



PERANCANGAN JEMBATAN PERTAGAS DENGAN SISTEM KOMPOSIT BAJA DAN BETON BENTANG 70 METER TOL KAPB

Muhammad Nata Persada^{1*}, Renaldi Muharram²

¹PT. Brantas Abipraya (Persero)

²Alumni Prodi D4 Perancangan Jalan dan Jembatan

*mnatapersadaa@gmail.com

Naskah diterima : 08 Oktober 2020. Disetujui: 30 November 2023. Diterbitkan : 31 Maret 2024

ABSTRAK

Jembatan Pertagas yang berada di Tol KAPB 2A Ogan Ilir Sumatera Selatan merupakan jembatan bentang panjang dengan fungsi menghubungkan ruas jalan tol yang terpisah oleh pipa minyak dan gas milik PT. Pertamina Gas. Memiliki panjang bentang 70 meter dan lebar 25,2 meter, jembatan ini menggunakan sistem komposit baja dan beton dengan gelagar memanjang berupa *Steel Box Girder*. Dalam merancang jembatan ini mengacu kepada SNI1725:2016 (Pembebanan untuk Jembatan), RSNIT-12-2004 (Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan), RSNIT-03-2005 (Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan), *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications Fifth Edition*, *Australian Standard*, dan sumber pustaka lainnya. Perancangan Jembatan Pertagas meliputi bangunan atas yaitu pelat lantai kendaraan, parapet, gelagar memanjang, sambungan baut pada gelagar memanjang, diafragma, dan elastomer, serta bangunan bawah yaitu abutment dan pondasi tiang pancang. Spesifikasi yang digunakan adalah Spesifikasi Umum Edisi 2010 Revisi 3. Berdasarkan hasil analisis, perancangan Jembatan Pertagas membutuhkan biaya sebanyak Rp. 70.395.225.000,- dengan waktu pelaksanaan selama 179 hari kalender.

Kata kunci : Jembatan, Pertagas, *Steel Box Girder*, Komposit

ABSTRACT

Pertagas Bridge located in KAPB 2A Toll Ogan Ilir South Sumatera is a long span bridge which connects the separate toll road segment because of oil and gas pipelines owned by PT. Pertamina Gas. Having a span length of 70 meters and the width of 25,2 meters, this bridge uses steel and concrete composite system utilizing Steel Box Girder. In the process of designing the bridge refers to SNI 1725:2016 (Standard Loading for Bridge), RSNIT- 12-2004 (Design of Concrete Structure for Bridge), RSNIT-03-2005 (Design of Steel Structure for Bridge), AASHTO LRFD Bridge Design Specifications Fifth Edition, Australian Standard, and another literature. The design of Pertagas Bridge consists of superstructure such as deck, parapet, girder, bolt connections in the girder, diaphragm, and elastomeric bearing, also substructure such as abutment and spun pile foundation. The specification used in this design is General Specification 2010 Edition Third Revision. Based on the analysis result, the design of Pertagas Bridge requires cost Rp. 70.395.225.000,- with the total period of construction 179 days.

Key words : Bridge, Pertagas, *Steel Box Girder*, Composit

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan salah satu indikator utama perkembangan ekonomi suatu daerah. Saat ini, pemerintah sedang gencar melakukan pembangunan infrastruktur di bidang transportasi darat, salah satunya adalah pembangunan jembatan yang berfungsi untuk menghubungkan jalan yang terpisah oleh sungai, arus lalu lintas dibawahnya, atau pipa gas yang terdapat di dalam tanah.

Konstruksi jembatan saat ini terus mengalami perkembangan mulai dari bentuk sederhana sampai ke yang paling kompleks. Demikian juga bahan-bahan yang digunakan, salah satu struktur yang mulai berkembang penggunaannya adalah gelagar dengan berbahan baja yaitu steel box girder. Menurut Conrad (1983) bahwa struktur steel box girder memiliki beberapa elemen yang sangat menarik dilihat dengan kekakuannya menahan lentur yang sangat dibutuhkan pada jembatan bentang menengah ke panjang hingga bentang panjang yang melengkung.

