



**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
JEMBATAN RANGKA TIPE WARREN TRUSS
DENGAN METODE LRFD PADA JEMBATAN SEMPU
KAB. BOYOLALI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

MOCH. SEPTIAN YOGA PRATAMA

21901051168

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2024**



**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN STRUKTUR ATAS
JEMBATAN RANGKA TIPE WARREN TRUSS
DENGAN METODE LRFD PADA JEMBATAN SEMPU
KAB. BOYOLALI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



Disusun Oleh:

MOCH. SEPTIAN YOGA PRATAMA

21901051168

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2024**

RINGKASAN

Moch. Septian Yoga Pratama, 219.010.511.68. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Type Warren Truss Dengan Metode LRFD Pada Jembatan Sempu Kab. Boyolali Jawa Tengah, Dosen Pembimbing: **Ir. H. Warsito, M.T.** dan **Ita Suherming Ingsih, S.T., M.T.**

Jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus akibat beberapa kondisi seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Pemerintah Kabupaten Boyolali berencana melakukan pembangunan Jembatan Sempu dengan jenis konstruksi jembatan girder yang terletak di Desa Glonggong, Kelurahan Mojosongo, Kecamatan Andong. Pada penelitian ini akan direncanakan ulang sebagai alternatif dengan menggunakan tiper rangka baja jenis *warren truss*. *Warren truss* adalah tipe jembatan rangka dengan rangka utamanya berbentuk trapesium dari serangkaian segitiga. Tipe ini memiliki keunggulan yaitu desain sederhana dan relatif ringan namun dapat digunakan untuk struktur yang memiliki bentang panjang.

Metode LRFD (*Load Resistance and Factor Design*) didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Oleh karena itu, metode LRFD ini dianggap cukup andal. Penelitian ini berdasarkan pada Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2020 yang berbasis pada metode LRFD. Untuk membantu menganalisis struktur digunakan *software* SAP2000 v.20.

Dari hasil perhitungan didapatkan tebal plat lantai kendaraan pada jembatan sebesar 200 mm, dengan menggunakan tulangan pokok D16 – 125 mm dan tulangan bagi Ø16 – 300 mm. Perencanaan dimensi tiap gelagar digunakan profil WF 350 x 175 x 7 x 11 untuk gelagar memanjang, profil WF 900 x 300 x 16 x 28 untuk gelagar melintang, dan profil WF 350 x 350 x 14 x 22 untuk gelagar induk. Sambungan antar gelagar menggunakan baut dengan jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar memanjang yaitu 3 baut/baris dengan diameter baut 5/8” inch tipe A325, dan pelat penyambung profil L 55 x 55 x 10. Untuk jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk yaitu 6 baut/baris, diameter baut 5/8” inch tipe A325, dan pelat penyambung profil L 110 x 110 x 12. Sedangkan untuk sambungan batang pada gelagar induk dengan gelagar induk menggunakan baut A325 1/2” inch dengan tebal simpul 20 mm. Pada perencanaan bangunan bawah, digunakan abutment dengan dimensi lebar bawah 450 cm, tinggi 600 cm dan panjang 850 cm, dan pondasi yang digunakan yaitu tiang pancang diameter 50 cm berjumlah 10 buah dengan kedalaman 6 m. Tulangan pada pondasi menggunakan tulangan pokok dua sisi 10 D12 dan tulangan spiral D12 – 35.

Kata kunci: *Warren truss, LRFD, SAP2000*

SUMMARY

Moch. Septian Yoga Pratama, 219.010.511.68. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Islam of Malang, Alternative Planning Study The Upper Part of Warren Truss Bridge Type by Using LRFD Method at Sempu Bridge Boyolali Regency, Central Java, Supervisor: Ir. H. Warsito, M.T. and Ita Suhermin Ingsih, S.T., M.T.*

Bridge is a construction structure that has a function to connect two parts of the road that are disconnect due to conditions such as deep valleys, river flow, lakes, irrigation canals, river, railway road, non-crossing highways, etc. The Boyolali Government has a plan to build the Sempu Bridge with girder construction type located in Glonggong Village, Mojosongo Ward, Andong Subdistrict. In this research, it will be re-planned by as an alternative by using the warren type of steel frame. Warren Truss is a type of truss bridge with trapezoidal as main frame of part of triangles. This type has the advantage design and has lightweight but can be used for structure with long spans.

The LRFD (Load Resistance and Factor Design) method based on probability, so it can be anticipate uncertainties of materials and loads. Therefore, this LRFD method is considered quite reliable. This research is based on Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2020 which is based on the LRFD method. To help analyze the structure, SAP2000 v.20 software was used.

