

## ANALISIS PERENCANAAN BALOK GIRDER BAJA PADA JEMBATAN PENYEBERANGAN MULTIGUNA DUKUH ATAS

Zanedine Adam<sup>1</sup>, Dedy Rutama<sup>2</sup>, Ribut Nawang Sari<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jakarta Global University, Grand Depok City, Jl. Boulevard Raya No.2 Kota Depok 16412, Jawa Barat Indonesia.

Email: [zanedineadam@gmail.com](mailto:zanedineadam@gmail.com)

### Abstract

*The planning of the Dukuh Atas Multipurpose Pedestrian Bridge is an important aspect in ensuring the safety and reliability of transportation infrastructure. The main objective of this study is to analyze the planning of steel girder beams on the multipurpose pedestrian bridge in zone 2 of the Dukuh Atas JPM project and to provide problem limitations, including not calculating the structure of the lower foundation, pier, and pier head of the bridge. This study utilizes SAP2000 software to simulate, analyze, and evaluate the planning of steel girder beams on the multipurpose pedestrian bridge. The results of the structural analysis on the Dukuh Atas Multipurpose Pedestrian Bridge produce dimensions of I girder with 6 girders. The structural capacity in the form of a nominal girder moment of 37912.25889 kNm which is greater than the Ultimate Moment Due to Combined Loads of 8099.7 kNm and the allowable deflection for pedestrians is 5.5 cm and the deflection that occurs is 5.4 cm in the middle profile and the shear connector on the I Girder is 2 pieces per row with a diameter of 25 mm.*

### Abstrak

Perencanaan Jembatan Penyeberangan Multiguna Dukuh Atas ini merupakan aspek penting dalam memastikan keamanan dan kehandalan infrastruktur transportasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah menganalisis perencanaan balok girder baja pada jembatan penyeberangan multiguna pada zona 2 proyek JPM Dukuh Atas dan memberikan batasan masalah yaitu diantaranya tidak menghitung stuktur pondasi bawah, pier, dan pier head jembatan. Penelitian ini memanfaatkan perangkat lunak SAP2000 untuk melakukan simulasi, analisis, dan evaluasi perencanaan balok girder baja pada jembatan penyeberangan multiguna. Hasil analisa struktur pada Jembatan Penyeberangan Multiguna Dukuh Atas menghasilkan dimensi I girder dengan 6 gelagar. Kapasitas struktur berupa momen nominal gelagar sebesar 37912,25889 kNm yang lebih besar dari Momen ultimit Akibat Beban Kombinasi sebesar 8099,7 kNm dan lendutan ijin untuk pejalan kaki sebesar 5,5 cm dan lendutan yang terjadi sebesar 5,4 cm pada profil tengah dan shear connector pada I Girder berjumlah 2 buah setiap baris dengan diameter 25 mm.

### Article History

Submitted: 24 Agustus 2024

Accepted: 27 Agustus 2024

Published: 3 September 2024

### Key Words

Structural Analysis, Steel Girder Beam, LRFD (Load and Resistance Factor Design), Bridge Planning, Steel Theory, SAP2000

### Sejarah Artikel

Submitted: 24 Agustus 2024

Accepted: 27 Agustus 2024

Published: 3 September 2024

### Kata Kunci

Analisis Struktur, Balok Girder Baja, LRFD (Load and Resistance Factor Design), Perencanaan Jembatan, Teori Baja, SAP2000

## PENDAHULUAN

Pembangunan JPM Dukuh Atas ini merupakan bagian penting dari pembangunan infrastruktur karena dapat mendorong perluasan wilayah, arus transportasi, dan pembangunan ekonomi lokal. Perencanaan pembangunan jembatan harus sesuai dengan semua peraturan dan pedoman nasional yang relevan, termasuk SNI 1725-2016 tentang pembebanan pada jembatan (Agustinus Sungsang Nana Patria & Haq (2024)) SNI 2833-2016 tentang gaya gempa jembatan, dan lain-lain. Penelitian ini adalah panduan penting untuk menjamin bahwa jembatan dibangun dengan keamanan dan kualitas yang sesuai dengan kriteria yang diterima.

