



**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN “FLYOVER” ALOHA
SIDOARJO MENGGUNAKAN STRUKTUR GELAGAR
PC-I GIRDER**

SKRIPSI

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



Disusun Oleh :

ABDUS SYAFIHH

219.010.510.48

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

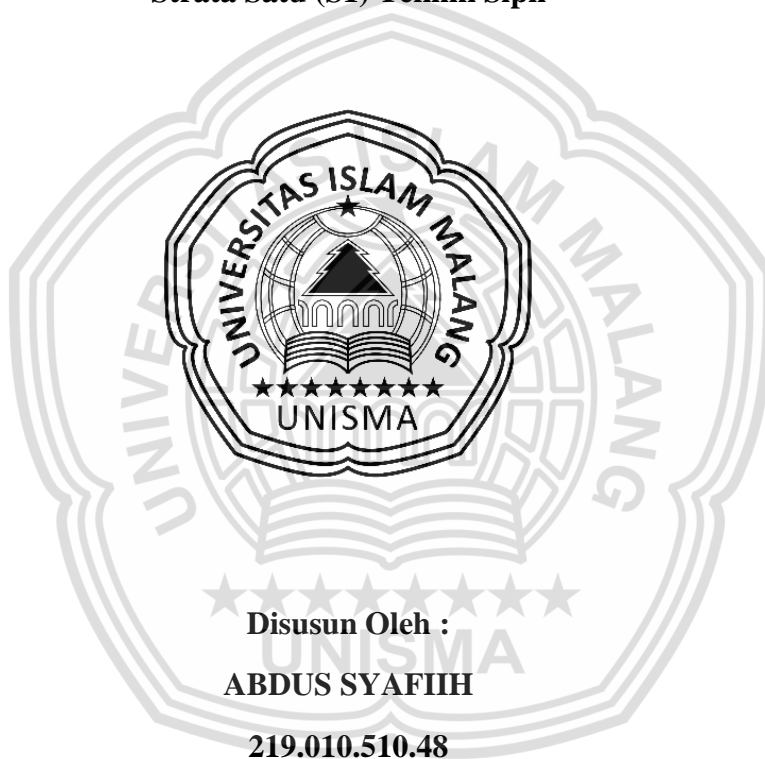
2023



**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN “FLYOVER” ALOHA
SIDOARJO MENGGUNAKAN STRUKTUR GELAGAR
PC-I GIRDER**

SKRIPSI

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



**Disusun Oleh :
ABDUS SYAFIHH
219.010.510.48**

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2023

RINGKASAN

Abdus Syafiih, 219.010.510.48. Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Alternatif Perencanaan “*Flyover*” Aloha Sidoarjo Menggunakan Struktur Gelagar PC-I Girder, Dosen Pembimbing: **Ir. H. Warsito, M.T.** Dan **Ir. Bambang Suprpto, M.T.**

Flyover Aloha di Kecamatan Gedangan Kabupaten Sidoarjo dibangun sebagai alternatif dalam mengurangi kemacetan sehingga pembangunan infrastruktur tersebut dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam aktivitas pada ruas jalan Bundaran Aloha. Proyek *flyover* Aloha tersebut terdapat dua pembangunan *flyover* yaitu ruas jalan Sidoarjo – Juanda (FO-A) dan ruas jalan Juanda – Surabaya (FO-B). Perencanaan awal digunakan struktur PC-U girder yang mana memiliki kelemahan dalam pengerjaan yang berlokasi ditengah perkotaan sehingga direncanakan ulang menggunakan struktur PC-I girder sebagai alternatif dalam perencanaan. *Flyover* yang direncanakan pada perhitungan yaitu pada titik P11B – P12 yang memiliki Panjang 34 meter antar pilar.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan merupakan metode literatur dalam proses perhitungan dan metode observasi yaitu melakukan survei atau pengamatan secara langsung di lapangan. Standar perencanaan yang digunakan yaitu SNI: 1725-2016, SNI 2833:2016, RSNI T-12-2004, dan RSNI T-02-2005. Dalam Penggambaran dan perhitungan menggunakan *Ms Excel*, *SP Column*, dan *AutoCAD*. Pada perhitungan kolom menggunakan *software* atau aplikasi *SP Column* sebagai pendukung dalam perhitungan struktur kolom yang akan direncanakan.