The results from the calculation are vehicle floor plate thickness on the bridge of 200 mm, using D16 – 125 mm main reinforcement and Ø16 – 300 mm shrinkage reinforcement. The dimensions of each girder used WF 350 x 175 x 7 x 11 profiles for the longitudinal girder, WF 900 x 300 x 16 x 28 profiles for the transverse girder, and WF 350 x 350 x 14 x 22 profiles for the main girder. The connector between girders uses bolts with the number of bolts in the transverse girder connector with the longitudinal girder are 3 bolts / row with a bolt diameter of 5/8 “inch type A325, and the L 55 x 55 x 10 profile connector plate. As for the connector of the main girder with the main girder using A325 ½” inch bolts with 20 mm knot thickness. The planning of the lower structure, using an abutment with dimensions of 450 cm wide, 600 cm high and 850 cm, and the foundation used 50 cm diameter with pile numbers 10 pieces with 6m depth. The reinforcement in the foundation uses 10 D12 double-sided main reinforcement and D12 – 35 spiral reinforcement.

Keywords: Warren truss, LRFD, SAP2000

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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.

Pengertian jembatan secara umum adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus akibat beberapa kondisi seperti lembah yang dalam, alur sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan kereta api, jalan raya yang melintang tidak sebidang dan lain-lain. Sedangkan menurut ahli jembatan adalah : Suatu struktur yang memungkinkan route transportasi melintasi sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain-lain. (Dasar-dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang, Agus Iqbal Manu, 1995).

Suatu konstruksi yang gunanya untuk meneruskan jalan melalui suatu rintangan yang berada lebih rendah. Rintangan ini biasanya jalan lain (jalan air atau jalan lalu lintas biasa). Jika jembatan itu berada di atas jalan lalu lintas biasa maka biasanya dinamakan viaduct. (Jembatan, H.J. Struyk & K.H.C.W. Van Der Veen, 1995)

Merupakan komponen infrastruktur yang sangat penting karena berfungsi sebagai penghubung dua tempat yang terpisah akibat beberapa kondisi. (Jembatan, Supriyadi dan Muntohar, 2007).

Kabupaten Boyolali adalah salah satu kabupaten yang terletak di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Kabupaten Boyolali memiliki luas total wilayah 1.015,10 km^2 . Dengan total populasi 1.062.713 jiwa. Kabupaten Boyolali terletak di lintasan jalan raya Solo-Semarang. Boyolali berasal dari kata Mbok yo lali, artinya semoga dapat melupakan peristiwa buruk ini. Jalan utama kota ini bernama Jl. Pandanaran. Terambil dari kata Ki Ageng pandanaran, tokoh pada ceritera lokal tersebut. Boyolali memiliki pasar sapi yang besar di Sunggingan. Lebih besar daripada pasar sapi di Simo dan Ampel, tetapi pasar tersebut sudah dipindahkan di Karanggeneng dekat singkil. Pusat pemerintahan berada di kecamatan Boyolali. Di samping Boyolali, kecamatan lainnya yang cukup signifikan antara lain: Sambu Ampel, Banyudono, Sawit, Mojosongo, Simo, Karanggede, Andong, Musuk, Cepogo, dan Selo. Kawasan Ngemplak yang berbatasan langsung dengan Kota

Surakarta. Sektor prasarana jalan merupakan salah satu urat nadi dalam pertumbuhan ekonomi wilayah yang sangat penting. Untuk itu, diperlukan kebijakan yang tepat dalam penyelenggaraan jalan sehingga dapat mendukung pengembangan wilayah dan pertumbuhan ekonominya. Salah satu keberhasilan pembangunan daerah adalah tersedianya sarana dan prasarana transportasi yang baik di daerah tersebut. Selain berperan dalam menunjang kelancaran kegiatan sosial ekonomi juga akan menunjang perkembangan fisik di daerah yang bersangkutan.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, Pemerintah Kabupaten Boyolali berencana melakukan pembangunan Jembatan Sempu, Desa Glonggong yang berlokasi di Kelurahan Mojosongo Kecamatan Andong, dengan tujuan untuk memperlancar mobilisasi masyarakat Kecamatan Andong dan sekitarnya.

