

EVALUASI PERENCANAAN STRUKTUR ATAS JEMBATAN SEI WAMPU KECAMATAN STABAT

Oleh:
Alexius Patriotis Laia
Universitas Darma Agung, Medan
E-mail:
alexiuspatriotislaia@gmail.com

ABSTRACT

The bridge is a means of transportation that has an important role in land transportation, because it can connect roads that are separated by obstacles such as rivers, straits, ravines, highways, railroads or other obstacles. The purpose of this study is to evaluate the superstructure of the Sei Wampu bridge from floor slabs, walkways, girders, girders and main girders. This research method uses calculations and data analysis in the form of images from the Sei Wampu 003 Bridge Construction Planning (Ministry of Public Works, Directorate General of Highways) and analysis of the rod forces with the SAP 2000 program. -100) of As (2010) Asperlu (1944), Y direction reinforcement (D13-150) As (931) Asperlu (810) ; pavement calculation As (931) Asperlu (570) ; calculation of longitudinal girder (WF 400.200.8.13) deflection (0.139) < Ijin (1,000), shear Vu (283.73) Vn (483.84) and bending moment Mu (353.44) Mn (388.89); transverse girder (WF 900.300.16.28) deflection (1.474) < Ijin (1.800), shear Vu (598.419) Vn (20045) and bending moment Mu (465.81) Mn (3888) ; calculation of arc rods and hanging cables with SAP 2000 program to check dimensions of (56,743) < p (108,541), check flange dimensions (9,111) < p (108.541) and shift Vu (1484.74) Vn (7771.68). All calculation results have met the applicable requirements.

Keywords: Bridge, Floor slab, girder, arch

ABSTRAK

Jembatan merupakan sarana transportasi yang memiliki peranan penting dalam transportasi darat, karena dapat menghubungkan jalan yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, selat, jurang, jalan raya, jalan kereta api ataupun rintangan yang lainnya. Tujuan dari studi ini untuk mengevaluasi struktur atas jembatan Sei Wampu dari pelat lantai, trotoar, gelagar, batang penggantung dan batang utama busur. Metode penelitian ini menggunakan perhitungan dan analisa data berupa gambar dari Perencanaan Pembangunan Jembatan Sei Wampu 003 (Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga) serta analisa gaya-gaya batang dengan program SAP 2000. Dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan pelat lantai dengan tulangan arah X (D16-100) sebesar $A_s(2010) \geq A_{s_{perlu}}(1944)$, tulangan arah Y (D13-150) $A_s(931) \geq A_{s_{perlu}}(810)$; perhitungan trotoar $A_s(931) \geq A_{s_{perlu}}(570)$; perhitungan gelagar memanjang (WF 400.200.8.13) lendutan $\Delta(0.139) < \Delta_{ijin}(1.000)$, geser $V_u(283.73) \leq \emptyset V_n(483.84)$ dan momen lentur $M_u(353.44) \leq \emptyset M_n(388.89)$; gelagar melintang (WF 900.300.16.28) lendutan $\Delta(1.474) < \Delta_{ijin}(1.800)$, geser $V_u(598.419) \leq \emptyset V_n(20045)$ dan momen lentur $M_u(465.81) \leq \emptyset M_n(3888)$; perhitungan batang busur dan kabel penggantung dengan program SAP 2000 untuk cek dimensi sebesar $\lambda(56.743) < \lambda_p(108.541)$, cek dimensi flens $\lambda(9.111) < \lambda_p(108.541)$ dan geser $V_u(1484.74) \leq V_n(7771.68)$. Semua hasil perhitungan telah

memenuhi syarat yang berlaku.

Kata Kunci: Jembatan, Pelat Lantai, Gelagar, Pelengkung

1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan sarana transportasi yang memiliki peranan penting dalam transportasi darat, karena dapat menghubungkan jalan yang terpisah oleh rintangan seperti sungai, selat, jurang, jalan raya, jalan kereta api ataupun rintangan yang lainnya. Perencanaan jembatan tidak hanya mempertimbangkan aspek struktural atau teknis dan aspek lalu lintas atau transportasi saja, tetapi juga perlu meninjau aspek ekonomi dan estetika (Supriyadi & Muntohar, 2007: 27).