Hasil dari penelitian ini meliputi perhitungan pembebanan yang terjadi pada *flyover* adalah Beban mati berat sendiri gelagar (q_1): 3360 kg/m, Beban mati berat sendiri plat lantai (q_2): 1357,29 kg/m, Beban mati berat sendiri diafragma (P): 784,211 kg, Beban mati tambahan (QMA): 442,08 kg/m, Beban hidup lajur “D” yaitu Beban Terbagi Merata (QTD): 2887,42 kg/m, Beban Garis Terpusat (PTD): 12348 kg, Gaya rem (TB): 25000 kg, Beban angin (Ew): 358,673 kg/m. Dimensi beton prategang I girder (PC-I Girder) adalah: tinggi girder (h): 1,60 meter, lebar atas (ba): 1,20 meter, tebal flens atas (t_1): 0,20 meter, tebal flens bawah (t_2): 0,40 meter, tebal badan (tb): 0,50 meter. Panjang bentang (L): 30,6 meter. Jumlah Jumlah tendon beton prategang I girder (PC-I Girder) yang digunakan adalah 4 buah tendon dengan jenis strand ASTM A-416 grade 270. Dimensi pilar adalah: (a) Panjang *headstock/pierhead*: 9,00 meter, Lebar *headstock/pierhead*: 4,80 meter, Tinggi *headstock/pierhead*: 2,40 meter, (b) Panjang kolom pilar 1: 3,00 meter, Lebar kolom 1: 2,20 meter, Tinggi kolom 1: 4,00 meter, (c) Panjang kolom pilar 2: 3,00 meter, Lebar kolom 2: 2,20 meter, Tinggi kolom 2: 2,50 meter, (d) Panjang *pile cap*: 8,50 meter, Lebar *pile cap*: 8,50 meter, Tinggi *pile cap*: 2,00 meter. Pondasi *bore pile* menggunakan diameter 0,80 meter dan Panjang 40 meter dengan jumlah tiang sebanyak 9 buah tiang.

Kata Kunci : Bundaran Aloha, *Flyover*, PC-I Girder, *SP Column*.

SUMMARY

Abdus Syafiih, 219.010.510.48. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University Islam of Malang, Study of Alternative Planning for the Aloha Sidoarjo "Flyover" Using PC-I Girder Structure, Supervisor: Ir. H. Warsito, M.T. and Ir. Bambang Suprpto, M.T.*

Flyover Aloha in Gedangan District, Sidoarjo Regency was built as an alternative to reducing traffic jams so that infrastructure development can provide convenience and comfort in activities on the Aloha Roundabout road. Project flyover The Aloha has two developments flyover namely the Sidoarjo – Juanda road section (FO-A) and the Juanda – Surabaya road section (FO-B). The initial planning used a PC-U girder structure which had weaknesses in work located in the middle of urban areas so it was re-planned to use a PC-I girder structure as an alternative in planning. Flyover which is planned in the calculation, namely at points P11B – P12 which has a length of 34 meters between pillars.

In this research, the method used is the literature method in the calculation process and the observation method, namely conducting surveys or direct observations in the field. The planning standards used are SNI: 1725-2016, SNI 2833:2016, RSNI T-12-2004, and RSNI T-02-2005. In the depiction and calculations using Ms Excel, SP Column, and AutoCAD. In column calculations using software or application SP Column as a support in calculating the column structure to be planned.

The results of this research include calculations of the loads that occur on flyover is Self-weight dead load of girder (q_1): 3360 kg/m, Self-weight dead load of floor plate (q_2): 1357.29 kg/m, Diaphragm self-weight dead load (P): 784.211 kg, Additional dead load (QMA): 442.08 kg/m, Live load of lane "D" namely Evenly Divided Load (QTD): 2887.42 kg/m, Centered Line Load (PTD): 12348 kg, Brake force (TB): 25000 kg, Wind load (E_w): 358.673 kg/m. The dimensions of the prestressed concrete I girder (PC-I Girder) are: girder height (h): 1.60 meters, top width (ba): 1.20 meters, top flange thickness (t_1): 0.20 meters, bottom flange thickness (t_2): 0.40 meters, body thickness (tb): 0.50 meters. Span length (L): 30.6 meters. Number of prestressed concrete I girder (PC-I Girder) tendons used are 4 tendons with strand type ASTM A-416 grade 270. Pillar dimensions are: (a) Length headstock/pierhead: 9.00 meters, Width headstock/pierhead: 4.80 meters, Height headstock/pierhead: 2.40 meters, (b) Length of pillar column 1: 3.00 meters, Width of column 1: 2.20 meters, Height of column 1: 4.00 meters, (c) Length of pillar column 2: 3.00 meters, Column 2 width: 2.20 meters, Column 2 height: 2.50 meters, (d) Length pile cap: 8.50 meters, Width pile cap: 8.50 meters, Height pile cap: 2.00 meters. Foundation bore pile using a diameter of 0.80 meters and a length of 40 meters with a total of 9 poles.

