75.32.35.0,6

Properti	Nilai	Properti	Nilai
A (mm ²)	90,43	f_y (MPa)	550
A _n (mm ²)	76,87	f_u (MPa)	550
I _x (mm ⁴)	13533,859	E (MPa)	200000
I _y (mm ⁴)	81870,15	G (MPa)	80000
r _x (mm)	12,2771	ν	0,3
r _y (mm)	30,1958	α (°C)	12x10 ⁻⁶
Z _x (mm ³)	2418,75	Z _y (mm ³)	770,556

1. Perhitungan Kapasitas Nominal Tekan

Sebagai sampel perhitungan kapasitas nominal tekan dilakukan pada batang dengan panjang batang 750 mm.

Menentukan nilai A_e dan f_n

$$\begin{aligned} A_e &= 0,85 A_n & \lambda_c &= \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2} \\ &= 0,85 \cdot 76,87 & &= \frac{\pi^2 \cdot 200.000}{\left(\frac{750}{12,2771}\right)^2} \\ &= 65,34 \text{ mm}^2 & &= 1,02 \end{aligned}$$

nilai $\lambda_c \leq 1,5$, maka nilai f_n

$$\begin{aligned} f_n &= (0,658^{\lambda_c^2}) f_y \\ &= (0,658^{1,02^2}) 550 \\ &= 356,04 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Penentuan nilai kapasitas nominal batang tekan

$$\begin{aligned} \phi_c N_c &= \phi_c A_e f_n \\ &= 0,85 \cdot 65,34 \cdot 356,04 \\ &= 23262,17 \text{ N} \end{aligned}$$

Penentuan besaran kapasitas nominal tekan tergantung panjang batang rangka jembatan.

2. Perhitungan Kapasitas Nominal Tarik

Kapasitas nominal penampang diambil pada nilai terkecil pada dua rumus kapasitas nominal.

$$\begin{aligned} N_t &= A_g f_y & N_t &= 0,85 k_t A_n f_u \\ &= 90,43 \cdot 550 & &= 0,85 \cdot 0,85 \cdot 76,87 \cdot 550 \\ &= 49736,5 & &= 30544,43 \end{aligned}$$

Digunakan nilai $N_t = 30544,43 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \phi_t N_t &= 0,9 \cdot 30544,43 \\ &= 27489,99 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Perhitungan Kapasitas Nominal Momen

Menentukan nilai M_s

$$\begin{aligned} M_s &= Z_e f_y \\ &= 2418,75 \cdot 550 \\ &= 1.330.312,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Menentukan kapasitas nominal momen

$$\begin{aligned} \phi_s M_s &= 0,9 \cdot 1.330.312,5 \\ &= 1197281,3 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

4. Kapasitas Nominal Sekrup

Berdasarkan SNI 7971-2013 kekuatan tarik minimum sekrup *self drailling* 12-14x20 memiliki nilai 12360 N per sekrup. Kapasitas

nominal sekrup dikalikan dengan faktor keamanan yaitu 0,65.

$$\begin{aligned} \phi N_t &= 0,65 \cdot 12360 \\ &= 8034 \text{ N} \end{aligned}$$

5. Analisis Keamanan Struktur Jembatan

Keamanan struktur rangka jembatan dilakukan dengan menganalisis perbandingan kapasitas nominal struktur rangka dengan gaya aktual yang terjadi pada rangka. Kapasitas nominal rangka harus bernilai lebih besar daripada nilai gaya aktual yang terjadi.

Tabel 9. Kapasitas Nominal Batang Rangka

Kapasitas Nominal	Nilai
Tarik	23262,17 N
Tekan	27489,99 N
Momen	1197281,3 Nmm
Sekrup	8034 N

Tabel 10. Check Of Structure Jembatan 3 Meter

Kode Btg	Gaya Batang (N)		Momen (Nmm)	Check Of Structure
	Tarik	Tekan		
BD	6341,58	-12827,72	0	Aman
BM	2509,88	-5995,84	344345,7	Aman
BT	7413,86	-9292,58	163547,4	Aman
BTM	0	-15,22	1011744,7	Aman

