

**STUDI EVALUASI JEMBATAN Mr. WAHID KECAMATAN AJUNG DALAM RANGKA PELEBARAN JALUR LALU LINTAS
BRIDGE EVALUATION STUDY Mr. WAHID AJUNG DISTRICT IN THE FRAMEWORK OF TRAFFIC ROAD WIDENING**

Lanang Eroica Ridho Illahi¹

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil.Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Email raiderjaht@gmail.com

Abstrak

Perkembangan dan kemajuan dalam dunia ekonomi menyebabkan salah satu permasalahan dibidang transportasi jalan raya semakin kompleks. Pengembangan transportasi udara yang berupa bandar udara (Bandara) yang terletak di jalan Mr. Wahid Desa Wirowongso Kecamatan Ajung Kab. Jember. kondisi jembatan yang sempit dan tidak bisa dilalui oleh kendaraan roda empat secara bersamaan di atas jembatan. Dari permasalahan di atas perlu adanya evaluasi mengenai jembatan tersebut. Karena jembatan tersebut merupakan jalur dengan mobilitas yang tinggi, untuk itu diperlukan pelebaran jembatan. Di dalam pelebaran tersebut memerlukan perkuatan pada gelagar yang lama. Perkuatan digunakan untuk memperkuat gelagar baja tersebut menggunakan perkuatan CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer). Dari hasil analisis dengan menggunakan metode survei lalu lintas , maka kondisi jembatan yang ada perlu di perlebar, materi untuk perkuatan gelagar dengan adanya pelebaran jembatandigunakan Fiber Rainforced Polymer jenis Carbon dengan tebal 1mm pada setiap sisi profil baja WF, dengan perekat Epoxy. Dari hasil menggunakan sebelum menggunakan perkuatan CFRP tegangan baja maksimum yang terjadi $220,25\text{Mpa} \leq 240\text{ Mpa}$ sesudah menggunakan perkuatan CFRP $176,502\text{ Mpa} > 240\text{ Mpa}$. Kemudian kontrol Lendutan yang terjadi sebelum menggunakan perkuatan CFRP $\delta = 2,407 \leq 2$ (tidak aman), lendutan sesudah menggunakan perkuatan CFRP $\delta = 2 \leq 2$ (aman)

Kata Kunci : Pelebaran Jembatan , Perkuatan Jembatan, Tegangan baja dan Lendutan

Abstract

Developments and progress in the world of economy have caused one of the problems in the field of road transportation to be increasingly complex. Development of air transportation in the form of an airport (Airport) which is located on Jalan Mr. Wahid, Wirowongso Village, Ajung District, Kab. Jember. the condition of the bridge is narrow and cannot be traversed by four-wheeled vehicles simultaneously on the bridge. From the problems above, it is necessary to evaluate the bridge. Because the bridge is a path with high mobility, it is necessary to widen the bridge. In this widening, it is necessary to strengthen the old girder. Reinforcement is used to strengthen the steel girder using CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) reinforcement. From the results of the analysis using the traffic survey method, the condition of the existing bridge needs to be widened, the material for strengthening the girder with the widening of the bridge is using Carbon Fiber Rainforced Polymer with a thickness of 1 mm on each side of the WF steel profile, with Epoxy adhesive. From the results of using before using CFRP reinforcement, the maximum steel stress that occurs is $220.25\text{ Mpa} \leq 240\text{ Mpa}$ after using CFRP reinforcement of $176.502\text{ Mpa} > 240\text{ Mpa}$. Then control Deflection that occurs before using CFRP reinforcement = $2,407 = 2$ (unsafe), deflection after using CFRP reinforcement = $2 \leq 2$ (safe)

Keywords: Bridge Widening, Bridge Reinforcement, Steel Tension and Deflection

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan dalam dunia ekonomi menyebabkan salah satu permasalahan dibidang transportasi jalan raya semakin kompleks. Salah satu yang menjadi masalah adalah kurang kemampuan layanan jembatan sebagai media penghubung. Oleh karenanya diperlukan studi evaluasi tingkat layanan jembatan sebagai efek perkembangan lalu lintas jalan raya.