Kata Kunci : Bundaran Aloha, Flyover, PC-I Girder, SP Column.

BAB I PENDAHULUAN

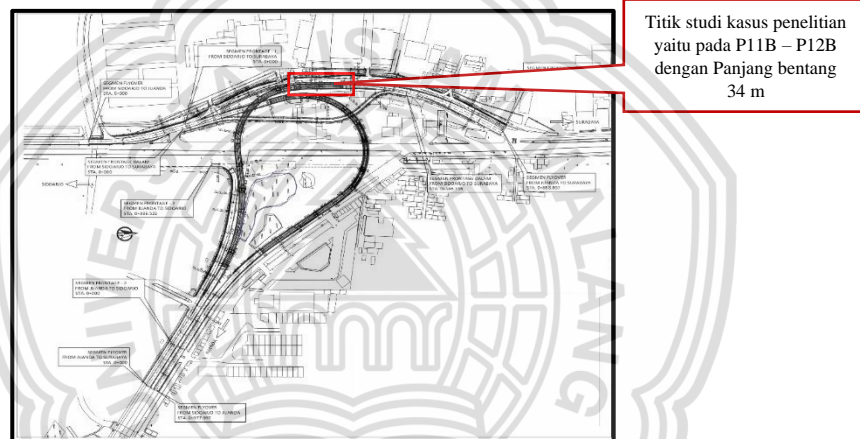
1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan fasilitas penting yang mendukung arus mobilitas di seluruh dunia. Indonesia merupakan negara dengan jumlah kepadatan penduduk terbesar, dan berbagai kegiatan dengan kebutuhan yang besar terhadap penggunaan transportasi, sehingga diperlukan suatu sistem transportasi yang dapat menjamin kelancaran, keamanan, dan kenyamanan terhadap arus mobilitas penduduk saat ini (Akbar., Warsito., Bambang.S., 2022). Sarana dan prasarana transportasi harus mampu menunjang dan meningkatkan kebutuhan penduduk di masa yang akan datang. Suatu daerah dapat dikatakan maju karena faktor transportasi yang bagus serta sikap disiplin dalam menggunakan transportasi yang tersedia. Salah satu transportasi yang digunakan yaitu jembatan yang bermanfaat untuk penghubung infrastruktur lainnya (Kamalia., Warsito., Bambang. S., 2021).

Bundaran Aloha merupakan suatu jalur utama yang digunakan oleh pengendara untuk masuk ke Kota Sidoarjo dan keluar dari Kota Sidoarjo ke arah Kota Surabaya. Bundaran Aloha juga merupakan titik bertemunya kendaraan dari 3 lokasi berbeda, yaitu kendaraan yang datang dari arah Kota Sidoarjo - Surabaya, kendaraan dari arah Bandara Juanda, serta kendaraan dari Kota Surabaya - Sidoarjo. Bundaran Aloha terletak di Kecamatan Gedangan berbatasan dengan Kecamatan Waru dan Sedati. Ketiga Kecamatan ini merupakan pusat industri dari Kabupaten Sidoarjo, hal ini yang menyebabkan kendaraan berat dan kendaraan lainnya meningkat di ruas jalan tersebut sehingga terjadinya kemacetan di kawasan Bundaran Aloha (Wulandari, 2020). Dari permasalahan kemacetan yang terjadi diperlukan sebuah percepatan pembangunan infrastruktur yang dapat memberikan kemudahan dan kenyamanan dalam aktivitas transportasi yaitu dengan adanya alternatif pembangunan jalan layang (*flyover*) yang ditempatkan pada titik kemacetan di kawasan Bundaran Aloha. Jalan layang (*flyover*) adalah jalan yang memiliki fungsi menghindari kontra langsung antara kendaraan dan dibangun tidak sebidang dibandingkan dengan ruas jalan yang ada yaitu adanya ketinggian atau elevasi yang berbeda dengan ruas jalan yang sudah ada (Kurniawan & Rocman, 2019).

