

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS JEMBATAN DAWUNG DENGAN MENGGUNAKAN *PRESTRESSED CONCRETE I GIRDER*

Chandra Yudhistira¹, Muhammad Imaduddin²
S1 Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya
E-mail: *chandrayudhistira.21017@mhs.unesa.ac.id¹

ABSTRAK

Jembatan Dawung awalnya dibangun dengan struktur beton bertulang yang memiliki bentang 60 meter, terdiri dari 4 bentang dengan panjang setiap bentangnya 15 meter. Perencanaan struktur pada penelitian ini akan dilakukan dengan metode perancangan ulang terhadap sistem struktur yang telah ada. Dalam hal ini, elemen beton bertulang eksisting direncanakan untuk diganti dengan PCI-Girder (Prestressed Concrete I Girder) sebagai elemen struktur utama. Perencanaan ini berpedoman pada SNI 1725:2016, SNI 2847:2019, RSNI-T-12-2004, serta Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan No. 02/M/BM/2021. Analisa struktur dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SAP200. Pada perencanaan ini digunakan PCI-Girder H-170 produksi Wika Beton sebanyak 5 buah dengan jarak antar girder sebesar 1850 mm dan mutu beton sebesar $f'_c = 50$ MPa. Berdasarkan hasil perencanaan, setiap gelagar menggunakan 4 tendon dengan total 52 strand, sedangkan kabel prategang yang digunakan merupakan uncoated 7-wire strands ASTM A416 Grade 270. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kehilangan gaya prategang sebesar 18,08%, sehingga diperoleh gaya prategang efektif sebesar 5865,57 kN.

Kata kunci

Jembatan, PCI-Girder, Jembatan Beton Prategang

ABSTRACT

The Dawung Bridge was originally constructed with a reinforced concrete structure spanning 60 meters, comprising four spans of 15 meters each. The structural design in this study involves redesigning the existing structural system; specifically, the existing reinforced concrete elements are to be replaced with PCI-Girders (Prestressed Concrete I-Girders) as the primary structural components. The design adheres to SNI 1725:2016, SNI 2847:2019, RSNI-T-12-2004, and the Practical Guide for Technical Bridge Design No. 02/M/BM/2021. Structural analysis was performed using SAP2000 software. The design utilizes five Wika Beton PCI-Girders (Type H-170) spaced at 1,850 mm, with a concrete strength of $f'_c = 50$ MPa. Based on the design results, each girder employs four tendons containing a total of 52 strands; the prestressing cables used are uncoated 7-wire strands conforming to ASTM A416 Grade 270. Calculation results indicate a prestress loss of 18.08%, resulting in an effective prestressing force of 5,865.57 kN.

Keywords

Bridge, PCI-Girder, Prestressed Concrete Bridge

1. PENDAHULUAN

Jembatan adalah suatu bangunan infrastruktur yang memiliki fungsi untuk menghubungkan jalur transportasi yang terputus akibat adanya rintangan alam maupun buatan. Rintangan tersebut berupa sungai, danau, jalan raya, jalur rel kereta api, maupun kondisi lain yang menyebabkan kontinuitas jalan terganggu.

Jembatan Dawung terletak di ruas jalan provinsi yang melintas di atas sungai Bendo dan menghubungkan antara Kota Trenggalek dengan Kota Tulungagung. Jembatan Dawung menggunakan struktur beton bertulang dengan bentang 60 meter dengan 4 bentang dan panjang setiap bentang yaitu 15 meter. Jembata Dawung sendiri telah beroperasi sejak tahun 1950, sehingga pada saat ini usia layannya telah mencapai lebih dari 75 tahun, yang dimana menurut Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan

Jembatan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat jembatan di Indonesia didesain memiliki umur rencana 50 tahun. Berdasarkan kondisi eksisting tersebut, diperlukan adanya perencanaan ulang pada jembatan Dawung. Perencanaan ulang difokuskan pada struktur atas jembatan sebagai bagian yang berperan langsung dalam memikul beban kendaraan yang melintas. Dalam perencanaan ini struktur atas jembatan akan direncanakan ulang menggunakan PCI-Girder (Prestressed Concrete I Girder)

PCI-Girder (Prestressed Concrete I Girder) dipilih sebagai alternatif struktur atas jembatan karena memiliki berbagai keunggulan dibandingkan material atau sistem struktur lain. Salah satu keunggulannya adalah ketahanan yang lebih baik terhadap korosi, terutama pada kondisi lingkungan yang lembap atau basah, sehingga dapat meningkatkan durabilitas struktur jembatan dalam jangka panjang. Selain itu, penggunaan PCI-Girder memungkinkan dimensi balok utama menjadi lebih efisien, khususnya dalam menurunkan tinggi balok. Kondisi ini penting untuk menjaga elevasi struktur jembatan agar tetap aman terhadap pengaruh muka air banjir. Dari aspek pelaksanaan, PCI-Girder juga memberikan keuntungan dalam bentuk percepatan proses konstruksi. Sistem ini dinilai lebih efisien dalam tahapan pembangunan karena elemen girder dapat diproduksi dengan mutu yang lebih terkontrol dan dipasang dalam waktu yang relative lebih singkat di lapangan. Dengan adanya penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan infrastruktur jembatan di Indonesia yang lebih modern dan berkelanjutan.