Kondisi jembatan pada saat ini bukannya tidak dapat dilewati, tetapi tidak optimal bila digunakan dua arah kendaraan roda 4 dengan posisi bersamaan di atas jembatan, karena lebar jembatan hanya 4 meter, sehingga sisi keamanan (safety) jembatan ini sangat tidak aman bila berpapasan kendaraan roda 4 di atas jembatan, rawan terlempar atau jatuh.

1.2 Perumusan Masalah Penelitian

Dari latar belakang tersebut maka terdapat rumusan masalah yaitu :

1. Bagaimanakah metode Perkuatan gelagar jembatan dari pelebaran Jembatan Mr Wahid?
2. Bagaimanakah tegangan akhir gelagar jembatan setelah perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) ?
3. Bagaimanakah lendutan yang terjadi sebelum dan sesudah diberi perkuatan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*)?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Menggunakan metode perkuatan dengan material CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*), dimana bertujuan untuk perkuatan profil baja komposit.
2. Menaikkan kelas jembatan tersebut menjadi jembatan kelas I, karena salah satu dari jalur menuju Bandara.
3. Hasil evaluasi diharapkan untuk pelebaran plat jembatan baru tetap menggunakan struktur komposit, sedangkan plat dangelagar jembatan lama menggunakan jenis fiber untuk perkuatan tambahan.
4. Direncanakan lebar lalu lintas 7 meter dan lebar trotoar 2 x 1 meter, jadi semua

total 9 meter.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Kelas Jalan

Jembatan dibagi dalam beberapa kelas yang didasarkan pada kebutuhan transportasi, pemilihan moda secara tepat dengan mempertimbangkan keunggulan karakteristik masing-masing moda, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, muatan sumbu terberat kendaraan bermotor serta konstruksi jalan. Pengelompokan jalan menurut muatan sumbu yang disebut juga kelas jalan dapat dilihat pada tabel kelas jalan berdasarkan kendaraan yang melintas.

2.2 Beban Tetap

Tabel 1. Berat Sendiri / Dead Load

	Kelas Jalan				
	I	II	IIIa	IIIb	IIIc
Fun gsi Jalan	Arteri	Arteri	Arteri / Kolektor	Kolektor	Kolektor
Lebar Kend.	Maks. 2,5 m	Maks. 2,50 m	Maks. 2,50 M	Maks 2,50 m	Maks. 2,10m
Panjang Kend.	Maks. 18, m	Maks. 18, m	Maks. 18,0 m	Maks 12,00 m	Maks. 9,00 m
MST	>10ton	10 ton	8 to	8 ton	8 ton

Merupakan berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen structural, ditambah dengan elemen non struktural yang dianggap tetap. Faktor beban berat sendiri diatur pada RSNI T-02-2005 pasal 5.2.

- Beban Mati Tambahan / Superimposed Dead Load Merupakan berat seluruh bahan yang membentuk suatu beban pada jembatan yang
- Beban Lajur "D"
Secara umum beban "D" akan menentukan dalam perhitungan yang mempunyai bentang mulai dari sedang sampai panjang. Sesuai dengan RSNI T-02- 2005 pasal 6.3. beban lajur "D" terdiri atas beban tersebar merata (UDL) dan beban garis (KEL). Konfigurasi pembebanan beban "D".

- **BebanTruk “T”**
Berdasarkan RSNI T-02-2005 pasal 6.4. pembebanan truk terdiri dari kendaraan truk semi-trailer yang memiliki susunan dan berat as.
- **Pembebanan Pejalan Kaki**
Sesuai dengan peraturan RSNI T-02-2005 pasal 6.9. semua elemen dari trotoar atau jembatan penyeberangan yang langsung memikul pejalan kaki harus direncanakan untuk bebannominal 5 kPa.
- **Beban Angin**
Angin harus dianggap bekerja secara merata pada seluruh bangunan atas. Berdasarkan RSNI T-02-2005 pasal 7.6 beban angin terbagi menjadi dua yaitu beban angin yang mengenai struktur jembatan dan beban angin yang mengenai kendaraan.

2.3 Fiber Reinforced Polymer (FRP)

FRP (*Fiber Reinforced Polymer*) adalah salah satu jenis material komposit yang terdiri atas matrik resin polimer yang diperkuat dengan serat gelas atau serat karbon.

