

## PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN KALI KEMIRI PADA RUAS JALAN KUPU-DUKUHTURI BERDASARKAN SNI 1725:2016 DAN SNI 1729:2020

Farah Dina Alifah\*, Abdul Rochman

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Sukoharjo, Jawa Tengah

\*Email: d100200169@student.ums.ac.id

### Abstrak

Salah satu kebutuhan prasarana transportasi daerah adalah tersedianya jembatan yang memadai. Jembatan Kali Kemiri adalah jembatan tipe C yang memiliki lalu lintas rendah, tetapi merupakan penghubung terhadap akses sekolah sehingga jembatan yang aman dan layak menjadi penting. Jembatan ini terletak di Desa Kupu, Kecamatan Dukuhturi, Kabupaten Tegal. Bentang jembatan 25 m dan lebar 5,1 m. Pada tahun 2020 jembatan mengalami kegagalan struktur. Jembatan direncanakan ulang menggunakan rangka baja tipe warren sesuai SNI 1725:2016 dan SNI 1729:2020 dengan pembebanan dikurangi menjadi 70%. Perencanaan meliputi struktur atas dan bawah. Analisa struktur rangka atas jembatan menggunakan SAP 2000 v22. Hasil perencanaan adalah digunakan plat lantai setebal 200 mm dengan bondek 0,7 mm dan tulangan wiremesh M12. Gelagar memanjang menggunakan profil WF 300.140.8.10 dan WF 200.100.5.5.8. Gelagar melintang menggunakan profil WF 500.200.10.16. Rangka utama menggunakan WF 260.260.10.14, WF 260.260.8.10, WF 260.220.8.10, dan WF 260.180.8.10. Ikatan angin menggunakan WF 150.100.6.9. Bangunan struktur bawah *abutment* didesain dengan panjang 6,00 m, lebar 2,50 m dan tinggi 3,95 m.

**Kata kunci:** jembatan rangka baja, SAP2000, struktur, warren truss

### Abstract

*One of the essential infrastructure needs for regional transportation is the availability of adequate bridges. The Kali Kemiri Bridge is a type C bridge with low traffic volume but serves as a vital connection to school access, making a safe and proper bridge highly important. This bridge is located in Kupu Village, Dukuhturi Subdistrict, Tegal Regency. The bridge has a span of 25 m and a width of 5.1 m. In 2020, the bridge experienced structural failure. It was redesigned using a Warren-type steel truss according to SNI 1725:2016 and SNI 1729:2020 standards, with the loading reduced to 70%. The design includes both the superstructure and substructure. The structural analysis of the bridge's superstructure was conducted using SAP2000 v22. The design results include a 200 mm thick floor slab with 0.7 mm bondeck and M12 wire mesh reinforcement. The longitudinal girders use WF 300.140.8.10 and WF 200.100.5.5.8 profiles. The cross girders use WF 500.200.10.16 profiles. The main truss members use WF 260.260.10.14, WF 260.260.8.10, WF 260.220.8.10, and WF 260.180.8.10 profiles. Wind bracing members use WF 150.100.6.9.*

**Keywords:** steel truss bridge, SAP2000, structure, warren truss

## 1. PENDAHULUAN

Jembatan merupakan struktur pelengkap jalan yang keberadaannya diperlukan untuk menghubungkan ruas jalan yang dibatasi oleh penghalang, misal sungai, lembah, jalan rel, dan lain-lain (Septiarsilia dkk., 2020). Jembatan sendiri memiliki banyak jenis. Salah satunya adalah jembatan rangka baja. Jembatan rangka (truss bridge) adalah jembatan yang tersusun dari batang-batang yang dihubungkan satu sama lain dengan pelat buhul dengan pengikat paku keling, baut, atau las (Masagala, 2022). Tersedianya jembatan yang memadai penting untuk meningkatkan perkembangan sosial, budaya, maupun ekonomi dalam suatu daerah.