Struktur atas merupakan komponen utama yang langsung menerima beban sebelum diteruskan ke pilar pondasi. Kerusakan pada struktur atas dapat menimbulkan keraguan mengenai kinerja dan keamanan bangunan secara keseluruhan. Untuk lebih meyakinkan, apakah struktur atas masih mampu mendukung beban yang akan bekerja, perlu dilakukan evaluasi kinerja struktur atas. Berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan struktur atas dapat ditentukan alternatif perbaikan dengan teknik yang paling sesuai dengan kondisi bangunan, peralatan, dan kemampuan tenaga kerjanya. Sedangkan penelitian tentang evaluasi struktur bawah dilakukan oleh Dedy H. (Dedy H, dkk, 2008).

Seiring dengan berjalannya waktu terjadi pertumbuhan pembangunan dan ekonomi, yang mengakibatkan aktivitas masyarakat semakin meningkat serta terjadinya peningkatan jumlah arus lalu lintas. Peningkatan jumlah arus lalu lintas menyebabkan jembatan mengalami overlay dan kerusakan pada bagian struktur atas jembatan. Kerusakan pada bagian struktur atas jembatan berupa kerusakan tiang sandaran, plat lantai kendaraan serta kerusakan pada gelagar

jembatan. Umur jembatan juga mempengaruhi kekuatan suatu struktur jembatan, jembatan yang berumur lama rentan mengalami kerusakan. Berdasarkan data perencanaan PEMBANGUNAN JEMBATAN SEI WAMPU 003 (Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga), peneliti ingin melakukan evaluasi perencanaan terhadap pembangunan komponen struktur atas jembatan SEI WAMPU Stabat Sumatera Utara. Peneliti akan mengevaluasi perencanaan plat lantai jembatan, gelagar jembatan, dan pelengkung jembatan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Defenisi Jembatan

Berdasarkan UU 38 Tahun 2004 bahwa jalan dan jembatan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial dan budaya serta lingkungan yang dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah.

Jembatan secara umum adalah suatu konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Menurut Ir. H.J. Struyik dalam bukunya "Jembatan", jembatan merupakan suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau lalu lintas biasa).

Jembatan adalah bangunan pelengkap jalan yang berfungsi sebagai

penghubung dua ujung jalan yang terputus oleh sungai, saluran, lembah, selat atau laut, jalan raya dan jalan kereta api (Departemen Pekerjaan Umum, 2008).

2.2. Klasifikasi Jembatan

Klasifikasi jembatan berdasarkan fungsi, lokasi, bahan konstruksi dan tipe struktur sekarang ini telah mengalami perkembangan pesat sesuai dengan kemajuan jaman dan teknologi, mulai dari yang sederhana sampai pada konstruksi yang mutakhir.

Berdasarkan kegunaannya, jembatan dapat dibedakan sebagai berikut (Agus IqbalManu, 1995:9):

1. Jembatan Jalan Raya (*Highway Bridge*)
Jembatan yang direncanakan untuk memikul beban lalu lintas kendaraan baik kendaraan berat maupun ringan.
2. Jembatan Jalan Kereta Api (*Railway Bridge*)
Jembatan jalan kereta api merupakan jembatan yang dirancang khusus untuk dapat dilintasi kereta api.
3. Jembatan Jalan Air (*Waterway Bridge*)
Jembatan air adalah struktur seperti jembatan biasa tapi ia membawa kanal air yang melintasi sungai, lembah, dan jalan lainnya.
4. Jembatan Jalan Pipa (*Pipeway Bridge*)
Jembatan pipa adalah pipa yang melintasi saluran, sungai, atau

lainnya, yang tidak memungkinkan pipa ditanam di dalam tanah.