Perekonomian di Provinsi Sumatera Selatan khususnya di daerah Desa Ibul Besar, Kecamatan Pemulutan, Kabupaten Ogan Ilir menunjukkan perkembangan yang pesat, terutama di bidang industri dan distribusi barang. Perkembangan ini memberikan efek terhadap tingkat mobilitas yang tinggi, penambahan jumlah kendaraan, dan pertumbuhan lalu lintas. Untuk mengatasinya, dilakukan pembangunan Jalan Tol Kayu Agung – Palembang – Betung.

Pada ruas tol ini terdapat pipa minyak dan gas milik PT. Pertamina Gas yang tertanam di dalam tanah. Pipa minyak dan gas ini terdiri dari beberapa diameter yaitu 8 inci, 20 inci, dan 24 inci. Hal ini menyebabkan tidak dimungkinkannya

pembangunan jalan tol di atas permukaan tanah karena dapat merusak pipa tersebut.

Berdasarkan uraian tersebut, diperlukan konstruksi jembatan dengan bentang panjang untuk menghubungkan ruas tol yang terpisah oleh pipa minyak dan gas yang tertanam.

1.2. Maksud dan Tujuan

Pembangunan Jembatan Pertagas bertujuan untuk menghubungkan ruas tol yang terpisah oleh pipa minyak dan gas. Hal ini dikarenakan tidak dimungkinkannya untuk membangun jalan di atas permukaan tersebut karena dapat merusak pipa minyak dan gas. Manfaat dari pembangunan jembatan pertagas adalah mempercepat perkembangan perekonomian khususnya di bidang industri dan distribusi barang antar wilayah yang ada di Provinsi Sumatera Selatan.

Manfaat yang diperoleh melalui penyusunan skripsi adalah penulis dapat menyelesaikan permasalahan yang ada di masyarakat khususnya mengenai pembangunan jembatan.

2. METODE PELAKSANAAN

Data teknis yang didapatkan untuk merancang Jembatan Pertagas adalah sebagai berikut : data tanah, data jembatan, harga sewa perolehan alat, bahan, dan upah.

Dalam merancang Jembatan Pertagas, digunakan standar yang berlaku, yaitu:

- Standar Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725: 2016). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan (RSNI T-12-2004). Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan (RSNI T-03-2005). Badan Standardisasi Nasional.
- AASHTO LRFD 2010. *Bridge Design Specification 5th Edition*.
- *Australian Standard 4100-1988*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Data Tanah

Berdasarkan hasil uji bor log di lapangan, didapatkan hasil kedalaman tanah sedalam 40 meter dengan jenis tanah *Light Gray Very Stiff Silt*.

3.2. Pembebanan pada Struktur

Kombinasi pembebanan yang digunakan diambil dari pedoman Standar Pembebanan untuk Jembatan (SNI 1725:2016).

3.3. Perhitungan Struktur

Perancangan jembatan meliputi:

- Perancangan bangunan atas
- Perancangan bangunan bawah
- Perancangan pondasi

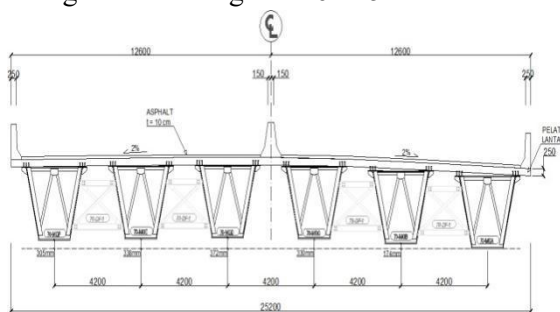
3.3.1. Bangunan Atas Jembatan

Bangunan atas jembatan terletak di atas bangunan bawah jembatan dan tidak berhubungan langsung dengan tanah di bawahnya. Perhitungan pada bangunan atas meliputi: lantai kendaraan, parapet, gelagar memanjang *steel box girder*, panjang pengekang lateral diafragma, sambungan pada gelagar memanjang *steel box girder*, dan perletakan.