Jembatan rangka baja memiliki berbagai tipe, salah satu yang sering digunakan adalah tipe *warren truss*. Ciri-ciri dari jembatan rangka batang tipe warren ini adalah sistem struktur rangka batang tidak memiliki batang vertikal sehingga batang yang bekerja pada tipe rangka batang ini terdiri dari batang diagonal berbentuk segitiga sama sisi dan segitiga sama kaki dan batang horizontal sebagai penghubung antar batang diagonal (Santoso & Sumaidi, 2021).

Pada tahun 2020 Jembatan Kali Kemiri yang merupakan salah satu jembatan rangka baja penghubung antara Desa Kupu yang terpisah oleh Sungai Kali Kemiri yang membentang di Kecamatan Dukuhturi, Kabupaten Tegal mengalami kegagalan struktur. Sebelumnya, jembatan dengan bentang 30 meter dan lebar tiga meter itu putus di bentang tengah. Akibatnya, aktivitas warga ke pusat desa dan kecamatan terganggu.

Dalam rangka mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pembangunan jembatan yang layak menurut peraturan yang berlaku sehingga masyarakat dapat melintas dengan aman dan nyaman. Pembangunan jembatan Kali Kemiri dilakukan dengan mengubah struktur yang semula beton konvensional menjadi struktur rangka baja. Selain itu, untuk meningkatkan aksesibilitas maka lebar jembatan yang semula 3 meter ditingkatkan menjadi 4,5 meter.

Pada artikel ini, akan dilakukan perencanaan ulang dengan mengacu pada SNI 1725:2016 dan SNI 1729:2020. Dikarenakan jalan yang dihubungkan pada jembatan ini hanya merupakan jalan kabupaten dengan lalu lintas rendah, maka beban hidup yang semula 100% diperbolehkan untuk direduksi menjadi 70% sesuai pasal 8.5.1 SNI 1725:2016.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Pembebanan Jembatan

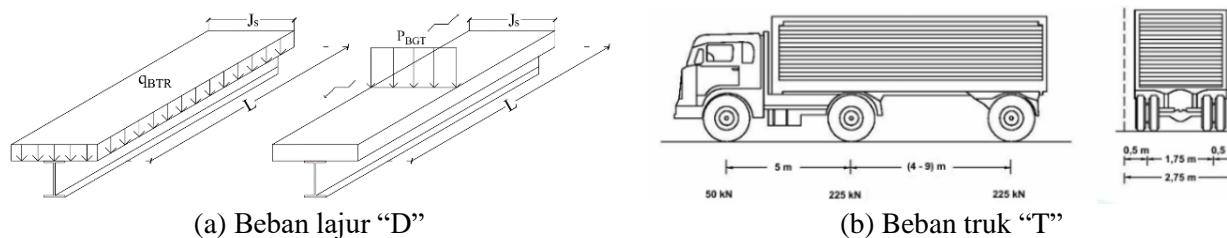
Beban-beban jembatan diperhitungkan sesuai SNI 1725:2016. Beban yang dijelaskan pada SNI 1725:2016 diantaranya:

#### 2.1.1. Beban mati

Beban mati terdiri dari beban mati sendiri (MS) dan beban mati tambahan (MA). Beban mati sendiri (MS) merupakan beban yang berasal dari berat sendiri jembatan, termasuk unsur tambahan yang bersifat tetap dan permanen. Beban mati tambahan (MA) merupakan beban dari komponen non-struktural jembatan tetapi tetap permanen, seperti pagar, lampu, dan *railing* jembatan.

#### 2.1.2. Beban hidup

Beban hidup merupakan beban yang berasal dari kendaraan yang melintas, beban pejalan kaki, dan gaya akibat rem kendaraan. Beban kendaraan meliputi beban lajur "D" dan beban truk "T". Beban lajur "D" bekerja pada seluruh lebar jalur kendaraan dan menimbulkan pengaruh pada jembatan yang ekuivalen dengan suatu iring-iringan kendaraan yang sebenarnya. Beban lajur "D" terdiri atas beban terbagi merata (BTR) dan beban garis terpusat (BGT). Beban "T" yaitu beban yang berasal dari 1 buah truk 3 gandar seberat 500 kN.



Gambar 1. Beban lalu lintas pada jembatan.