Tabel 11. Check Of Structure Jembatan 4 Meter

Kode Btg	Gaya Batang (N)		Momen (Nmm)	Check Of Structure
	Tarik	Tekan		
BD	6233,68	-13252,94	342469,12	Aman
BM	6233,68	-13252,94	362300,71	Aman
BT	7414,63	-9291,67	195306,9	Aman
BTM	0	-32,25	1019310,6	Aman

Tabel 12. Check Of Structure Jembatan 5 Meter

Kode Btg	Gaya Batang (N)		Momen (Nmm)	Check Of Structure
	Tarik	Tekan		
BD	6251,54	-12835,66	353736,91	Aman
BM	6251,54	-12835,66	359704,82	Aman
BT	6215,33	-8329,89	186735,42	Aman
BTM	0	-16,88	1022880,6	Aman

Tabel 13. Check Of Structure Jembatan 6 Meter

Kode Btg	Gaya Batang (N)		Momen (Nmm)	Check Of Structure
	Tarik	Tekan		
BD	6290,38	-13245,78	344948,84	Aman
BM	6290,38	-13245,78	350115,4	Aman
BT	5747,08	-7982,69	203402,44	Aman
BTM	0	-61,1	1011744,7	Aman

F. Metode Pembuatan Jembatan

Metode pembuatan jembatan rangka pejalan kaki dengan cara perakitan jembatan dilakukan pada tempat lain dan pada tempat pemasangan jembatan tinggal dipasang pada tempat tersebut. Cara pembuatan jembatan rangka pejalan kaki adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Persiapan alat pelindung diri (APD)
3. Persiapan tempat perakitan
4. Pemotongan material
5. Perakitan rangka jembatan
6. *Finishing*
7. Pemasangan jembatan di Lapangan

Proses perakitan rangka jembatan meliputi perakitan rangka utama dan rangka trigonal yang dapat dilihat seperti berikut:

1. Perakitan rangka utama



2. Perakitan batang trigonal



3. Perakitan rangka jembatan



4. Pemasangan pelat lantai jembatan



5. Rangka jembatan



G. Time Schedule Pembuatan Jembatan

Time Schedule pembuatan jembatan pejalan kaki material baja ringan digunakan untuk melihat berapa banyak waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pembangunan jembatan tersebut. Pada pembuatan jembatan ini membutuhkan 2 orang pekerja.

Tabel 18. *Time Schedule* Pekerjaan Jembatan 3 Meter

No	Pekerjaan	1 Jam		2 Jam		3 Jam		4 Jam	
		I	II	I	II	I	II	I	II
1	Pemotongan Material	■	■						
2	Perakitan Rangka Utama		■	■					
3	Perakitan Batang Trigonal		■	■					
4	Perakitan Rangka Jembatan				■	■			
5	Pemasangan Lantai Jembatan						■	■	
6	<i>Finishing</i>								■

Tabel 19. *Time Schedule* Pekerjaan Jembatan 4 Meter

No	Pekerjaan	1 Jam		2 Jam		3 Jam		4 Jam		5 Jam	
		I	II								
1	Pemotongan Material	■	■								
2	Perakitan Rangka Utama		■	■							
3	Perakitan Batang Trigonal		■	■							
4	Perakitan Rangka Jembatan				■	■					
5	Pemasangan Lantai Jembatan							■	■		
6	<i>Finishing</i>									■	■

Tabel 19. *Time Schedule* Pekerjaan Jembatan 5 Meter

No	Pekerjaan	1 Jam		2 Jam		3 Jam		4 Jam		5 Jam		6 Jam	
		I	II										
1	Pemotongan Material	■	■										
2	Perakitan Rangka Utama		■	■									
3	Perakitan Batang Trigonal		■	■									
4	Perakitan Rangka Jembatan				■	■							
6	Pemasangan Lantai Jembatan								■	■			
7	<i>Finishing</i>											■	■