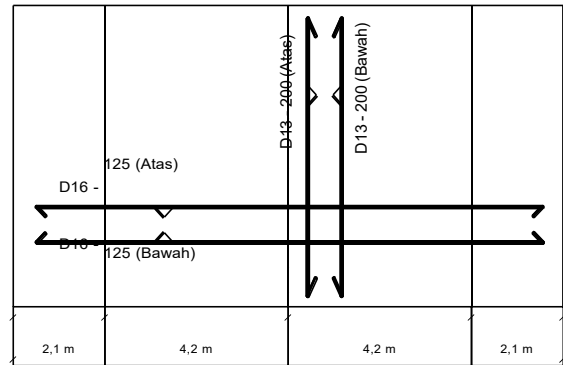
3.3.2. Perencanaan Lantai Kendaraan

- Mutu Beton (f_c') = 30 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 400 MPa

Digunakan tulangan D16-125 untuk arah x dan



Gambar 1. Potongan Melintang Bangunan Atas Jembatan Pertagas

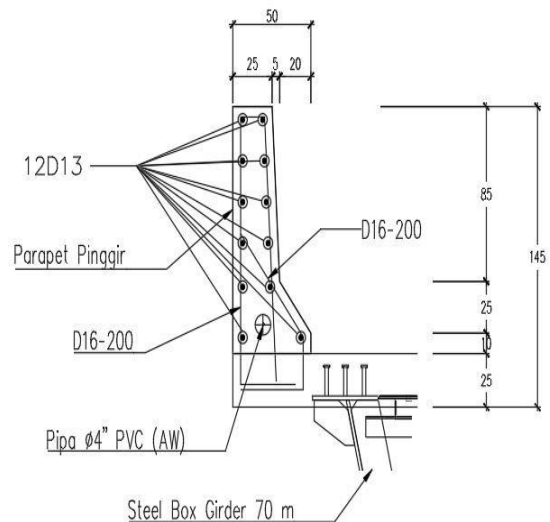


Gambar 2. Denah Penulangan Lantai Kendaraan

3.3.3. Perencanaan Parapet

- Mutu Beton (f_c') = 30 MPa
- Mutu Baja (f_y) = 400 MPa

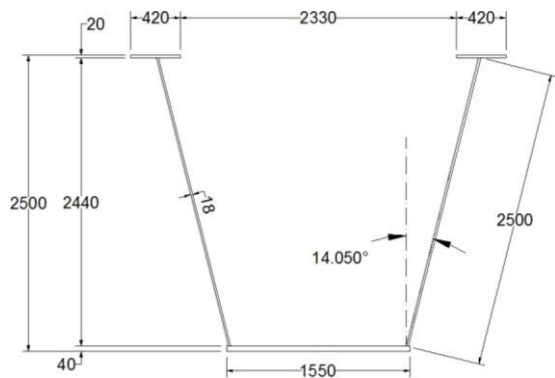
Digunakan tulangan pokok D16-200 dan tulangan bagi 12D13.



Gambar 3. Denah Penulangan Parapet

3.3.4. Gelagar Memanjang Steel Box Girder

Digunakan Profil MGA1 *Steel Box Girder* yang di cek kekompakan profilnya menggunakan AASHTO LRFD *Bridge Design Specification* Edisi Ke-5 Tahun 2010.

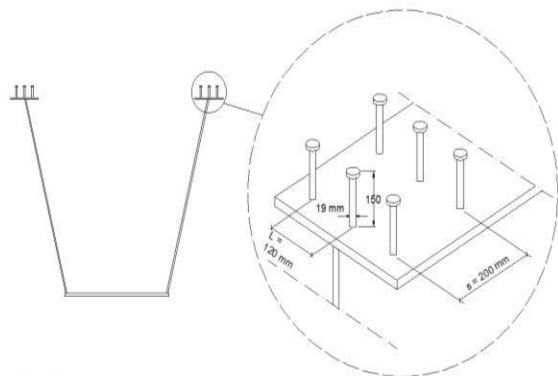


Gambar 4. Profil MGA 1 *Steel Box Girder*

- Hasil kontrol kekuatan sebelum komposit $\phi M_n = 45060,611 \text{ kNm} > MDL \text{ maks} = 43501,588 \text{ kNm}$, maka dimensi aman.
- Hasil kontrol kekuatan setelah komposit $\phi M_n = 86969,444 \text{ kNm} > M_u = 86303,088 \text{ kNm}$, maka dimensi aman.
- Kontrol terhadap tegangan geser $\phi V_n = 17253 \text{ kN} > V_u = 4391,605 \text{ kN}$, maka gelagar aman terhadap geser.