#### 2.1.3. Beban aksi lingkungan

Beban aksi lingkungan berasal dari beban angin terhadap struktur, beban angin terhadap kendaraan, dan beban akibat gempa bumi.

Pembebanan untuk menghitung dimensi jembatan dipilih dari kombinasi beban terbesar dari beban-beban tersebut sesuai SNI 1725:2016.

## 2.2. Perencanaan Struktur Atas

Struktur atas jembatan didesain menggunakan tipe *warren truss*. Struktur atas jembatan dimodelkan menggunakan *software SAP2000 V22* secara 3 dimensi. Profil rangka utama didesain sebagai batang tarik dan batang tekan sesuai SNI 1729:2020. Batang rangka terdiri dari *bottom chord*, *top chord*, *diagonal chord*, *end portal*, dan ikatan angin atas.

### 2.2.1. Batang Tarik

Kuat tarik desain ini diambil nilai terendah dari dua keadaan yang menentukan, yakni :

$$P_n = f_y \cdot A_g \text{ (SNI 1729:2020)} \quad (1)$$

dengan:

$P_n$  = kuat tarik (N)

$f_y$  = tegangan leleh minimum (MPa)

$A_g$  = luas bruto komponen tarik ( $\text{mm}^2$ )

$$P_n = f_u \cdot A_e \quad (\text{SNI 1729:2020}) \quad (2)$$

dengan:

$P_n$  = kuat tarik (N)

$f_u$  = kekuatan tarik minimum (MPa)

$A_e$  = luas efektif komponen tarik ( $\text{mm}^2$ )

### 2.2.2. Batang Tekan

Kuat tekan desain ini diambil dari persamaan berikut :

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \quad (\text{SNI 1729:2020}) \quad (3)$$

dengan:

$P_n$  = kuat tarik (N)

$f_{cr}$  = tegangan kritis baja (MPa)

$A_g$  = luas bruto komponen tarik ( $\text{mm}^2$ )

Gelagar memanjang dan melintang didesain sebagai balok komposit.

## 3. METODOLOGI

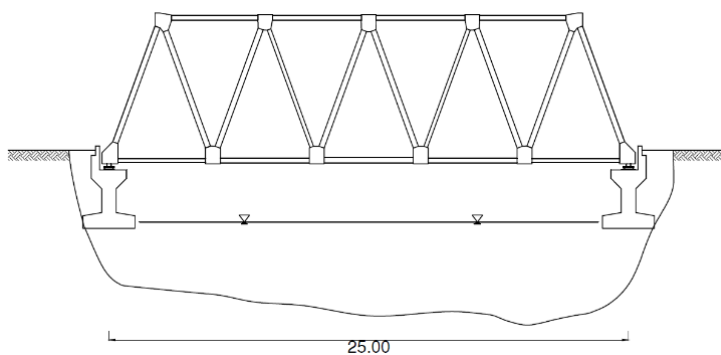
### 3.1. Data Perencanaan

Lokasi jembatan : Desa Kupu, Kec. Dukuhturi, Kab. Tegal

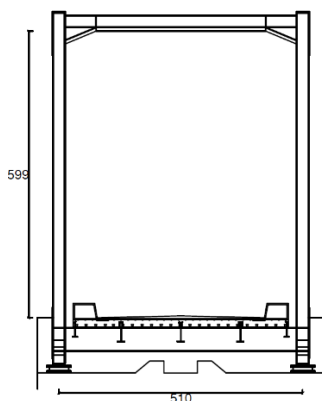
Lebar jembatan : 5,1 m

Panjang jembatan : 25,0 m

Tampak samping jembatan dapat dilihat pada Gambar 2 dan penampang melintang jembatan dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 2. Tampak samping jembatan.



Gambar 3. Penampang melintang jembatan.