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan membahas metode perhitungan yang digunakan, membahas perencanaan dengan permodelan SAP 2000, dan membahas nilai kekuatan girder jembatan tersebut dengan data pimer, data sekunder, serta data perhitungan teknis yang bersumber langsung dari proyek JPM ini.

### Rumusan Masalah

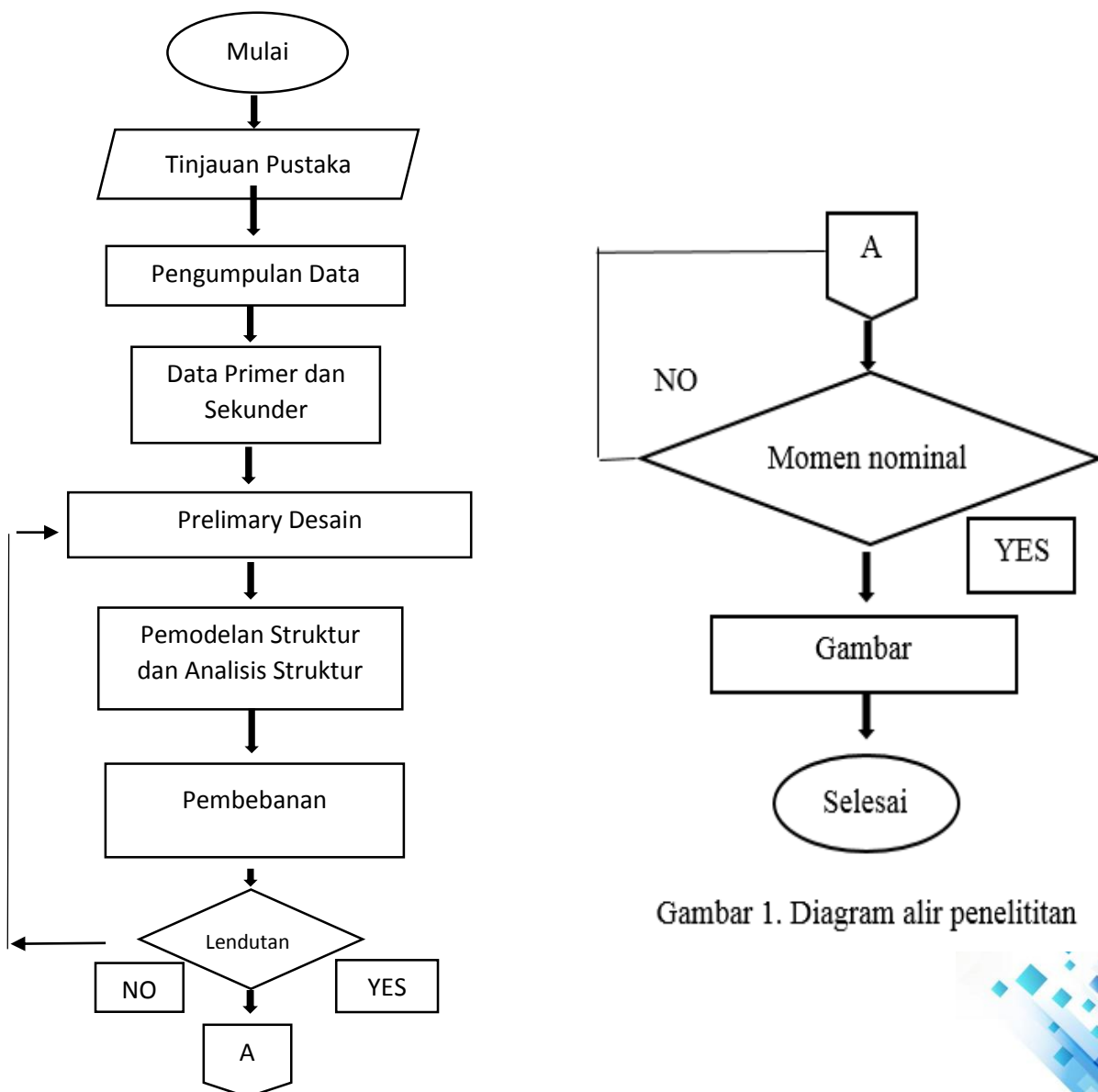
1. Bagaimana melakukan perencanaan jembatan penyeberangan dengan balok baja pada jembatan penyeberangan multiguna?
2. Bagaimana pembebanan jembatan komposit dengan menggunakan SAP 2000?
3. Bagaimana hasil analisa data yang didapat untuk perencanaan balok girder baja pada Jembatan Penyeberangan Multiguna Dukuh Atas?