Pada penelitian ini penulis melakukan studi kasus pada proyek pembangunan *flyover* aloha di Kabupaten Sidoarjo. Pembangunan tersebut bertujuan untuk mengurangi tingkat kemacetan pada ruas jalan Bundaran Aloha. Pada proyek tersebut terdapat dua

pembangunan *flyover* yaitu pada ruas jalan Sidoarjo - Juanda (FO-A) dengan STA. 0+0.00 - 0+978 dan pada ruas jalan Juanda - Surabaya (FO-B) dengan STA. 0+0.00 - 0+888,81. Pada lokasi studi kasus ini terdapat pergeseran trase pada *flyover* yang direncanakan sehingga ada perubahan pada perencanaan awal struktur yaitu penambahan ketinggian kolom untuk memenuhi *clearance* pada *pier head* dikarenakan syarat ketinggian minimum yang diperbolehkan sebesar 5,2 m pada titik P9-B ruas jalan Juanda-Surabaya (FO-B). hal tersebut mempengaruhi pada titik kolom P11B – P12B dengan panjang bentang 34 meter yang merupakan titik tinjauan studi penelitian. Titik tersebut terletak pada posisi pinggir dengan kemiringan longitudinal 5% pada perencanaan *flyover* arah Juanda – Surabaya (FO-B) , yang mana hal tersebut dikarenakan bentang pada posisi tengah *flyover* terlalu pendek yaitu dengan panjang bentang 20 meter sehingga tidak memenuhi persyaratan teknis dalam penyusunan tugas akhir ini.



Gambar 1. 1 Layout titik penelitian
Sumber: Dokumen PT. Virama Karya, 2023

Perencanaan awal yang dilaksanakan pada proyek pembangunan *flyover* aloha pada struktur atas menggunakan *PC-U Girder* (*Precast Concrete U Girder*). Dengan bentuk penampang U girder yang cukup besar dibandingkan I Girder membuat faktor dalam pengerjaan kurang efisien dan efektif untuk lokasi proyek yang berada ditengah kota. Dari permasalahan diatas dapat digunakan studi alternatif lain yaitu perencanaan ulang struktur atas pada *flyover* aloha menggunakan *PC-I Girder*. *PC-I Girder* merupakan balok girder berupa beton prategang. Beton prategang merupakan beton bertulang dengan mutu tinggi dan baja dengan mutu tinggi yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk tegangan Tarik potensial dalam akibat beban yang bekerja (Amirulloh., Warsito., Bambang. S., 2022). *PC-I Girder* memiliki bentuk berupa penampang I dengan penampang bagian tengah yang lebih kecil dari pada bagian pinggir. *PC-I girder* merupakan girder yang memiliki berat sendiri relatif lebih kecil sehingga kebutuhan

tendon yang digunakan relatif sedikit dibanding dengan jenis girder lainnya, sehingga tipe girder seperti ini banyak di minati dan digunakan pada pembangunan struktur atas jembatan saat ini.

Perencanaan ini merupakan bentuk statis tertentu yang mana hanya merencanakan pada bentang pilar dengan kode P11B sampai P12B dengan panjang bentang 34 meter. Untuk jenis beton prategang ini menggunakan sistem *post-tension*. Sistem *post-tension* sendiri yaitu sistem prategang dimana kabel ditarik setelah beton mengeras dan tendon-tendon di angkurkan pada beton tersebut setelah gaya pratekan dilakukan. Secara ideal sistem *post-tension* cocok untuk pekerjaan yang dilakukan ditempat dengan bentang menengah hingga bentang Panjang. Pada perencanaan ini juga menggunakan *software* atau aplikasi *SP Column* sebagai pendukung dalam perhitungan struktur kolom jembatan yang akan direncanakan.

1.2 Identifikasi Masalah

Mengenai latar belakang di atas dapat di peroleh identifikasi masalah yang akan di angkat dalam pengerjaan skripsi ini, sebagai berikut:

- 1) Terjadinya pergeseran trase yang berdampak pada perubahan ketinggian pada *pier* di beberapa titik perencanaan awal.
- 2) Pada lokasi studi kasus penelitian tidak ada yang merencanakan menggunakan PC-I Girder (*Precast Concrete-I*).
- 3) Bentuk penampang yang besar pada PC-U Girder (*Precast Concrete U Girder*) mempengaruhi faktor efisiensi dan efektifitas dalam pelaksanaan dilapangan dikarenakan lokasi yang berada di tengah perkotaan.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah diatas, maka diperoleh sebuah rumusan masalah diantaranya yaitu:

- 1) Berapa besar pembebanan yang terjadi pada perencanaan struktur *flyover*?
- 2) Berapa dimensi beton prategang I girder (*PC-I Girder*) pada struktur atas (*superstructure*) *flyover* ?
- 3) Berapa jumlah tendon yang dibutuhkan pada perencanaan gelagar menggunakan beton prategang I girder (*PC-I Girder*)?
- 4) Berapa dimensi pilar yang sesuai dengan beban yang bekerja pada struktur jembatan?
- 5) Berapa dimensi pondasi *bore pile* dari beton yang diterima jembatan?