Data material jembatan di antaranya :

Mutu baja rangka : *Grade 250 MPa*

Mutu beton plat : 30 MPa

Peraturan yang dipakai dalam perencanaan jembatan antara lain :

SNI 1725-2016 : Pembebanan untuk Jembatan

SNI 1729-2020 : Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

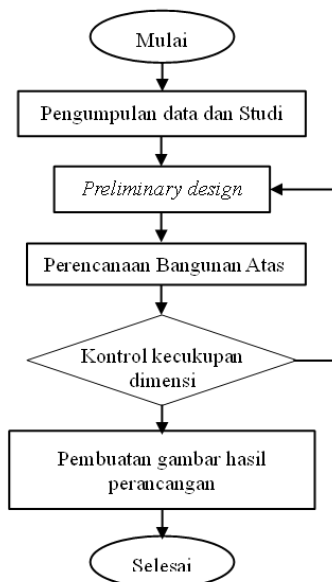
SNI 2847-2019 : Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung

SNI 2833-2016 : Perencanaan Jembatan terhadap Beban Gempa

**3.2. Alat Perhitungan**

Perancangan ulang ini akan menggunakan bantuan program *SAP 2000* dalam tahap permodelan dan analisis struktur elemen jembatan sehingga dapat diketahui gaya-gaya dalam yang bekerja pada tiap elemennya. *Microsoft Excel* akan digunakan untuk mengelola perhitungan angka dan data, seperti perhitungan pembebanan jembatan, menganalisis kuat penampang profil baja, pengecekan terhadap analisis yang dilakukan pada *SAP 2000*. Program *AutoCAD 2021* akan digunakan untuk membuat gambar rencana hasil dari perancangan ulang jembatan. Tahapan Perencanaan

Tahapan perencanaan dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini.

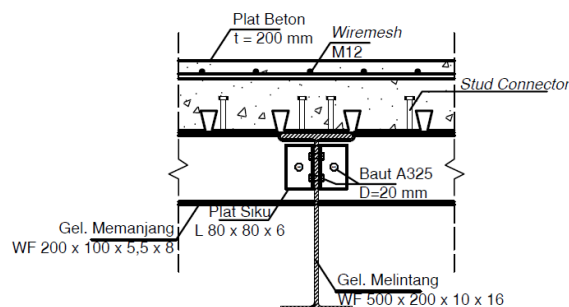


Gambar 4. Diagram alir perencanaan jembatan.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Perencanaan Plat Lantai**

Plat lantai didesain setebal 200 mm menggunakan *wiremesh* sebagai tulangan negatif dan bondek sebagai tulangan positif. Beton plat lantai menggunakan mutu 30 MPa. Hasil perencanaan dipakai *wiremesh* tipe M12 dan bondek setebal 0,7 mm. Hasil desain dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 5. Detail plat lantai.

#### 4.2. Perencanaan Gelagar Memanjang Komposit

Gelagar memanjang sejumlah 5 batang didesain menggunakan 2 profil berbeda. Gelagar memanjang tepi sejumlah dua batang menggunakan profil WF 200.100.5,5,8 dan 3 gelagar memanjang tengah menggunakan profil WF 300.140.8.10. Pada jembatan *existing* profil gelagar memanjang tepi menggunakan WF 150.75.5.7 dan gelagar memanjang tengah menggunakan profil WF 300.140.8.10.

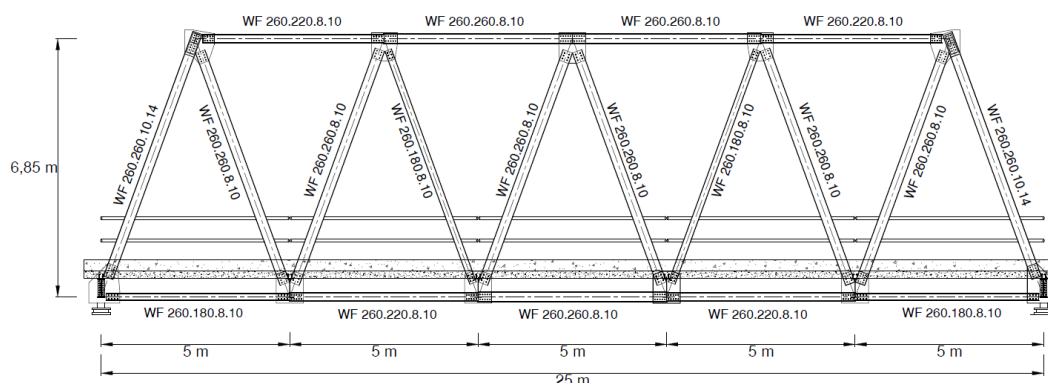
Sambungan gelagar memanjang tengah ke plat lantai menggunakan *stud connector* diameter 13 mm setinggi 100 mm dipasang 2 stud 17 baris untuk setengah bentang (2,5 m). Pada gelagar memanjang tepi dipakai stud diameter 10 mm tinggi 100 mm dipasang 1 stud 23 baris untuk setengah bentang