### Tujuan Penelitian

1. Mengetahui cara bagaimana merencanakan jembatan penyeberangan multiguna dengan menggunakan bahan girder baja
2. Mengetahui dan mendapatkan nilai pembebanan jembatan dengan SAP 2000
3. Mengetahui dan mendapatkan hasil analisis data perhitungan untuk perencanaan Jembatan Penyeberangan Multiguna yang berguna sebagai referensi di masa depan

### METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini adalah analisis dengan perhitungan manual dan permodelan SAP 2000 V 22. Penelitian ini termasuk penelitian kuantitatif dengan menunjukkan standard minimal untuk nilai yang dicari.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 1. Data jembatan

- Tinggi web  $d = 1920 \text{ mm}$
- Tinggi girder  $H = 2000 \text{ mm}$
- Lebar sayap atas  $bc = 700 \text{ mm}$
- Lebar sayap bawah  $bt = 700 \text{ mm}$
- Tebal pelat badan (web)  $tw = 25 \text{ mm}$
- Tebal sayap atas  $tc = 30 \text{ mm}$
- Tebal sayap bawah  $tt = 30 \text{ mm}$
- Panjang gelagar  $Lb = 55 \text{ m}$
- Berat jenis baja  $Ys = 78.5 \text{ kN/m}^3$
- Berat jenis beton  $Yc = 24 \text{ kN/m}^3$
- Mutu beton  $f'c = 30 \text{ MPa}$
- Tegangan leleh baja  $Fy = 410 \text{ MPa}$
- Modulus elastisitas beton  $Ec = 4700 \cdot \sqrt{f'c} \text{ MPa} = 25742.96 \text{ MPa}$
- Modulus elastisitas baja  $Es = 2000000 \text{ Mpa}$
- Jumlah gelagar yang digunakan  $ng = 6$
- Rasio modulus  $n = Ec/Es = 7.77$

### Lokasi penelitian



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Adapun penelitian dilakukan di Jl. Galunggung, RT.2/RW.3, Kuningan, Setia Budi, Kecamatan Setiabudi, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12910.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemilihan Dimensi Penampang Komponen Struktur Atas

Tipe struktur yang akan didesain adalah tipe struktur jembatan baja I komposit

#### 1. Preliminary Desain

Tinggi gelagar minimum ditentukan berdasarkan peraturan teknik jembatan bagian 2 (2017), sebagai berikut:

Tabel 1. Tinggi Gelagar

Tipe stuktur atas	Tinggi gelagar minimum ( termasuk pelat)	
	Ketika komponen dengan ketinggian tidak seragam, nilai harus disesuaikan dengan perubahan kekakuan relatif antara penampang momen positif dan momen negatif	
	Jembatan sederhana	Jembatan menerus
Gelagar penampang I Komposit	0,040 L	0,32 L
Porsi ketinggian profil I pada gelagar komposit	0,033 l	0,027 L

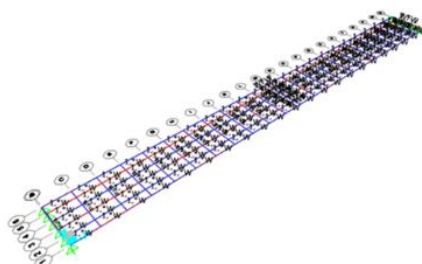
Gelagar penampang U komposit	0,030 L	0,025 L
Rangka batang	0,100 L	0,100 L

Untuk preliminary desain tinggi gelagar minimum sistem dek (gelagar+pelat) untuk jembatan baja I komposit dengan bentang sederhana ini masuk pada tabel kolom 2 Panjang jembatan  $L_b = 55 \text{ m}$