2.4 Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)

Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) adalah material yang terbuat dari serat carbon dengan mutu tinggi. Sifat fisik dan mekanik yang tinggi membuat CFRP menjadi material yang sangat tepat digunakan untuk perkuatan struktur.

2.5 Analisis Kekuatan Perekat

Pada analisis kekuatan perekat, perlu dihitung tegangan maximum akibat kombinasi tegangan geser, τ . Dan tegangan normal, σ . Besarnya tegangan maksimum yang terjadi dapat dihitung menggunakan persamaan persamaan (2.14).

$$\sigma_p = \frac{\sigma}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma}{2}\right)^2 + \tau^2} \leq \sigma_c$$

Safety Factor untuk sambungan struktur yang menggunakan zat adhesive sebagai faktor keamanan untuk kondisi lingkungan yang tidak menentu dan penurunan kekuatan material akibat waktu. Tegangan yang terjadi harus dikalikan dengan partial safety factor untuk sambungan adhesive.

3. METODOLOGI

3.1 Survei Lokasi dan Pengukuran Lapangan

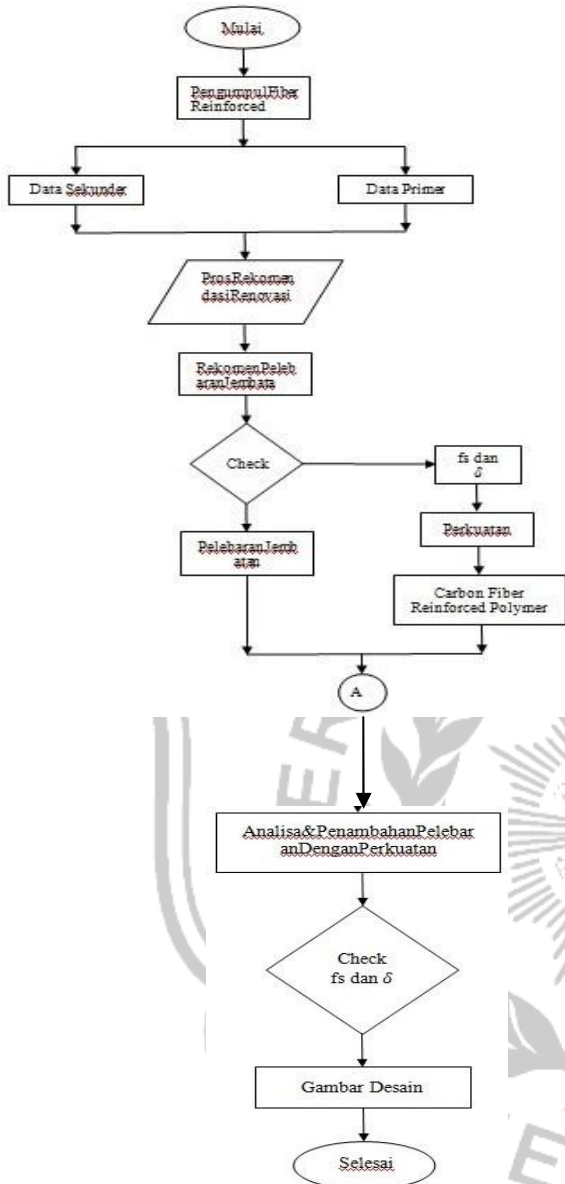
Struktur jembatan atas yang terdiri dari plat beton sebagai lalu lintas kendaraan ditopang oleh gelagar baja profil yang digabungkan (komposit). Untuk rencana pelebaran juga menggunakan gelagar bajakomposit.

3.2 Data Tanah

Dari hasil sondir di lokasi Rencana Pembangunan Jembatan KM II+285 Desa Wirowongso Kecamatan Ajung, secara ringkas dapat kami simpulkan, yaitu : Rencana Pelebaran Jembatan KM II+285, lokasi tanah kerasnya kedalaman bervariasi. Untuk boring titik 2 di samping sungai dengan kedalaman dasar cukup rendah. Lapisan pertama -1,00 meter berupa koral, kedalaman -2,00 m ada batu ukuran sekitar 5/7, hingga kedalaman hampir -4,00 meter lebih baru didapat tanah padas yang keras. Sedangkan titik 2 dan 3 lokasi sondir di ujung jembatan, tanah kerasnya didapat pada kedalaman rata-rata 2,80 meter.