Dengan uraian data penulis merencanakan penyusunan tugas akhir ini, dengan judul “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Tipe Warren Truss Dengan Metode LRFD Pada Jembatan Sempu Kab. Boyolali Jawa Tengah” Metode ASD (Allowable Stress Design) dalam struktur baja telah cukup lama digunakan, namun beberapa tahun terakhir metode desain dalam struktur baja mulai beralih ke metode lain yang lebih rasional, yakni metode LRFD (Load Resistance and Factor Design). Metode ini didasarkan pada ilmu probabilitas, sehingga dapat mengantisipasi segala ketidakpastian dari material maupun beban. Oleh karena itu, metode LRFD ini dianggap cukup andal. Peraturan Perencanaan Bangunan Baja Indonesia (PPBBI 1987) telah diganti dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2020 yang berbasis pada metode LRFD.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan karena kondisi struktur Jembatan masih menggunakan balok Girder.
2. Menggunakan Struktur rangka baja mempunyai umur ketahanan struktur yang lebih lama.
3. Struktur rangka baja mampu menahan gaya tarik dan tekan yang cukup tinggi.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat diidentifikasi permasalahan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa besar tebal plat lantai pada kendaraan pada Jembatan Sempu?
2. Berapa dimensi gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar induk pada Jembatan Sempu?
3. Berapa jumlah baut pada sambungan antar gelagar pada Jembatan sempu?
4. Berapa dimensi abutment pada Jembatan Sempu?
5. Berapa dimensi pondasi pada Jembatan Sempu?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, perlu dibuat ruang lingkup pembahasan antara lain:

1. Perencanaan hanya membahas tentang perencanaan struktur Jembatan Sempu Kab. Boyolali dengan metode LRFD (Load Resistance and Factor Design).
2. Perencanaan tidak membahas tentang perhitungan rancangan anggaran biaya (RAB), metode pelaksanaan secara detail. Perencanaan tidak memperhitungkan aspek hidrologi, aspek lalu lintas dan aspek geometri jembatan.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tebal plat lantai kendaraan pada Jembatan Sempu
2. Mengetahui gelagar memanjang, gelagar melintang, dan gelagar induk pada Jembatan Sempu
3. Mengetahui jumlah baut pada sambungan antar gelagar pada Jembatan Sempu..
4. Mengetahui dimensi abutment pada Jembatan Sempu.
5. Mengetahui Dimensi pondasi pada jembatan Sempu.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil perencanaan ini diharapkan menjadi acuan bagi perencana bangunan jembatan di Indonesia untuk lebih mengembangkan desain dan bangunan struktur jembatan tipe *Warren Truss* mengingat bangunan konstruksi jembatan yang makin berkembang di Indonesia.
2. Dari perencanaan ulang Struktur Jembatan ini diharapkan dapat mengenalkan dan memberikan refrensi kepada akademis yang lain mengenai bangunan struktur jembatan yang menggunakan LRFD.

1.7 Lingkup Pembahasan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Perhitungan plat lantai kendaraan.
 - a. Perhitungan pembebanan lantai kendaraan
 - b. Perhitungan momen akibat beban mati.
 - c. Perhitungan momen akibat beban hidup
 - d. Penulangan plat lantai arah melintang.
 - e. Penulangan plat lantai arah memanjang.
2. Perhitungan Gelagar
 - a. Perhitungan gelagar memanjang, melintang, induk rangka baja
3. Perhitungan ikatan angin
 - a. Perhitungan ikatan angin atas
 - b. Perhitungan ikatan angin bawah
4. Perhitungan Sambungan
 - a. Perhitungan gelagar memanjang dengan gelagar melintang
 - b. Sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk
 - c. Sambungan batang gelagar induk
5. Perhitungan perletakan.
6. Perhitungan abutment
 - a. Perhitungan pembebanan abutment
 - b. Perhitungan stabilitas abutment
 - c. Perhitungan penulangan abutment
7. Perencanaan pondasi
 - a. Perhitungan penulangan pondasi tiang pancang
 - b. Perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