3.3.5. Perhitungan Konektor Geser (Shear Connector)

Gaya geser total (FG) = 26775 kN
 Luas penampang stud (A_{sc}) = 283,529 mm²
 Kuat geser stud (Q_n) = 124,583 kN
 Jumlah stud untuk ½ bentang (n) = 215 buah
 Jarak *Transverse Spacing* (L) = 120 mm
 Jarak *Pitch* (s) = 200 mm



Gambar 5. Konektor Geser (*Shear Connector*)

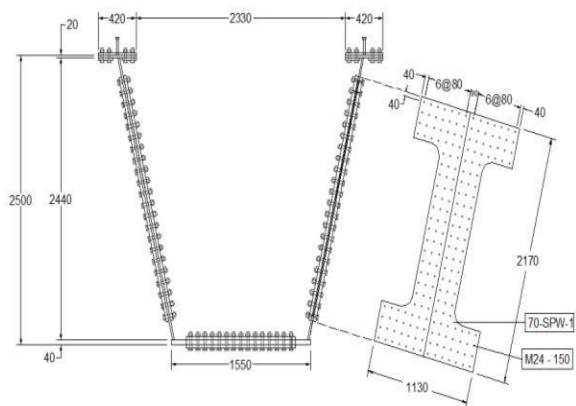
3.3.6. Sambungan Baut pada Steel Box Girder

Sambungan baut pada *Girder Web*

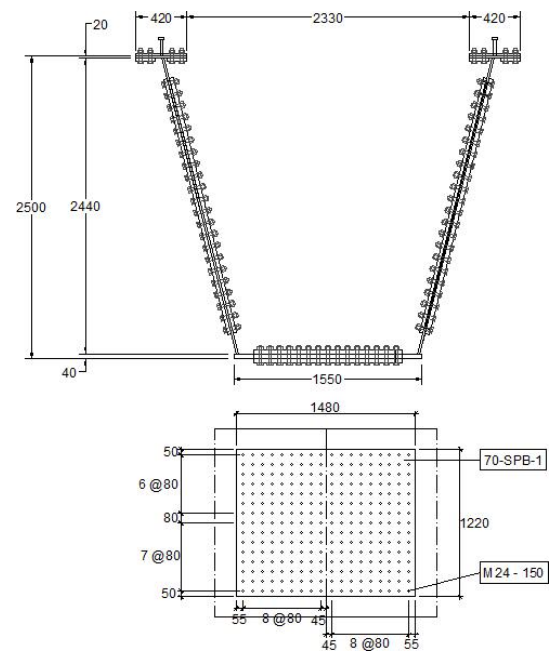
- Jumlah baut = 202 baut
- Jarak tepi pelat ke pusat baut (S1) = 40 mm
- Jarak antar baut (S) = 80 mm

Sambungan baut pada *Bottom Flange*

- Jumlah baut = 270 baut
- Jarak tepi pelat ke pusat baut (S1) = 50 mm
- Jarak antar baut (S) = 80 mm



Gambar 6. Sambungan Baut *Girder Web*



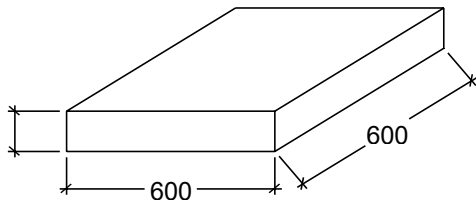
Gambar 7. Sambungan Baut *Bottom Flange*

3.3.7. Diafragma

Pada diafragma, dilakukan perhitungan panjang pengekangan lateral (L_p) = 11,010 m.