#### 4.3. Perencanaan Gelagar Melintang Komposit

Gelagar melintang didesain menggunakan profil WF 500.200.10.16 dan didesain komposit dengan plat lantai jembatan. Penghubung yang dipakai adalah *stud connector* diameter 19 mm setinggi 100 mm dipasang 2 stud 15 baris untuk setengah bentang (2,5 m). Pada jembatan *existing* profil gelagar melintang menggunakan WF 700.250.10.14.

#### 4.4. Perencanaan Rangka Utama Jembatan

Daftar profil baja yang digunakan pada perencanaan struktur rangka utama Jembatan Kali Kemiri dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Profil rangka utama jembatan.

Perbandingan dimensi profil baja pada jembatan *existing* dan jembatan yang direncanakan ulang dengan reduksi beban hidup menjadi 70% dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Profil baja struktur rangka Jembatan Kali Kemiri

Profil	<i>Existing</i>	Perencanaan Ulang
<i>Bottom chord</i>	WF 280.200.8.10	WF 260.180.8.10
	WF 280.220.8.10	WF 260.220.8.10
	WF 280.250.8.10	WF 260.260.8.10
<i>Diagonal chord</i>	WF 280.280.10.14	WF 260.260.10.14
	WF 280.240.8.10	WF 260.260.8.10
	WF 280.180.8.10	WF 260.180.8.10
<i>Top chord</i>	WF 280.220.8.10	WF 260.220.8.10
	WF 280.280.8.10	WF 260.260.8.10
<i>End portal</i>	WF 280.180.8.10	WF 260.180.8.10
<i>Bracing</i>	WF 200.100.5,5,8	WF 150.100.6.9
<i>Stringer</i>	WF 300.140.8.10	WF 300.140.8.10
	WF 150.75.5.7	WF 200.100.5,5,8
<i>Cross girder</i>	WF 700.250.10.14	WF 500.200.10.16

Pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa reduksi beban hidup menjadi 70% berdampak pada pengurangan dimensi profil rangka baja yang digunakan. Dari analisis *SAP 2000* didapatkan lendutan struktur sebesar 28,82 mm. Lendutan maksimum ( $L/800$ ) sebesar 31,25 mm, sehingga lendutan struktur aman.

#### 4.5. Perencanaan Sambungan Jembatan

Sambungan jembatan didesain menggunakan sambungan baut tipe slip kritis. Sambungan menggunakan baut mutu tinggi dengan tipe A325. Diameter baut yang dipakai adalah M12 untuk sambungan ikatan angin, M20 dan M22 untuk sambungan rangka utama. Contoh detail sambungan pada rangka dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini.



(a) Sambungan pada jembatan *existing*

(b) Sambungan pada perencanaan ulang

Gambar 7. Contoh sambungan pada jembatan.

Dari Gambar 7, sambungan pada jembatan yang direncanakan ulang menggunakan diameter yang lebih kecil dan jumlah baut pada rangka yang disambung cenderung lebih sedikit. Hal ini dikarenakan jembatan yang direncanakan ulang dengan reduksi beban hidup menjadi 70% memiliki gaya batang yang lebih kecil dari jembatan *existing* dengan beban hidup 100%.

#### 4.6. Perencanaan Elastomer

Elastomer pada perletakan jembatan didesain menggunakan elastomer karet dengan dimensi 400x400x80 mm tipe 55 Shore A dengan modulus geser 0,7 MPa. Total beban kompresi sebesar 901,933 kN.