Tabel 20. *Time Schedule* Pekerjaan Jembatan 6 Meter

No	Pekerjaan	1 Jam		2 Jam		3 Jam		4 Jam		5 Jam		6 Jam		7 Jam	
		I	II												
1	Pemotongan Material	■	■												
2	Perakitan Rangka Utama		■	■											
3	Perakitan Batang Trigonal		■	■											
4	Perakitan Rangka Jembatan				■	■									
6	Pemasangan Lantai Jembatan									■	■				
7	<i>Finishing</i>													■	■

H. Pengujian Jembatan

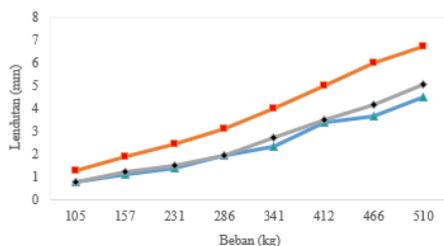
Pengujian jembatan dilakukan pada jembatan bentang 5 meter. Jembatan yang dibuat akan diuji lendutannya menggunakan *dial gauge*. Mekanisme pengujian jembatan dilakukan dengan beban *moving load* dan pada saat mencapai $\frac{1}{4}$ bentang, $\frac{1}{2}$ bentang, dan $\frac{3}{4}$ bentang beban berhenti untuk ditinjau lendutan yang terjadi.



Gambar 7. Pengujian Jembatan

Tabel 21. Hasil Pengujian Lendutan Jembatan

No	Jumlah Orang	Beban (kg)	Lendutan (mm)		
			¼ bentan g	½ batan g	¾ bentan g
1	2	105	0,75	1,24	0,76
2	3	157	1,1	1,85	1,19
3	4	231	1,38	2,45	1,47
4	5	286	1,91	3,08	1,95
5	6	341	2,3	4	2,7
6	7	412	3,36	4,98	3,48
7	8	466	3,65	6	4,15
8	9	510	4,5	6,7	5,01



Gambar 7. Hasil Pengujian Jembatan

Berdasarkan hasil pengujian jembatan diperoleh pada beban 510 kg memiliki lendutan sebesar 6,7 mm. Pada perencanaan memiliki lendutan rencana sebesar 2,5579 mm. Kedua hasil tersebut memiliki nilai yang berbeda karena beberapa faktor seperti perakitan jembatan, kurang teliti dalam memasang sekrup sambungan, dan faktor suhu.

KESIMPULAN

1. Perencanaan jembatan ini menghasilkan jembatan yang ringan dan murah karena material penyusunnya tergolong metrial yang memiliki berat yang ringan dan harganya juga terjangkau. Jembatan ini juga mudah dibuat karena dari segi pemotongan, perakitan, dan pemasangan mudah dilakukan.
2. Jembatan ini masih aman menahan beban sampai 570 kg.
3. Durasi pelaksanaan jembatan diperkirakan maksimal 7 jam. Metode pelaksanaan pembuatan jembatan yaitu

perakitan dilakukan di tempat lain kemudian di lokasi jembatan tinggal dipasang.

4. Dari hasil perencanaan tersebut didapatkan manual/standar yang dapat dijadikan masyarakat sebagai panduan pembuatan jembatan rangka pejalan kaki.

UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa syukur kami panjatkan kepada Allah Swt serta ucapan terimakasih kepada segenap pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Effendi, M., dan Hendarto, R., M., 2013, *Dampak Pembangunan Jembatan Suramadu Terhadap Perekonomian Madura*, Skripsi, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan Konstruksi Jembatan Gantung untuk Pejalan Kaki*, 2010, SEMPU No. 02/SE/M/2010 Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Pembebanan Untuk Jembatan*, 2016, SNI 1725-2016, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Prasetyo, D., 2011, *Siginifikasi Nilai Modulus Elastisitas Kayu Meranti, Mahoni, Bengkirai yang ada di Pasaran dengan SNI 2002*, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Struktur Baja Canai Dingin*, 2013, SNI 7971-2013, Badan Standarissi Nasional, Jakarta.
- Sunderlin, W., dan Resosudarno, P., 2017, *Laju dan Penyebab Deforestasi di Indonesia Penelaahan Kerancuan dan Penyelesaiannya*, Vol. 1 No. 9, *CIFOR Occasional Paper*, Jakarta.