## 2. Pembebanan

### A. Beban Mati

Beban dihitung otomatis melalui SAP 2000 V 22 Beban mati berat sendiri (selft weight) adalah berat seluruh komponen elemen struktural. Beban mati akan dihitung secara otomatis dengan pendefinisian pada program SAP 2000 dengan menggunakan berat jenis beton 24 Kn/m<sup>3</sup> dan berat jenis baja stuktural 78,5 Kn/m<sup>2</sup> seperti gambar berikut:

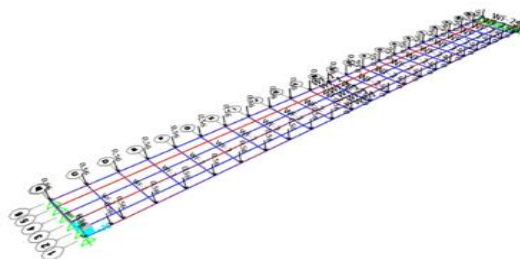


Gambar 3. Beban mati pada SAP 2000 V 22

### B. Beban Mati Tambahan

- Beban railing
- Diameter pipa = 77 mm
- Tebal pipa = 4 mm
- Jumlah pipa tiap span = 3 pcs
- Berat pipa = 0,375 kN
- Input beban = **0,563 kN** (beban terpusat)

Beban mati tambahan pada railing terlihat pada gambar di bawah ini yang menunjukkan nilai besaran beban 0,563 kN yang terlihat seperti pada gambar berikut:

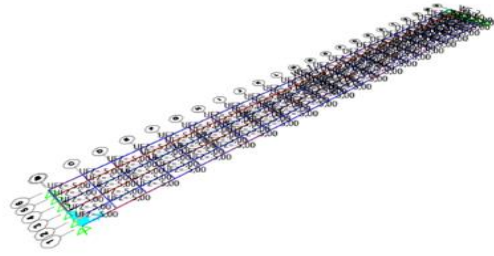


Gambar 4. Beban Mati Tambahan pada SAP 2000 V 22

### C. Beban Hidup

- Beban pejalan kaki
- $Q = 5 \text{ kN/M}^2$
- Lebar trotoar = 1m
- Input beban = **5,0 kN/M<sup>2</sup>** (beban terpusat)

Beban hidup di bawah ini menunjukkan nilai akibat beban pejalan kaki yaitu sebesar 5,0 kN/5 Kpa yang terlihat seperti pada gambar di bawah ini:



Gambar 5. Beban Hidup pada SAP 2000 V 22

**D. Beban Angin**

Beban angin struktur

$$P_d = P_B \left( \frac{V_{DZ}}{V_B} \right)$$

$P_B$  : Tekanan angin dasar

$V_{DZ}$ : Tekanan angin horizontal

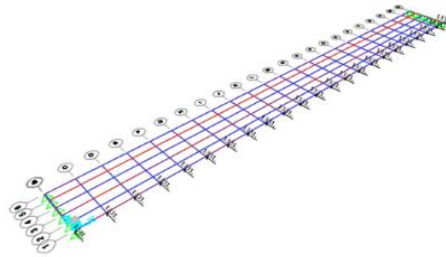
$V_B$ : Tekanan angin rencana

$$P_B = 2,4 \text{ Kn/m}^2$$

$$V_{DZ} = 66,89 \text{ Km/jam}$$

Jadi, beban angin  $P_d = 13,31 \text{ kN}$  tiap span

Beban angin pada SAP 2000 menunjukkan nilai besaran 13,31 kN yang terlihat seperti pada gambar berikut:



Gambar 6. Beban Angin pada SAP 200 V 22

**E. Beban Gempa**

Sesuai lokasi dan kondisi proyek JPM Dukuh Atas, maka dapat diperoleh respon spektra desain sebagai berikut:

$$S_s = 0,400$$

$$S_1 = 0,250$$

$$F_a = 2,020$$

$$F_v = 3,00$$

$$P_{GA} = 0,300$$

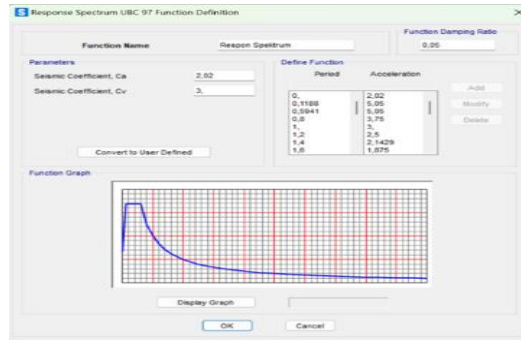
$$F_{PGA} = 1,200$$

$$S_{DS} = 0,808$$

$$S_{D1} = 0,750$$

$$T_0 = 0,186$$

$$T_s = 0,928$$



Gambar 7. Grafik respon spektra desain pada SAP 2000 V 22

### F. Momen *Ultimate*

Momen nominal berdasarkan momen leleh

$$M_n \leq 1.3 R_h M_y = 38604,61265 \text{ KnM}$$

Momen nominal berdasarkan momen plastis

$$M_n = 37912,25889 \text{ kNm}$$

Sehingga  $M_n$  yang dipakai yang terkecil dari hasil di atas, yaitu 37912,25889 kNm

$$\text{Kontrol} = 8099,7 < \mathbf{37912,25889} \dots \text{Oke}$$

### G. Lendutan

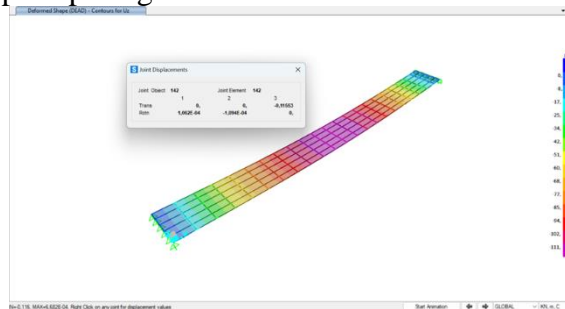
1. lendutan akibat beban mati (MS) adalah:

$$\text{Batas maksimal} = 183,333333 \text{ mm}$$

$$\delta_{MS} = 115,52 \text{ mm}$$

$$115,52 < 183,3333 \dots \text{OKE}$$

Lendutan yang didapat akibat beban mati dimodelkan dengan permodelan SAP 2000 V 22 dengan didapatkan nilai 115,52 mm dengan pusat beban terberat terdapat di daerah tengah di bagian warna ungu seperti pada gambar berikut:



Gambar 8. Lendutan akibat beban mati pada SAP 2000 V 22

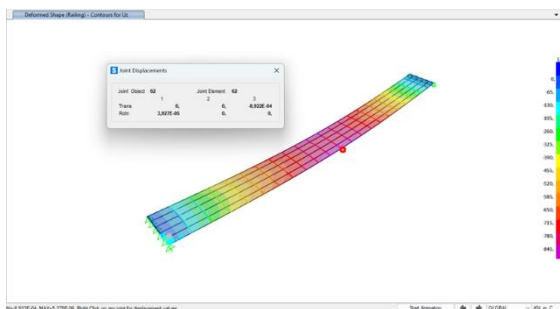
2. lendutan akibat beban mati tambahan (MA) adalah

$$\text{Batas maksimal} = 183,33333$$

$$\delta_{MA} = 0,892 \text{ mm}$$

$$0,892 < 183,3333 \dots \text{OKE}$$

Lendutan yang didapat akibat beban mati dimodelkan dengan permodelan SAP 2000 V 22 dengan didapatkan nilai 0,892 mm dengan pusat beban terberat terdapat di daerah tengah di bagian warna ungu seperti pada gambar berikut:



Gambar 9. Lendutan akibat beban mati tambahan pada SAP 2000 V 22

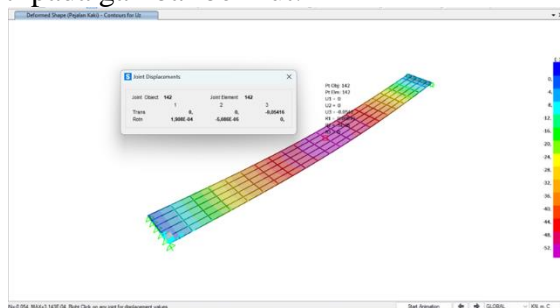
3. lendutan akibat beban hidup (pejalan kaki)