### 5. KESIMPULAN

- 1) Plat lantai didesain dengan ketebalan 200 mm menggunakan bondek 0,7 mm dan tulangan wiremesh M12.
- 2) Gelagar melintang Jembatan Kali Kemiri menggunakan profil WF 500.200.10.16.
- 3) Gelagar memanjang Jembatan Kali Kemiri menggunakan profil WF 300.140.8.10 (tengah) dan WF 200.100.5.5.8 (tepi).
- 4) Rangka utama jembatan menggunakan profil WF 260.260.10.14, WF 260.260.8.10, WF 260.220.8.10, WF 260.180.8.10, dan ikatan angin dengan profil WF 150.100.6.9.
- 5) Sambungan antar elemen rangka jembatan menggunakan sambungan baut slip kritis. Baut menggunakan mutu A325. Baut yang digunakan memiliki diameter 22 mm, 20 mm, dan 12 mm.
- 6) Lentutan rangka sebesar 28,82 mm dan memenuhi maksimal lentutan ( $L/800$ ) sebesar 31,25.
- 7) Reduksi beban hidup menjadi 70% mengakibatkan dimensi profil rangka jembatan lebih kecil.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan naskah publikasi ilmiah yang sederhana ini, penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada: Bagian Jalan Jembatan Dinas PUPR Kabupaten Tegal yang telah memberikan izin melakukan penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu melakukan penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- Caley, D. H., & Trimurtiningrum, R., 2023. *Studi Perencanaan Struktur Atas Jembatan Semending Tuban Dengan Menggunakan Struktur Rangka Baja*. Jurnal Teknik Sipil, 4(1), 492–506. <https://doi.org/10.31284/j.jts.2023.v4i1.4493>
- Fauzi, B., 2016, *Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Warren Truss Bentang 50 Meter (Studi Kasus Jembatan Jalen, Desa Paseban, Kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten)*. Universitas Gadjah Mada.
- Hidayat, M. T., 2021, *Perancangan Jembatan Kiringan dengan Gelagar Baja Berdasarkan SNI 1725-2016 dan SNI 2833-2016*. Universitas Islam Indonesia.
- Ilman, M., 2023, *Perancangan Usulan Desain Jembatan Rangka Baja Tipe Warren pada Jembatan Juwero Di Kabupaten Kendal, Jawa Tengah*. Universitas Gadjah Mada.

Masagala, A. A., 2022, *Jembatan Truss dengan Analisis SAP2000*. Partnership for Action on Community Education.

Rizky, L. K., & Puluhuwa, I., 2021, *Perancangan Struktur Atas Jembatan Sungai Mesim Menggunakan Rangka Baja Berdasarkan SNI 1725:2016*. Jurnal Rab Contruction Research, 6(2). <https://doi.org/10.36341/racic.v6i2.2130>

Rochman, A., 2024, *Desain Jembatan Jilid 1*. Muhammadiyah University Press.

Rochman, A., 2024, *Desain Jembatan Jilid 2*. Muhammadiyah University Press.

Santoso, A. N., & Sumaidi. (2021). *Perbandingan Rangka Jembatan Tipe Warren dan Tipe Pratt pada Jembatan Brantas*. Jurnal Envirotek, Vol.13(No.32). <https://doi.org/10.33005/envirotek.v13i2.143>

Septiarsilia, Y., Fitriyah, D. K., & Propika, J., 2020, *Perencanaan Struktur Jembatan Sumber Sari, Kutai Barat, Kalimantan Timur dengan Sistem Busur Baja*. Jurnal Teknik Sipil, 1(1), 79–87. <https://doi.org/10.31284/J.JTS.2020.V1I1.938>

Standar Nasional Indonesia. (2016). *Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725:2016)* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. (2016). *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa (SNI 2833:2016)* Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Standar Nasional Indonesia. 2020. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019)*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional

Standar Nasional Indonesia. 2020. *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020)*. Jakarta:Badan Standarisasi Nasional

Yoga, M., 2022, *Perencanaan Jembatan Kedungjati Menggunakan Struktur Atas Rangka Baja Tipe Warren (Kedungjati Bridge Design With Upper Structure Steel Using Warren Type)*. Universitas Islam Indonesia.