5. Jembatan Militer (*Military Bridge*)
Jembatan Militer adalah suatu jenis jembatan sederhana yang didesain khusus untuk keperluan operasi militer.
6. Jembatan Pejalan Kaki/Penyeberangan (*Pedestrian Bridge*)
Jembatan yang digunakan untuk penyeberangan jalan. Fungsi dari jembatan ini yaitu untuk memberikan ketertiban pada jalan yang dilewati jembatan penyeberangan tersebut dan memberikan keamanan serta mengurangi faktor kecelakaan bagi penyeberang jalan.

2.3. Konstruksi Jembatan Pelengkung

Jembatan lengkung adalah struktur setengah lingkaran dengan abutment di kedua sisinya. Desain lengkung (setengah lingkaran) secara alami akan mengalihkan beban yang diterima lantai kendaraan menuju abutment yang menjaga kedua sisi jembatan agar tidak bergerak kesamping.

Bentuk ikatan dan bentuk struktural menjadikan jembatan pelengkung terbagi atas beberapa tipe, jembatan pelengkung dapat dibagi menjadi 11 tipe dengan sistem konstruksi yang berbeda-beda

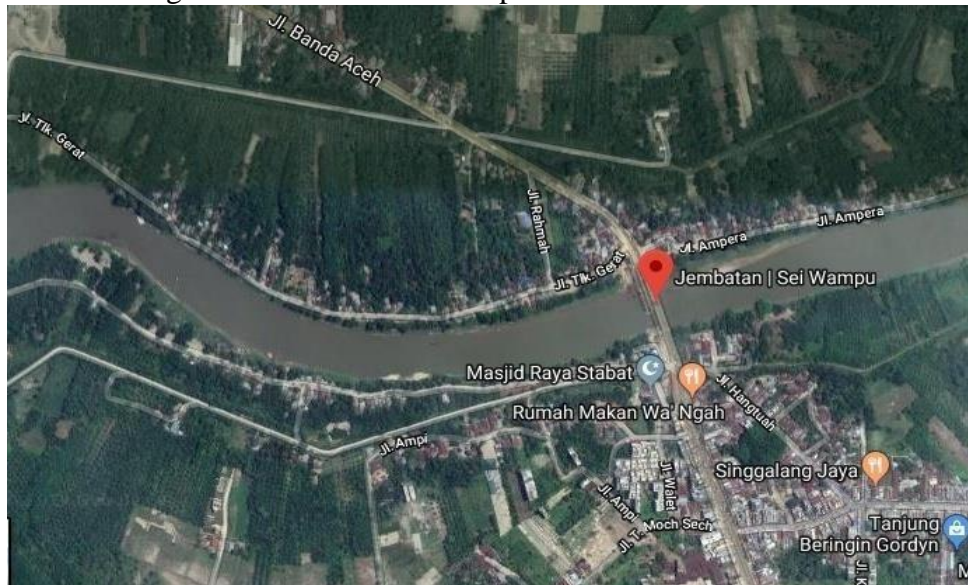
3. METODE PENELITIAN

3.1. Data Umum Proyek

Nama Proyek : Pembangunan Jembatan Sei Wampu
Lokasi : JL. Banda Aceh, Stabat Langkat - Sumatera Utara
Pemilik Proyek : Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional Provinsi Sumatera Utara
Kontraktor : CV. Jaya Abadi
Konsultan Perencana : PT. Visi Tekniktama Unggul

3.2. Lokasi Proyek

Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Jembatan Sei Wampu di Stabat



(Sumber: *googlemap.com*) Terletak pada km 52 stabat di ruas jalan Banda Aceh, Kabupaten Langkat, Provinsi Sumatera Utara.

3.3. Metode Pengumpulan Data

Untuk melakukan evaluasi perencanaan struktur atas jembatan pada proyek pembangunan jembatan Sei Wampu di Stabat, Langkat-Sumatera Utara, penulis memperoleh data dari Perencanaan dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Provinsi Sumatera Utara berupa data hasil gambar jembatan serta data tambahan lainnya berupa peraturan pembebanan jembatan.