Demikian gambaran umum lokasi rencana Pembangunan Jembatan tersebut, semoga dari data-data ini dapat membantu pihak perencana teknik.

3.3 DIAGRAM ALUR PERENCANAAN



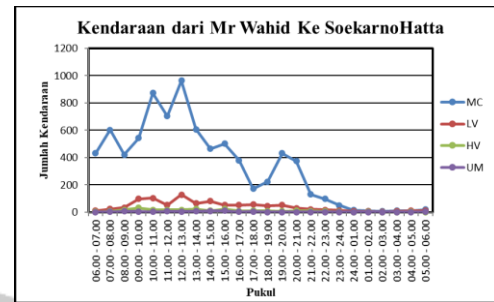
Gambar 1. Diagram Alur Perencanaan
 Sumber : Perencanaan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Survey Lalu Lintas

Data volume kendaraan (LHR) diambil dari pengamatan langsung di jalan Mr. Wahid Kecamatan Ajung Kabupaten Jember (Jembatan Mr Wahid) pada hari Rabu- Kamis padatanggal 11 – 12 November 2020 pada pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (24 jam).

Grafik 4.1 Volume Kendaraan (LHR) dari Mr Wahid ke SoekarnoHatta

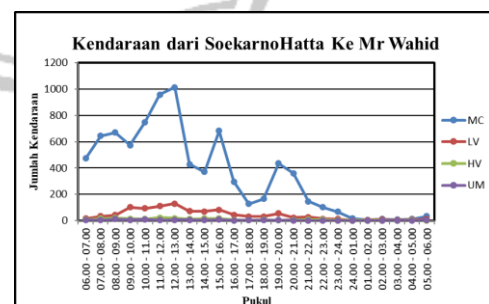


Sumber : Perhitungan

Keterangan tentang Grafik :

1. MC yaitu kendaraan bermotor seperti sepeda motor atau roda 3, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 12.00 – 13.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 963
2. LV yaitu kendaraan ringan seperti mobil atau pick up, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 12.00 – 13.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 128
3. HV yaitu kendaraan berat seperti truk 2 as, truk 3 as, atau yang lainnya, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 09.00 – 10.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 31
4. UM yaitu kendaraan tak bermotor seperti sepeda atau becak, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 15.00 – 16.00 dengan jumlah 11

Grafik 4.2 Volume Kendaraan (LHR) dari SoekarnoHatta ke MrWahid



Sumber : Perhitungan

Keterangan tentang Grafik :

1. MC yaitu kendaraan bermotor seperti sepeda motor atau roda 3, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 12.00 – 13.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 1012
2. LV yaitu kendaraan ringan seperti mobil atau pick up, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 12.00 – 13.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 129
3. HV yaitu kendaraan berat seperti truk 2 as, truk 3 as, atau yang lainnya, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 11.00 – 12.00 dengan jumlah kendaraan sebanyak 23
4. UM yaitu kendaraan tak bermotor seperti sepeda atau becak, dimana dari hasil grafik diatas jam puncaknya menunjukkan pada jam 08.00 – 09.00 dengan jumlah 12

4.2 Perhitungan Kinerja Jalan atau Derajat Kejenuhan (DS)

Perhitungan derajatkejenuhannya dapat dibilang dengan rumus yang digunakan:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

dengan :

- C = Kapasitas
 C_o = Kapasitas dasar
 FC_w = Faktor koreksi lebar masuk
 FC_{sp} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah kereb
 FC_{cs} = Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (jumlah penduduk)

Dalam perhitungan derajat kejenuhannya dapat dihitung dengan rumus :

$$DS = Q_{smp} / C$$

Dengan :

- C : Kapasitas
 DS : Derajat Kejenuhan
 Q_{smp} : Volume Kendaraan.