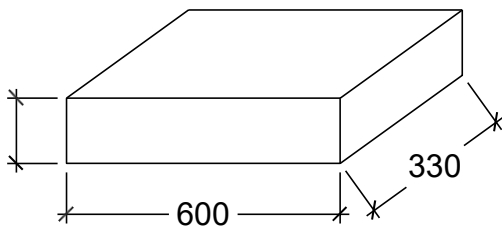
3.3.8. Perletakan Elastomer

- Elastomer horizontal untuk arah gaya vertikal
= 600 mm x 600 mm x 137 mm



Gambar 8. Elastomer Horizontal

- Elastomer vertikal untuk gawa horizontal
= 600 mm x 330 mm x 143 mm



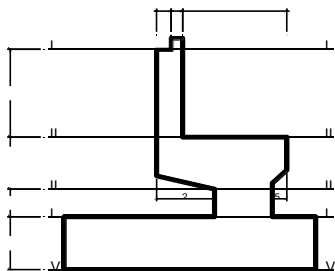
Gambar 9. Elastomer Vertikal

3.4. Bangunan Bawah Jembatan

Perhitungan struktur bawah jembatan meliputi: abutment dan pondasi tiang pancang.

3.4.1. Abutment

Lebar x Panjang = 8,7 m x 62,50 m
Tinggi = 8,77 m
 γ beton = 25 kN/m³
 γ tanah = 13,553 kN/m³



Gambar 10. Dimensi Abutmen

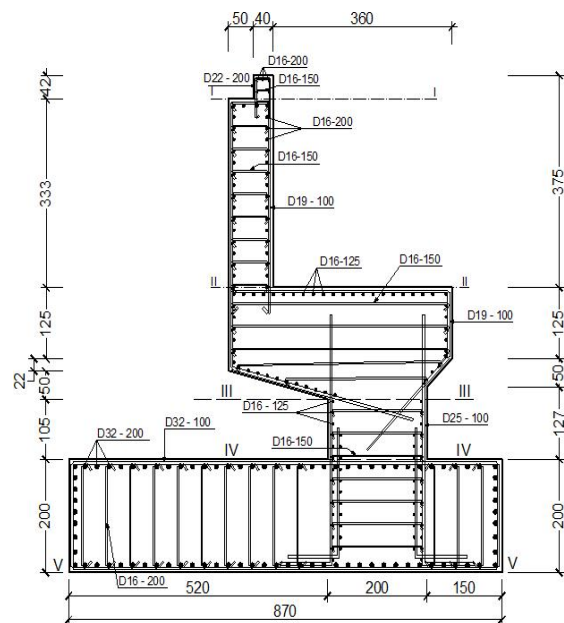
Kontrol Stabilitas Abutment dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kontrol Stabilitas Abutmen

No	Kombinasi	Bahaya Guling		Bahaya Geser		Bahaya Longsor	
		F _{GL}		F _{GS}		F	
1.	Kuat I	52,421	√	8,141	√	1,363	x
2.	Kuat III	68,216	√	9,210	√	1,402	x
3.	Kuat V	68,272	√	9,218	√	1,405	x
4.	Ekstrem I	2,774	√	0,377	x	0,785	x
5.	Layan I	52,651	√	8,176	√	1,358	x

Bedasar Tabel 1, dapat dilihat bahwa abutment aman terhadap bahaya guling dan tidak aman terhadap bahaya geser juga kelongsoran daya dukung.

Penulangan abutmen dihitung dengan membagi abutmen menjadi 5 bagian.



Gambar 11. Penulangan Abutment

- Potongan I-I
Tulangan Utama D22 – 200, Tulangan pembagi D16 – 200, Senggang D16 – 150
- Potongan II-II
Tulangan Utama D19 – 100, Tulangan pembagi D16 – 200, Senggang D16 – 150

- Potongan III-III
Tulangan Utama D25 – 100, Tulangan pembagi D16 – 125, Sengkang D16 – 150
- Potongan IV-IV
Tulangan Utama D25 – 100, Tulangan pembagi D16 – 125, Sengkang D16 – 150
- Potongan V-V
Tulangan Utama D32 – 100, Tulangan pembagi D32 – 200, Sengkang D16 – 200

3.4.2. Pondasi Tiang Pancang

Berdasarkan perhitungan stabilitas diketahui bahwa abutment tidak aman terhadap bahaya geser dan bahaya kelongsoran daya dukung, oleh karena itu digunakan pondasi dalam berupa tiang pancang beton *prestressed spun pile* Ø 60 cm. Berdasarkan perhitungan, diperoleh :