3.4. Metode Analisis

Evaluasi perencanaan jembatan diawali dengan pengambilan data awal jembatan, pengambilan data ini dilakukan dengan mengkaji gambar jembatan awal yang sudah ada. Data yang diperoleh adalah lebar jembatan, panjang jembatan dan tinggi jembatan yang akan digunakan sebagai acuan perencanaan jembatan dengan desain jembatan komposit. Perhitungan dan perencanaan dilakukan dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Persiapan perencanaan jembatan meliputi ukuran jembatan dan gambar perencanaan
2. Perhitungan pelat lantai kendaraan

3. Perhitungan lantai trotoar
4. Perencanaan gelagar memajang
5. Perencanaan gelagar melintang
6. Perhitungan panjang kabel penggantung (*hanger*)
7. Perhitungan batang utama busur

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Struktur

1. Kelas jalan = Kelas I
2. Tipe jembatan = Jembatan Pelengkung
3. Panjang total jembatan = 140 m
4. Lebar jembatan = 9 m
5. Lebar lantai kendaraan = 2 x 3.5 m
6. Lebar trotoar = 2 x 0.9 m
7. Tebal trotoar = 0.15 m
8. Tinggi konstruksi = 28 m
9. Mutu beton (f_c'):
 - a. Lantai kendaraan = 30 MPa (K-350)
 - b. Trotoar = 30 MPa (K-350)
10. Mutu baja (Bj 50):
 - f_u = 500 MPa
 - f_y = 290 MPa
11. Jarak antar gelagar memanjang = 1.5 m
12. Jarak antar gelagar melintang = 5 m

4.2. Perhitungan dan Pembebanan

Berdasarkan RSNI pembebanan yang ada pada jembatan terdiri dari:

4.2.1. Beban Mati dan Beban Mati Tambahan

1. Beban Mati

Tabel 4.1 Berat Beban Mati Pada Lantai Jembatan

No	Nama Beban	Tebal (m)	W (kN/m ³)	Berat (kN/m ²)
1	Aspal	0.05	22.0	1.100
2	Beton Bertulang	0.20	25.5	5.100
Q_{MS}total				6.200

Factor beban ultimit: $K_{MS} = 1.3$

2. Beban Mati Tambahan

Tabel 4.2 Beban Mati Tambahan Pada Lantai Jembatan

No	Nama Beban Tambahan	Tebal (m)	W (kN/m ³)	Berat (kN/m ²)
1	Lapisan aspal + overlay	0.10	22.0	2.200
2	Genangan air hujan	0.05	9.8	0.490
Q_{MA}total				2.690

Factor beban ultimit: $K_{MA} = 2.00$

4.2.2. Beban Hidup

1. Beban Lajur Lalu Lintas "D"

$$q = 2.2 \text{ t/m}$$

(Untuk $L < 30\text{m}$)

$$q = 2.2 \text{ t/m} - \{(1.1/60) \times (L - 30)\} \text{ t/m}$$

(Untuk $30\text{m} < L <$

$$60\text{m}) q = 1.1 \{1 + (30/L)\}$$

(Untuk $L > 60\text{m}$)

Diambil:

$$q = 1.1 \{1 + (30/L)\}$$

$$= 1.1 \{1 + (30/140)\}$$

$$= 1.335 \text{ t/m}$$

2. Beban Kendaraan Rencana (Beban Truk "T")

Beban "T" yaitu beban yang merupakan kendaraan truk yang mempunyai beban roda ganda (dual wheel load) sebesar 112.5 kN.