Tabel 4.17 Perhitungan Jam Puncak Total Kedua Arah Qsmp 2020

Arah	Pukul	Sepeda motor, roda 3 (tossa)	Mobil pribadi, mobil pick up, mobil box	Truk 2 as	Emp	Qsmp			Total Qsmp
		MC	LV	HV	MKJI 1977	MC	LV	HV	
Mr. Wahid SoekarnoHatta	12.00 - 13.00	963	128	18	0,35	337,05	128	21,6	486,65
SoekarnoHatta - Mr. Wahid	12.00 - 13.00	1012	129	19	1	354,2	129	22,8	506
Jumlah		1975	257	37	1,2	691,25	257	44,4	992,65

Sumber : Perhitungan 2020

Tabel diatas adal perhitungan jam puncak total pada kedua arah Qsmp 2020 dari arah Jl Mr.Wahid - Jl SoekarnoHatta dan dari Jl SoekarnoHatta - Jl Mr.Wahid. Untuk Csmp = 1.820,91 per jam dan Qsmp jam puncak tottak kedua arah 2020 = per jam, sehingga didapat DS sebagai berikut :

$$DS = Q / C = 992,65 / 1.820,91 = 0,5451 (C)$$

Dimana hasil DS 0,5451 (C) adalah dalam zone arus stabil pengemudi dibatas dalam memilih kecepatannya.

Tabel 2. Perhitungan Jam Puncak Total Kedua Arah Qsmp 2070

No	Jenis Kendaraan	LHR 2020	(1+i) ⁵⁰ i=5%	LHR 2070	EMP MKJI 1997	Qsmp 2070
1	MC	1975	11,46739979	22648,11458	0,35	7926,840102
2	LV	257	11,46739979	2947,121745	1,2	3536,546094
3	HV	37	11,46739979	424,2937921	0,85	360,6497233
	Jumlah					11824,03592

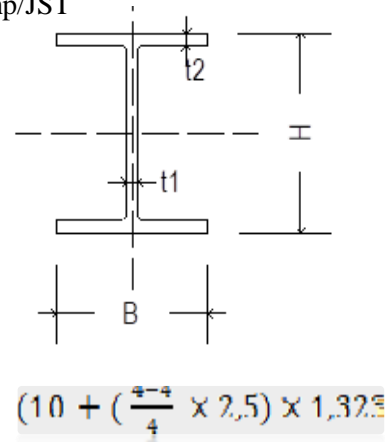
Sumber : Perhitungan

Untuk Csmp = 1.820,91 per jam dan Qsmp jam puncak total kedua arah 2040 = 2735,81 per jam, sehingga didapat DS sebagai berikut :

$$DS = Q / C = 11824,03 / 1820,91 = 6,4934 (F)$$

Dimana hasil DS 6,4934 (F) adalah arus yang

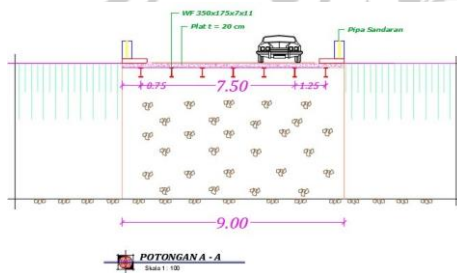
sering dipaksakan atau macet pada kecepatan-kecepatan yang rendah. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar. Untuk jembatan perlu pelebaran dan menaikkan kelas jembatan yang semula dari kelas III menjadi kelas I perlu diperlebar dikarenakan jalan tersebut merupakan jalan industry yang dimana di daerah tersebut terdapat bandara dan perkebunan. Jalan tersebut menjadi jalan alternatif satu- satunya menuju pusat kota Jember dan Jembatan tersebut juga tidak bisa dibuat salipan atau berpapasan antar kendaraan secara langsung dikarenakan lebar dari jembatan tersebut tidak memungkinkan untuk terjadinya salipan atau papasan secara langsung, jadi setiap kendaraan seperti mobil, truk dan kendaraan besar lainnya harus mengalah dari jalur yang berlawanan.