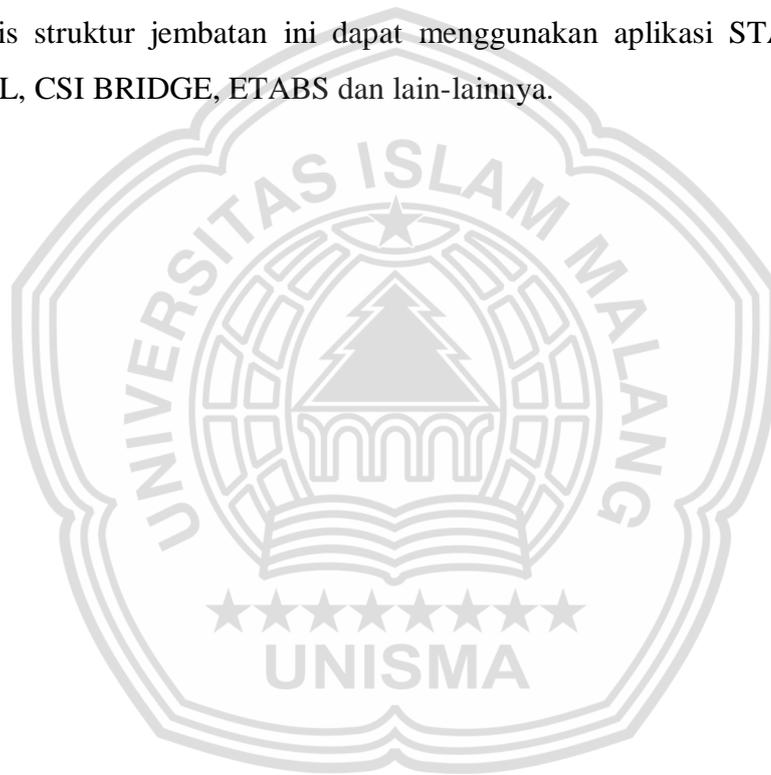
Berdasarkan hasil analisa perhitungan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal plat lantai kendaraan pada jembatan sebesar 200 mm, dengan menggunakan tulangan pokok D16 – 125 mm dan tulangan bagi $\text{Ø}16$ – 300 mm.
2. Dimensi gelagar memanjang menggunakan profil WF 350 x 175 x 7 x 11, dimensi gelagar melintang menggunakan profil WF 900 x 300 x 16 x 28, sedangkan dimensi gelagar induk menggunakan profil WF 350 x 350 x 14 x 22.
3. Jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar memanjang yaitu menggunakan 3 baut/baris, diameter baut 5/8” inch tipe A325, dan pelat penyambung profil L 55 x 55 x 10. Untuk jumlah baut pada sambungan gelagar melintang dengan gelagar induk yaitu 6 baut/baris, diameter baut 5/8” inch tipe A325, dan pelat penyambung profil L 110 x 110 x 12. Sedangkan Sambungan batang pada gelagar induk dengan gelagar induk menggunakan baut A325 1/2” inch dengan tebal simpul 20 mm.
4. Pada dimensi abutment menggunakan lebar atas 150 cm, lebar bawah 450 cm, tinggi 600 cm, panjang 850 cm.
5. Pondasi tiang pancang menggunakan diameter 50 cm dengan panjang 6 m menggunakan 10 buah. Tulangan pondasi tiang pancang menggunakan tulangan pokok dua sisi 10 D12, dan tulangan spiral D12-35 mm.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Tipe *Warren Truss* Dengan Metode LRFD Pada Jembatan Sempu Kab. Boyolali Jawa Tengah”, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan struktur jembatan dapat direncanakan dengan alternatif lain seperti tipe prategang ataupun menggunakan tipe rangka yang berbeda sesuai yang direncanakan.
2. Dalam analisa struktur jembatan dapat dikerjakan menggunakan metode analisis 3 dimensi (3D).
3. Dalam analisis struktur jembatan ini dapat menggunakan aplikasi STAAD PRO, MIDAS CIVIL, CSI BRIDGE, ETABS dan lain-lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, Vega. 2014. "Perencanaan Ulang Bangunan Atas Jembatan Rangka Baja Tipe Adryana, Vivin Novi, Warsito Warsito, dan Bambang Suprpto. 2019. "Studi Perencanaan Struktur Jembatan Rangka Baja Pada Jembatan Ake Toduku Halmahera Barat." *Jurnal Rekayasa Sipil* 6 (2): 208–15.
- Agus Iqbal Manu. 1995. *Dasar-Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*. PT Mediatama Saptakarya, DPU.
- Andekenro, Angga. "Perencanaan Struktur Jembatan Komposit Cihaurbeuti". Diss. Universitas Siliwangi, 2019.
- Annizaar, Rizqi. 2015. "Perencanaan Pondasi Tiang Pancang Dan Tiang Bor Pada Pekerjaan Pembuatan Abutment Jembatan Labuhan Madura." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil* 1 (2): pp-487.
- Asiyanto. (2008). *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*. Jakarta: UI-Press.
- Asyianto. 2008. *Metode Konstruksi Jembatan Rangka Baja*. cetakan 1. Jakarta: UI Press.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Perencanaan Struktur Baja Untuk Jembatan*. RSNI T-03-2005. Jakarta: Standar Nasional Indonesia
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. *Pembebanan Untuk Jembatan*. SNI 1725:2016. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.
- Bowles, J. E. 1991. *Analisa dan desain Pondasi: Edisi Keempat Jilid 1*. Erlangga, Jakarta.
- Bowles, Joseph E. 1991. *Analisa dan Desain Pondasi Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, Joseph E., dan Panthur Silaban. 1993. *Analisis dan desain pondasi*. Edisi 4 cetakan 2. Jakarta: Erlangga. BSNI. 2016. *Pembebanan untuk Jembatan: SNI 1725:2016*. BSNI.
- Cremona Consultant, 2012. *Laporan Perhitungan Struktur Jembatan Komposit, Perjiwa*. Direktorat Jendral Bina Marga. *Manual Perencanaan Beton Pratekan Untuk Jembatan*. 2011. Jakarta: Direktorat Jendral Bina Marga
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah 2 Edisi Kelima*. Mada University Press. Yogyakarta. Gadjah
- Hidayat, Akh Taufik. 2016. "Perencanaan Struktur Atas Jembatan Rangka Baja Type (KTruss) dengan Menggunakan Metode LRFD di Jembatan Kalilanang, Desa Pandanrejo, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu."