3. Beban Terbagi Rata
 (BTR) $q = 9.0$ kPa (untuk $L \leq 30$ m)
 $q = 9.0 (0.5 + 15 / L)$ kPa (untuk $L > 30$ m)
 $q = 9.0 (0.5 + 15 / L)$ kPa
 $= 9.0 (0.5 + 15 / 140)$ kPa
 $= 5.464$ kN/m

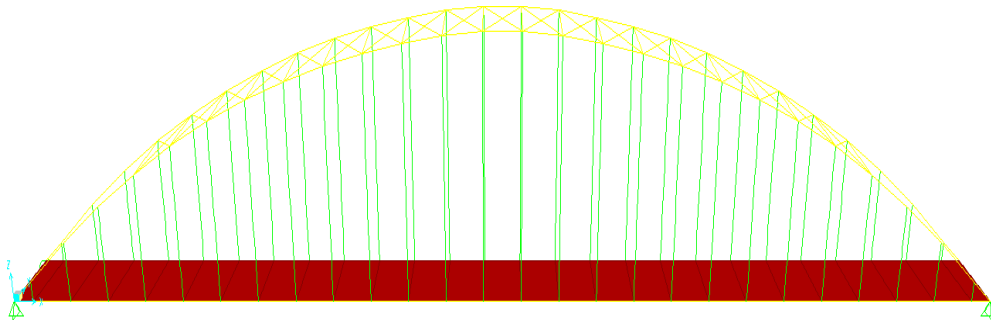
4. Beban Garis (BGT)

Pada beban BGT terdapat factor beban dinamik (DLA) yang mempengaruhi adalah $p = 49$ kN/m, maka besar DLA jembatan sebagai berikut:

BM 100 $\longrightarrow p = 49$ kN/m $= 100\% \times 4.9 = 4.9$
 $T/mL \geq 90$ m $\longrightarrow =$ DLA = 30 %
 $L \geq 50$ m $\longrightarrow =$ DLA = 40 %

$L \geq 30$ m $\longrightarrow =$ DLA = 40 %
 dengan DLA 30% maka : $q_p = (100\% + \text{DLA}) p$
 $= (100\% + 30\%) 49$
 $= 63.700$ kN/m

4.2.3. Perhitungan Kabel Penggantung



Gambar 4.7 Pemodelan Busur dan Kabel Jembatan

(Sumber: Program SAP 2000 11)

Panjang dari batang penggantung dihitung dengan menggunakan pendekatan rumus sumbu geometri busur. Persamaan parabola (Y_n) = $\frac{4 f X (L-X)}{L}$

Dengan: f = Tinggi maksimal busur
 X = Jarak
 persatuan L =
 Panjang total

Diameter kabel = $\emptyset 65$
 $F_u = 1080$ Mpa
 $A_s = \frac{1}{4} \pi d^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 65^2$
 $= 3317$ mm²
 $F_{ijin} = 0.7 F_y$
 $= 0.7 \times 1080$
 $= 756$ MPa

$$\begin{aligned}
 P_n &= F_{ijin} \cdot A_s \\
 &= 756 \times 3317 \\
 &= 2507 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Output SAP 2000 Gaya Yang Terjadi Pada Kabel Penggantung

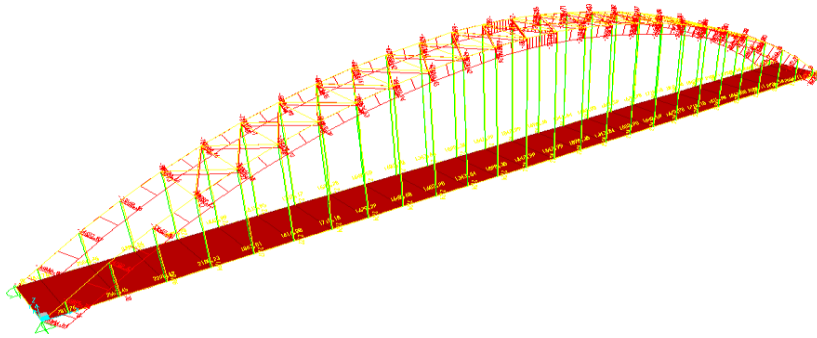
No.	Frame	X (m)	Yn (m)	Pu (kN)	Pn (kN)	Pu < Pn
1	CB 01	5	1.940	941.36	2507	OK
2	CB 02	10	5.900	1338.33	2507	OK
3	CB 03	15	9.354	1452.81	2507	OK
4	CB 04	20	12.410	1479.24	2507	OK
5	CB 05	25	15.064	1482.25	2507	OK
6	CB 06	30	17.360	1483.80	2507	OK
7	CB 07	35	19.334	1488.50	2507	OK
8	CB 08	40	21.010	1494.30	2507	OK
9	CB 09	45	22.402	1490.32	2507	OK
10	CB 10	50	23.525	1511.52	2507	OK
11	CB 11	55	24.390	1700.70	2507	OK
12	CB 12	61	25.210	1832.48	2507	OK
13	CB 13	66	25.443	1855.62	2507	OK