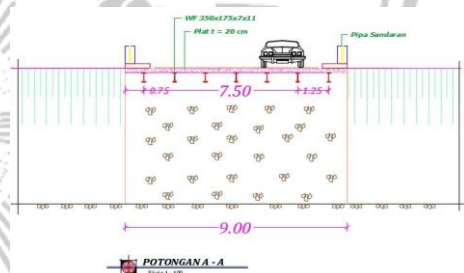
H= 350	mm Ix	= 13600	cm4
B= 175	mm Iy	= 984	cm4
t1= 7	mm ix	= 14,7	cm
t2= 11	mm iy	= 3,95	cm

4.3 Data Perencanaan

Gambar 3. Jembatan Kelas I



$F_s = 63,14 \text{ cm}^2$ $W_x = 775 \text{ cm}^3$
 $G = 49,6 \text{ Kg/m}$ $W_y = 112 \text{ cm}^3$



- Jembatan Kelas I
- Bentangan Jembatan = 12,00 m
- Lebar Jembatan = 9,00 m
- Lebar Trotoar = 1,00 m
- Jarak Gelegar (S) = 1,25 m
- Tebal Aspal = 0,05 m Tebal
- Lantai = 0,20 m
- Pipa Reling/Sandaran = 3,00 Inchi
- Saluran = 4,00 Inchi
- Baja yang digunakan Fe. 360 (Tegangan Ultimed) $\sigma_y = 240 \text{ MPa}$
- Beton yang digunakan K = 250
- $f_c' = 20,75 \text{ MPa}$
- Berat Jenis Beton Bertulang = 2.400 Kg/m³
- Berat Jenis Beton = 2.000 Kg/m³
- Berat Jenis Air Hujan = 1.000 Kg/m³
- Berat Jenis Aspal = 2.200 Kg/m³
- Rencana Gelagar Memanjang = Profil Wide Flange Shapes 350 x 175

4.4 Pembebanan Perencanaan Diaphragm (Pengaku)



Beban yang digunakan untuk menentukan dimensi Diaphragma :

$$P = (P_1 + \frac{L_1 - 6}{4} \times P_2) \times k$$

Dimana :

P = Beban Fiktif

P1 = Tekanan Roda Tengah/ Belakang (10 ton) Untuk Jembatan Kelas I

P2 = Tekanan Roda Depan (2,5ton) Untuk Jembatan Kelas I

L1 = Jarak Diaphragma (Maks 6m)

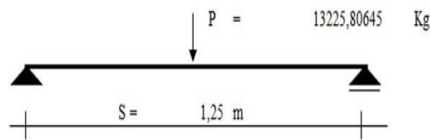
k = koefisien kejut

P =

$$\begin{aligned}
 &= (10 + (0 \times 2,5)) \times 1,323 \\
 &= 10 \times 1,323 \\
 &= 13,226 \text{ Ton} \\
 &= 13.226 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &53,32986472 \text{ MPa} \\
 &= 413306,4516
 \end{aligned}$$

Jadi Gelegar Memanjang Profile H350 x 175 aman untuk digunakan



Gambar 4.4 "P" Beban Aktif

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= \frac{1}{4} \times P \times S \\
 &= 0,25 \times 13225,80645 \times 1,25 \\
 &= 4133,0645 \text{ Kg m} = 413306,4516 \text{ Kg cm}
 \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \leq \sigma_1 \quad \rightarrow \quad W = \frac{M_{\max}}{\sigma_1}$$

$$W_x = \frac{413.306.4516 \text{ Kg cm}}{240 \text{ Mpa}} = \frac{41.330.645 \text{ Mpa}}{240 \text{ Mpa}}$$

Berdasarkan table didapatkan Profil yang akan digunakan sebagai berikut:
 Direncanakan menggunakan Profil H 350 x 175

H	= 350 mm	I _x	= 13600 cm ⁴
B	= 175 mm	I _y	= 984 cm ⁴
t ₁	= 7 mm	i _x	= 14,7 cm
t ₂	= 11 mm	i _y	= 3,95 cm
F _s	= 63,14 cm ²	W _x	= 775 cm ³
G	= 49,6 Kg/m	W _y	= 112 cm ³

Cek Berat yang direncanakan
 = 0,3 x Berat gelagar Memanjang S x 49,60 Kg/m'
 = 0,3 x 49,60 = 1,25 x 49,60 Kg/m'
 = 14,88 Kg/m' = 62,00 Kg/m'

.....Ok!