- Daya dukung ijin (Q_{tiang}) = 226,587 ton
- Jumlah tiang (n) = 30 buah per 1 baris

Direncanakan tiang pancang sebanyak 5 baris, dengan 32 buah per satu baris, dengan jarak antar tiang 1,8 m dan 1,97 m

4. KESIMPULAN

Jembatan Pertagas dengan bentang 70 meter merupakan jembatan dengan sistem komposit baja dan beton, menggunakan *Steel Box Girder* sebanyak 6 buah, dengan lebar jembatan 25,2 meter. Berdasarkan hasil perancangan diperoleh data sebagai berikut:

- 1) Pelat lantai kendaraan direncanakan dengan ketebalan 25 cm dan mutu beton $f'c$ 30 MPa. Untuk penulangan Arah X digunakan D16 – 125 mm, sementara penulangan Arah Y digunakan D13 – 200 mm.
- 2) Parapet direncanakan dengan tinggi 1,2
- 3) m. Untuk tulangan pokok dipakai D16 – 200 mm dan tulangan pembagi digunakan 12D13.
- 4) Pada gelagar memanjang digunakan Profil MGA 1 Steel Box Girder yang dipasang sebanyak 6 buah dengan jarak 4,2 m.

- 5) Sambungan baut pada Steel Box Girder terdiri dari sambungan baut pada Girder Web sebanyak 202 baut, direncanakan $S1 = 40$ mm, $S2 = 80$ mm, dan sambungan baut pada Bottom Flange sebanyak 270 baut dengan $S1 = 50$ mm dan $S = 80$ mm.
- 7) Pada diafragma, didapatkan nilai panjang bentang untuk pengekangan lateral sebesar 11,010 m.
- 8) Digunakan perletakan elastomer horizontal untuk gaya vertikal dengan dimensi (600 x 600 x 137) mm dan elastomer vertikal untuk gaya horizontal dengan dimensi (600 x 330 x 143) mm.
- 9) Abutment direncanakan dengan beton $f'c$ 30 MPa. Pada perhitungan kontrol stabilitas abutment, abutment tidak dapat menahan geser dan kelongsoran daya dukung sehingga dibutuhkan pondasi tiang pancang.
- 10) Jenis pondasi yang digunakan pada abutment yaitu pondasi tiang pancang beton prestressed spun pile diameter 60 cm, sampai pada kedalaman 40 m sesuai dengan pengujian tanah di lapangan.

Daftar Pustaka

- [1] -----, 1998. Australian Standard AS 4100 Steel Structures. Standards Association of Australia.
- [2] -----, 2010. AASHTO LRFD Bridge Design Specifications Fifth Edition. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- [3] -----, 2015. Steel Bridge Design Handbook Bracing System Design Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation.
- [4] Asiyanto. 2005. Struktur Komposit antara Beton dan Baja. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI- Press).
- [5] Badan Standardisasi Nasional. 2004. RSNi T-12-2004 Perencanaan Struktur

- Beton untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2005. RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 1725:2016 Pembebanan untuk Jembatan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. 2016. SNI 2833:2016 Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [9] Badan Standardisasi Nasional. 2017. SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [10] Departemen Pekerjaan Umum. 1992. Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan Bridge Management System Volume 1. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Bina Program Jalan, Departemen Pekerjaan Umum.
- [11] Heins, Conrad. P. 1983. Steel Box Girder Bridges – Design Guides & Methods. Engineering Journal American Institute of Steel Construction, 121, 140.
- [12] Kirke, Brian, dan Al-Jamel, Iyan Hassad. 2004. Steel Structures Design Manual To AS 4100 First Edition.
- [13] Manu, Agus Iqbal. 1995. Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang. PT. Mediatama Saptakarya, DPU.
- [14] Nasution, Thamrin. 2012. Struktur Jembatan Komposit. Medan: ITM
- [15] Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [16] Struyk, H.J., dan Veen, K.H.C.W. 1984. Jembatan. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- [17] Supriyadi, Dr. Ir. Bambang., dan Muntohar, Agus Setyo 2007. Jembatan. Yogyakarta: Caturtunggal.