(Sumber: Program SAP 2000 11)

4.2.4. Perhitungan Busur Utama

Batang busur digunakan profil Box Girder (2150-920).500.35.45

An	= 270000 mm ²	ybaja	= 7850 kg/m ³
A	= 2056 mm	BJ 50	
B	= 500 mm	fy	= 290 N/mm ²
tw	= 35 mm	fr	= 70 N/mm ²
tf	= 45 mm	fu	= 500 N/mm ²
Ix	= 11752500 cm ⁴	E	= 2.1 x 10 ⁵ N/mm ²
Iy	= 4672500 cm ⁴	J	= 10236690 cm ⁴
ix	= 659,76 mm	Sx	= 130583,33 cm ³
iy	= 416 mm	Sy	= 93450 cm ³
Zx	= 159750 cm ³	Zy	= 105750 cm ³



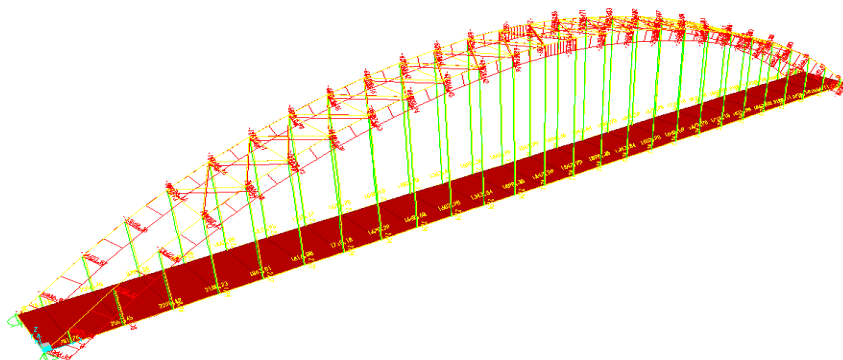
Gambar 4.8 Gaya Batang Akibat Beban Mati

(Sumber: Program SAP 2000 11)

Tabel 4.7 Output SAP 2000 Perhitungan Gaya Batang Akibat Beban Mati

No. Batang	Gaya Batang	No. Batang	Gaya Batang
1	36243.90	15	25794.14
2	36093.90	16	25914.19
3	34701.73	17	26065.16
4	33568.81	18	26288.87
5	28288.56	19	26574.07
6	27786.05	20	26918.84
7	27319.58	21	27319.58
8	26918.84	22	27786.05
9	26574.07	23	28288.56
10	26288.87	24	33568.81
11	26065.16	25	34701.73
12	25914.19	26	36093.90
13	25794.14	27	36243.90
14	25757.51		

(Sumber: Program SAP 2000 11)



Gambar 4.9 Gaya Batang Akibat Beban Hidup

(Sumber: Program SAP 2000 11)

Tabel 4.8 Output SAP 2000 Perhitungan Gaya Batang Akibat Beban Hidup

No. Batang	Gaya Batang	No. Batang	Gaya Batang
1	36458.55	15	25951.16
2	36309.36	16	26072.15
3	34910.95	17	26224.24
4	33772.35	18	26449.57
5	28460.97	19	26736.76
6	27956.12	20	27083.79
7	27487.00	21	27487.00
8	27083.79	22	27956.12
9	26736.76	23	28460.97
10	26449.57	24	33772.35
11	26224.24	25	34910.95
12	26072.15	26	36309.36
13	25951.16	27	36458.55
14	25911.21		