Batas maksimal = 55 mm

$\delta_{LL} = 54 \text{ mm}$

$54 < 55 \text{ mm} \dots \text{OKE}$

Lendutan yang didapat akibat beban mati dimodelkan dengan permodelan SAP 2000 V 22 dengan didapatkan nilai 54 mm dengan pusat beban terberat terdapat di daerah tengah di bagian warna ungu seperti pada gambar berikut:



Gambar 10. Lendutan akibat beban hidup (LL) pada SAP 2000 V 22

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perencanaan pada hasil dan perencanaan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

### A. Perencanaan Dimensi Profil Gelagar Jembatan

Dimensi yang dibutuhkan untuk perencanaan proyek jembatan girder komposit ini adalah gelagar baja WF 1 = WF.1200x400x28x36 mm. WF-2 = WF.400x200x8x13 mm dan Wf -3 = WF.250x125x6x9 mm dengan catatan tambahan sebagai berikut untuk WF 1:

Panjang girder = 55 m

Tinggi web  $d = 1920 \text{ mm}$

Tinggi girder  $H = 2000 \text{ mm}$

Lebar sayap atas  $bc = 700 \text{ mm}$

Lebar sayap bawah  $bt = 700 \text{ mm}$

Tebal pelat badan (web)  $tw = 25 \text{ mm}$

Tebal sayap atas  $tc = 30 \text{ mm}$

Tebal sayap bawah  $tt = 30 \text{ mm}$

### B. Lendutan

Setelah dimodelkan dengan analisis SAP 2000 V 22 didapatkan hasil hitungan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Permodelan Analisis Lendutan

Beban	Max	Desain	Status
Mati	183,33	115,52	OK
Mati Tambahan	183,33	0,892	OK
Beban Hidup	55	54,1	OK

### C. Momen *Ultimate*

Struktur kekuatan jembatan ini adalah 37912,2 kN/m dan di atas nilai 8099,7 yang sudah pasti kekuatan dari jembatan ini kuat untuk menahan beban keseluruhan yaitu 8099.7 Kn/m

### DAFTAR PUSTAKA

- Andi Sayamsudin, Eko Darma, Aminudin Azis. Perencanaan Struktur Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja A-60 M di Kabupaten Supiori Provinsi Papua, Jurnal Bentang Vol.3 No.2, Juli 2015.
- Agustinus Sungsang Nana Patria & Haq, 2024
- Badan Standarisasi Nasional, “Pembebanan Untuk Jembatan” SNI 1725:2016
- Badan Standarisasi Nasional, “Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa” SNI 2833:2016
- Badan Standarisasi Nasional, “Sambungan Terprakualifikasi Untuk Rangka Momen Khusus dan Menengah Baja Pada Aplikasi Seismik” SNI 7972:2020
- Badan Standarisasi Nasional, “Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan” RSNI T-03-2005
- Chandradini, S, R. (2019) “Laporan Tugas Besar Stuktur Baja II The Twist Bridge” . Universitas Bakrie, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Peraturan Pembebanan Indonesia 1983”
- Husnul Arif, Azizah Rachmawati, Studi Alternatif Perencanaan Bangunan Atas Jembatan Sriwedari Dengan Menggunakan Rangka Baja 3 Bentang Sungai Bengawan Solo Kabupaten Ngawi, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume.5, Nomor.2, Tahun 2017.
- Jimu Fernando Ghello, Sudirman Indra, Agus Santosa, Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Pelengkung, Jurnal Gelagar, Volume.2, Nomor.1 Tahun 2020.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, “Panduan Teknis Peraturan Jembatan:2021”
- Setiawan, A. (2008). “Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03 1729 2002)”. Jakarta: Penebit Erlangga
- Santi Yatnikasari, Muhammad Noor Asnan, Ulwiyah Wahdah Mufassirin Liana, Alternatif Perencanaan Jembatan Rangka Baja Dengan Menggunakan Metode LRFD di Jembatan Gelatik Kota Samarinda, Ruang Teknik Jurnal, Volume 4 No.2 Juni 2021 (Gusdwisari, 2020; Hadiyanti & Setiawardani, 2018; Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2021; Rahmayanti et al., 2020; Wideasanti et al., 2020)