- Agustini, M., Warsito, W., & Suprpto, B. (2019). Studi Perencanaan Struktur Jembatan Komposit Pada Jembatan Ake Pariwama III Halmahera Timur.
- Andekenro, Angga. "Perencanaan Struktur Jembatan Komposit Cihaurbeuti". Diss. Universitas Siliwangi, 2019.
- Iqbal, M., Susanti, L., & Setyowulan, D. (2018). Analisis Kapasitas Struktur Jembatan Rangka Tipe Warren Dengan Mutu Baja Tidak Seragam Dalam Menahan Beban Gempa Dua Arah Dan Tiga Arah. Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, 2.
- Istimawan, Dipohusodo. 1993. "Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03." Departemen PU, Jakarta.
- Kharisma Karunia Kencana, 2012. Laporan Perhitungan Struktur Jembatan Komposit Pada Jalan Muallaf Menuju KM.12 Jl. Poros Kota Bangun, Samarinda.
- Lazuarfy, Dhias Pratama. 2017. "Analisis Performansi Jembatan Rangka Baja Tipe Warren akibat Variasi Beban Berjalan." PhD Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nasional, Badan Standardisasi. 2005. "RSNI T-03-2005 Perencanaan Struktur Baja untuk Jembatan." Jakarta: BSN.
- Parker Truss dengan Metode LRFD di Jembatan Trisula Kecamatan Kademangan Kabupaten Tulungagung." PhD Thesis, ITN Malang.
- Saraswati, Milot D. 2021. Studi Perencanaan dengan Metode Komoposit pada Jembatan Desa Parakan Kabupaten Trenggalek. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Fakultas Teknik Universitas Islam Malang.
- Sardjono HS. Cetakan 1. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Sasrodarsono, S. 2007. Mekanika Tanah Dan Teknik Pondasi. Jakarta: Paradnya Paramita.
- Setiawan, Agus, 2013, "Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Edisi kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Setiawan, Agus, dan Leneda Simarmata. 2016. Perancang struktur beton bertulang. Cetakan 1. Jakarta: Erlangga.
- Setiawan, Agus. 2008. "Perencanaan Struktur Baja Dengan tode LRFD". Semarang: Erlangga.RPJMD Kabupaten Tulungagung 2018 – 2023
- Setiawan, Agus. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD. Jakarta: Erlangga.

- Setiawan, Agus. 2013. Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD. Jakarta: Erlangga
- Indrawan, I., Warsito, W., & Suprpto, B. (2023). Studi Alternatif Pencanaan Jembatan Glagar Komposit Sta 4+ 195 Pada Proyek Jalan Jalur Lintas Selatan (Jls) Lot 9 (Simpang Balekambang–Kedung Salam) Kabupaten Malang.
- Inzana, K. H. I., Warsito, W., & Suprpto, B. (2021). Studi Pencanaan Bentang Tengah Jembatan Komposit Sta04+ 400 pada Proyek Jalan Tol Serpong-Balaraja (Banten)..
- Supriyadi & Muntohar. 2007. Jembatan. cetakan 5. Bela Offset.
- Supriyadi, & Muntohar. (2007). Jembatan. Yogyakarta: Beta Offset.
- Supriyadi, B. & Muntohar, A.S., 2007, JEMBATAN, Yokyakarta.