(Sumber: Program SAP 2000 11)

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- Hasil perhitungan pelat lantai dengan tulangan arah X (D16-100) dapat digunakan karena memenuhi syarat : $A_s = 2010 \geq A_{s\text{perlu}} = 1944$ dan tulangan arah Y (D13-150) dapat digunakan karena memenuhi syarat : $A_s = 931 \geq A_{s\text{perlu}} = 810$
- Hasil perhitungan trotoar dengan tulangan arah X (D13-150) dan tulangan arah Y (D13-150) dapat digunakan karena memenuhi syarat : $A_s = 931 \geq A_{s\text{perlu}} = 570$
- Hasil perhitungan gelagar memanjang (WF 400.200.8.13) dapat digunakan karena memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Lentutan : $\Delta = 0.139 < \Delta \text{ ijin} = 1.000$
 - Geser : $V_u = 283.73 \leq \emptyset V_n = 483.84$
 - Penampang kompak : $M_{nx} = M_{px}$
 - Momen lentur dengan lateral leku : $M_u = 353.44 \leq \emptyset M_n = 388.89$
- gelagar melintang (WF 900.300.16.28) dapat digunakan karena memenuhisyarat sebagai berikut:
 - Lentutan : $\Delta 1.474 \text{ cm} < \Delta \text{ ijin} = 1.800$
 - Geser : $V_u = 598.419 \leq \emptyset V_n = 20045$
 - Penampang kompak : $M_{nx} = M_{px}$
 - Momen lentur dengan lateral leku : $M_u = 465.81 \leq \emptyset M_n = 3888$
- Hasil perhitungan batang busur dan kabel penggantung dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000 serta telah memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Cek dimensi web : $\lambda = 56.743 < \lambda_p = 108.541$
 - Cek dimensi flens : $\lambda = 9.111 < \lambda_p = 108.541$
 - Geser : $V_u = 1484.74 \leq \emptyset V_n = 7771.68$

Saran

1. Untuk perhitungan beban-beban yang bekerja pada jembatan digunakan RSNIT-02-2005 dan perhitungan kekuatan struktur digunakan RSNI T-03-2005.
2. Untuk perhitungan gaya-gaya pada struktur, ada baiknya menggunakan program SAP 2000.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bina Marga, Direktorat Jendral. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta : Direktorat Bina Jalan Kota, Direktorat Bina Marga RI dan SWEROAD
- Chen Wai-Fah dan Lian Duan. 2000. *Bridge Engineering Handbook*. London: CRC Press. LLC.
- Dedy Hamdani, dkk. 2008. *Identifikasi Kerusakan Jembatan Dengan Metode Bridge Management System (BMS) (Studi Kasus: Jembatan Plupuh, Kabupaten Sragen), Tugas Mata Kuliah Rekayasa Rehabilitasi Dan Pemeliharaan Jembatan*. Surakarta: Prodi MTRPBS-UNS.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya (PPPJJR)*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*, SKBI-2.3.26.1987. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum. 2008. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/Prt/M/2008 Tentang Manfaat Ruang Terbuka Hijau Di Perkotaan*.
- Pembebanan untuk Jembatan. 2005. *RSNI T-02-2005*. Badan Standardisasi Nasional.
- Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. 2005. *RSNI T-03-2005*. Badan Standardisasi Nasional.
- Siswanto, M, F. 1999. *Perencanaan Struktur Baja III*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil FT Universitas Gadjah Mada.
- Struyk, H, J., dan Van, K.H.C.W. 1984. *Jembatan*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sumantri. 1989. *Panduan Pengajar Buku Perawatan Mesin*. Jakarta :Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton. 2002. *SNI 03-2847-2002*. Bandung: Yayasan LPMB.