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui beban-beban yang bekerja pada struktur *flyover*.
- 2) Untuk mengetahui berapa dimensi beton prategang I girder (*PC-I Girder*).
- 3) Untuk mengetahui jumlah *strand* dan tendon yang dibutuhkan pada perencanaan gelagar menggunakan beton prategang I girder (*PC-I Girder*).
- 4) Untuk mengetahui berapa dimensi pilar yang sesuai dengan beban yang bekerja pada struktur jembatan.
- 5) Untuk mengetahui dimensi pondasi *bore pile* dari beton yang diterima jembatan.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Diharapkan dapat memberikan informasi dan referensi yang bermanfaat, khususnya Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) dalam merencanakan dan menganalisa perhitungan struktur jembatan dengan menggunakan gelagar beton prategang I girder (*PC-I Girder*).
- 2) Diharapkan dapat dijadikan suatu parameter khususnya Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) dalam merencanakan suatu jembatan dimasa mendatang dengan menggunakan gelagar beton prategang I girder (*PC-I Girder*).

1.5 Batasan Masalah

Beberapa hal mengenai batasan masalah dalam pembahasan studi alternatif perencanaan ini yaitu:

- 1) Tidak merencanakan *flyover* secara keseluruhan hanya pada bagian *flyover* yang dilakukan perencanaan ulang atau *re-desain* yaitu pada bentang antara P11B sampai P12B dengan panjang total bentang 34 meter.
- 2) Tidak memperhitungkan faktor ekonomis dan RAB (Rencana Anggaran Biaya).

1.6 Lingkup Pembahasan

Lingkup pembahasan yang akan direncanakan meliputi:

- 1) Perhitungan gelagar beton prategang I girder (*PC-I Girder*) meliputi :
 - Perhitungan dimensi penampang gelagar beton prategang I Girder (*PC-I Girder*).
 - Perhitungan akibat beban dan momen yang diterima
 - Tegangan tendon
 - Perhitungan kontrol terhadap tegangan yang terjadi
 - Perhitungan tulangan pada beton prategang I girder (*PC-I Girder*)

2) Perhitungan Pilar

- Perencanaan bentuk pilar
- Perhitungan pembebanan pilar
- Stabilitas pilar
- Penulangan pilar

3) Perencanaan Pondasi

- Perhitungan daya dukung pondasi
- Perhitungan penulangan pondasi *bore pile*



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada “Studi Alternatif Perencanaan *Flyover* Aloha Sidoarjo Menggunakan Struktur Gelagar PC-I Girder”, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan pembebanan yang terjadi pada *flyover* adalah: Beban mati berat sendiri gelagar (q_1): 3360 kg/m, Beban mati berat sendiri plat lantai (q_2): 1357,29 kg/m, Beban mati berat sendiri diafragma (P): 784,211 kg, Beban mati tambahan (Q_{MA}): 442,08 kg/m, Beban hidup lajur “D” yaitu Beban Terbagi Merata (Q_{TD}): 2887,42 kg/m, Beban Garis Terpusat (P_{TD}): 12348 kg, Gaya rem (TB): 25000 kg, Beban angin (E_w): 358,673 kg/m.
2. Hasil perhitungan dimensi beton prategang I girder (PC-I Girder) adalah: tinggi girder (h): 1,60 meter, lebar atas (ba): 1,20 meter, tebal flens atas (t_1) : 0,20 meter, tebal flens bawah (t_2) : 0,40 meter, tebal badan (tb): 0,50 meter. Panjang bentang (L): 30,6 meter.
3. Jumlah tendon beton prategang I girder (PC-I Girder) yang digunakan adalah 4 buah tendon dengan jenis strand ASTM A-416 grade 270.
4. Hasil perhitungan dimensi pilar adalah: (a) Panjang *headstock/pierhead*: 9,00 meter, Lebar *headstock/pierhead*: 4,80 meter, Tinggi *headstock/pierhead*: 2,40 meter, (b) Panjang kolom pilar 1: 3,00 meter, Lebar kolom 1: 2,20 meter, Tinggi kolom 1: 4,00 meter, (c) Panjang kolom pilar 2: 3,00 meter, Lebar kolom 2: 2,20 meter, Tinggi kolom 2: 2,50 meter, (d) Panjang *pile cap*: 8,50 meter, Lebar *pile cap*: 8,50 meter, Tinggi *pile cap*: 2,00 meter.
5. Pondasi *bore pile* menggunakan diameter 0,80 meter dan Panjang 40 meter dengan jumlah tiang sebanyak 9 buah tiang.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pada “Studi Alternatif Perencanaan *Flyover* Aloha Sidoarjo Menggunakan Struktur Gelagar PC-I Girder”, maka terdapat beberapa saran yaitu sebagai berikut:

1. Dalam perencanaan *flyover* dapat direncanakan dengan alternatif lain seperti menggunakan metode prategang dengan tipe box girder atau dengan struktur komposit, dll.

2. Analisa struktur *flyover* sebaiknya menggunakan analisis 3 dimensi (3D).
3. Dalam analisa struktur *flyover* menggunakan gelagar PC-I Girder ini dapat menggunakan aplikasi atau *software* seperti SAP2000, CSI Bridge, Open Bridge, dll.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2016. "Rsn-1725-2016 *Standard Pembebanan Untuk Jembatan* Badan Standart Nasional.
- Anonim. 2004. "Rsn T-02-2005 *Pembebanan Untuk Jembatan*. Badan Standart Nasional
- Anonim. 2004. "Rsn T-12-2004 *Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan*. (N.D.). 140. Badan Standart Nasional
- Anonim. 2015. "Vsl-Strand Post Tensioning System" France : Bouygues Tprf.
- Anonim. 2016. "Rsn-2833:2016 *Perencanaan Jembatan Terhadap Beban Gempa*. Badan Standart Nasional.
- Akbar, M. Y. A. C. A., Warsito, & Suprpto, B. (2022). *Studi Alternatif Perencanaan Struktur Jembatan Twin Cell Beton Prategang Box Girder di Proyek High Speed Railway Jakarta–Bandung Section 3 Stasiun Walini Dk95+ 256.19*.
- Amirulloh, A., Warsito, & Suprpto, B. (2022). *Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Widang-Babat Pada Bentang Tengah Dengan Menggunakan Metode Prategang*. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 11(1), 102–121.
- ASTUTI, A. P. (2020). *Analisis Perbandingan Pci Girder Terhadap Pcu Girder Existing Pada Proyek Pembangunan Flyover Martadinata Bogor*. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*, 1(1).
- Bowles, J. E. (1997). *Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah 2* (5th ed.). Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Analisis dan Perancangan Pondasi II* (Ketiga). Gadjah Mada University Press.
- Kamalia, N., Warsito, & Suprpto, B. (2021). *Studi Alternatif Perencanaan Jembatan Pratekan di Desa Kemuning Kecamatan Sampang-Madura*.

- Kurniawan, A. M., & Rocman, T. (2019). *Perencanaan Gelagar Bentang 30 Meter Jalan Layang (Flyover) Pada Persimpangan Gadang Kota Malang*. Prokons: Jurnal Teknik Sipil, 13(2), 102–110.
- Lin, T. Y., & Burns, N. H. (1996). *Desain Struktur Beton Prategang* (3rd ed.). Penerbit Erlangga.
- Manalip, H., & Handono, B. D. (2018). *Perencanaan Balok Girder Profil I pada Jembatan Prestressed dengan Variasi Bentang*. Jurnal Sipil Statik, 6(2).
- Nakazawa, K., & Sosrodarsono, S. (2000). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Pamungkas, A., & Harianti, E. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Penerbit ANDI.
- Putra, A. A. P. A., Indramanik, I. B. G., & Sudarma, I. M. (2016). *Analisa perbandingan perencanaan struktur antara pondasi bore pile dengan pondasi tiang pancang*. Jurnal Teknik Gradien, 8(2), 15–30.
- Raju, K. (2007). *Presstred Concrete* (4th ed.).
- Sebastian, I., & Supartono, F. X. (2019). *Analisis Struktur Jembatan Gantung Self-Anchored*. Jurnal Mitra Teknik Sipil, 02(1), 169–178.
- Wulandari, M. (2020). *Kajian Simpang Tak Bersinyal Dengan Alternatif Flyover Di Bundaran Aloha Sidoarjo*. Jurnal Konstruksi, 8(1), 59–81.