Cek Tegangan Ultimate

$$\begin{aligned}
 \sigma &= M_{\max} \leq \sigma_y \\
 W_x & \\
 \sigma &= 413306,4516 \leq \sigma_y = 240 \text{ Mpa} \\
 775 & \\
 &= 53,330 \text{ MPa} \leq 240 \text{ MPa} \\
 S & \\
 SF &= 240 \text{ Mpa} = 4,50 \\
 1,25 &
 \end{aligned}$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

1. Dengan menggunakan metode survey lalu lintas, maka kondisi jembatan yang ada harus diperlebar, selain pertimbangan sebagai jalur.
2. Material untuk perkuatan gelagar dengan adanya

Tabel 3. Perbandingan Kontrol Tegangan dan Lendutan

	SEBELUM MENGGUNAKAN PERKUATAN CFRP	SESUDAH MENGGUNAKAN PERKUATAN CFRP
Tegangan dan Lendutan		
Tegangan Baja Maksimum yang terjadi	220,25 Mpa ≤ 240 Mpa	193,484 Mpa > 240 Mpa
Kontrol Lendutan yang terjadi	δ = 2,407 ≤ 2 (tidak aman)	δ = 1,771 ≤ 2 (Aman)

Sumber : Perhitngan

pelebaran jembatan digunakan Fiber Reinforced Polymer jenis Carbon dengan tebal 1 mm pada setiap sisi profil baja WF, dengan perekat Epoxy

3. Hasil akhir setelah menggunakan metode perkuatan CFRP .

Tabel 5.1 Perbandingan Kontrol Tegangan dan Lendutan Sebelum dan Sesudah Menggunakan Metode Perkuatan CFRP

5.2 SARAN

Sebagaimana penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Keterbatasan data yang ada di lapangan, perencanaan dalam struktur dermaga dan analisa RAB. Oleh karena itu, untuk menyempurnakan perencanaan ini maka perlu pengkajian lebih lanjut pada struktur dermaga dan analisa RAB.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Lucky Wahana dkk. 2016. "Evaluasi Pemecah Gelombang (Breakwater) Pada Pelabuhan Perikanan di IPP (Instalasi Pelabuhan Perikanan) Pancer Kabupaten Banyuwangi". Jember : Universitas Muhammadiyah Jember.
- Mauluvi, Ayub Wildan dkk. 2016. "Evaluasi Konstruksi Dermaga Pada Pelabuhan Perikanan di IPP Pancer Kabupaten Banyuwangi". Jember : Universitas Muhammadiyah Jember.
- Soejono Kramadibrata, 2001. "Perencanaan Pelabuhan". ITB, Bandung.
- Bambang Triatmodjo, 1999. "Teknik Pantai". Beta Offset, Yogyakarta.
- Alonzo Def. Quinn, 1972. "Design and Construction of Port and Marine Structure". hal 91
- Salim, Noor. 2012. "Pelabuhan dan Dermaga I". Jember : Universitas Muhammadiyah Jember.
- Salim, Noor. 2012. "Pelabuhan dan Dermaga II". Jember : Universitas Muhammadiyah Jember.
- Faris Habiburrahman. 2017. "Perencanaan Layout Fasilitas Dermaga Refinery Pt. Xyz Berdasarkan Analisis Kondisi Hidrooseanografi Di Wilayah Situbondo, Jawa Timur". Surabaya : Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Rizqi Maulana Wijaya, Purwanto, Priyo Nugroho, 2014. "Perencanaan Dermaga Pelabuhan Tanjung Bonang Rembang". Universitas Diponegoro, Semarang.
- Adita Utami, 2016. "Perencanaan Dermaga Island Berth Untuk Kapal Tanker 85.000 Dwt Untuk Loading Oil Product : Bbm Ron 85 Di Tersus Pt Badak Ngl, Bontang". Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Bambang Triatmodjo, 2009. "Perencanaan Pelabuhan". Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013. "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. (SNI 2847-2013)". Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Gideon Kusuma, 1993. "Grafik Tabel Perhitungan Beton Bertulang". Universitas Petra Surabaya.
- Okol Sri Suharyo, 2017. "Model penentuan Lokasi Pangkalan Angkatan Laut Berbasis Sustainabilitas". Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Abidin, Wiranto, Lukman, 2018. "Perencanaan Fender Dermaga". Universitas Pakuan.
- Hanifah Zahra, 2018. "Perencanaan Struktur Atas Dermaga General Cargo Tipe Pier Berkapasitas 10.000 Dwt". Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.