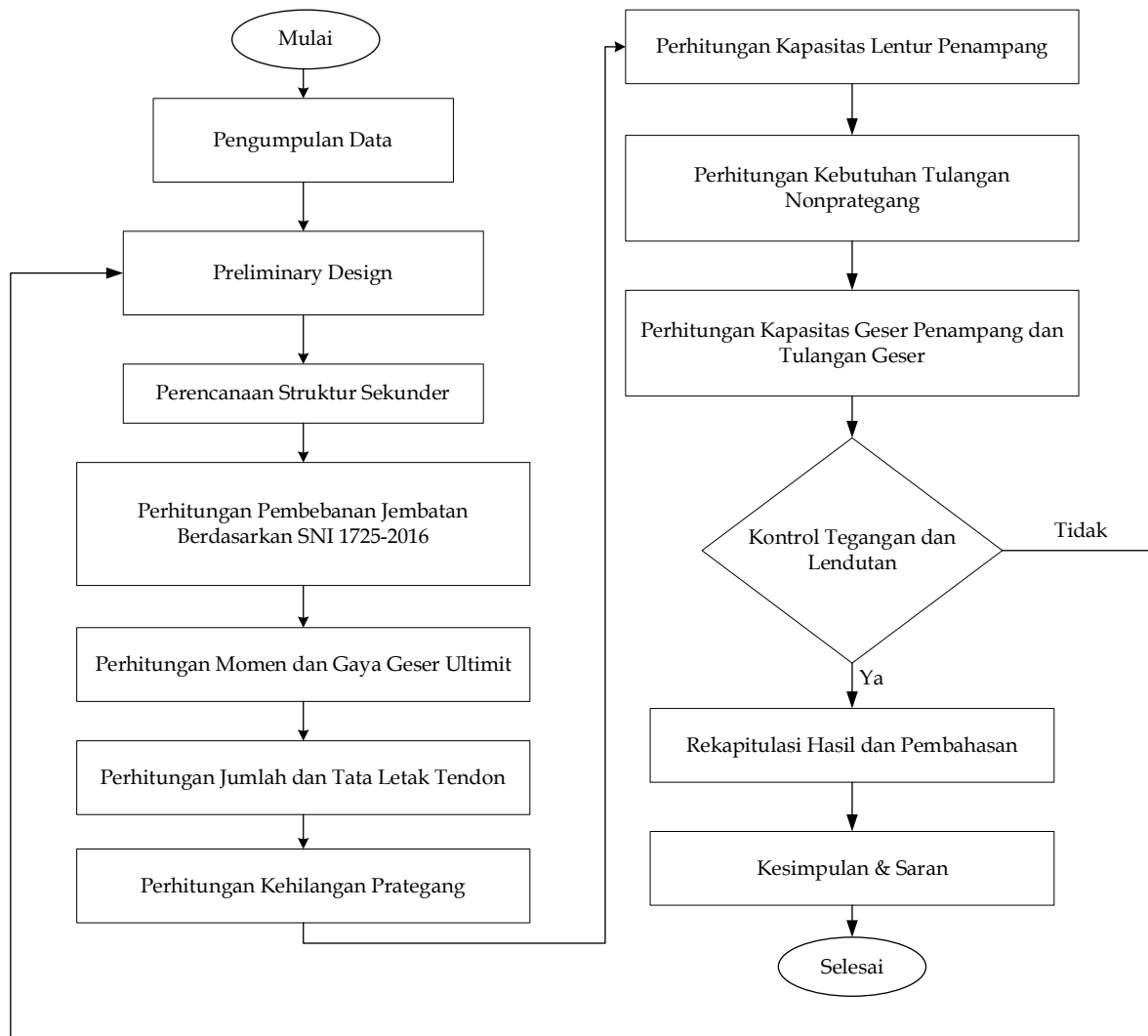
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan utama, yaitu tahapan persiapan, tahap pengumpulan data dan pengolahan data, serta tahap penarikan kesimpulan. Pada tahap persiapan, dilakukan studi literatur melalui penelaahan buku, peraturan standar, dan berbagai referensi yang berkaitan dengan perencanaan jembatan. Identifikasi terhadap ketentuan teknis dan peraturan yang relevan juga dilakukan sebagai dasar dalam pelaksanaan penelitian.

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan dalam penelitian, data yang telah terkumpul kemudian diolah sebagai dasar dalam melakukan analisis struktur.

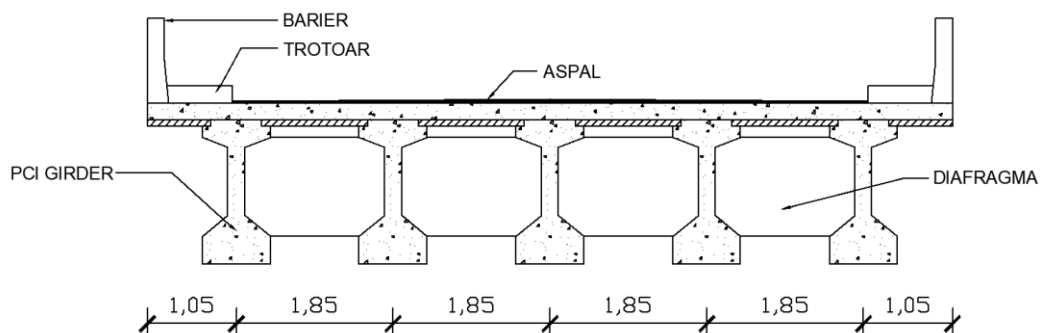
Proses pengolahan data meliputi desain awal (preliminary design), perhitungan pembebanan jembatan, penentuan kebutuhan strand dan tendon, pemeriksaan tegangan, serta perhitungan lendutan.

Dalam penelitian ini memiliki fokus utama pada perencanaan balok girder profil I untuk jembatan beton prategang. Dalam penelitian ini memiliki urutan dan tahapan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Potongan Melintang Rencana Jembatan

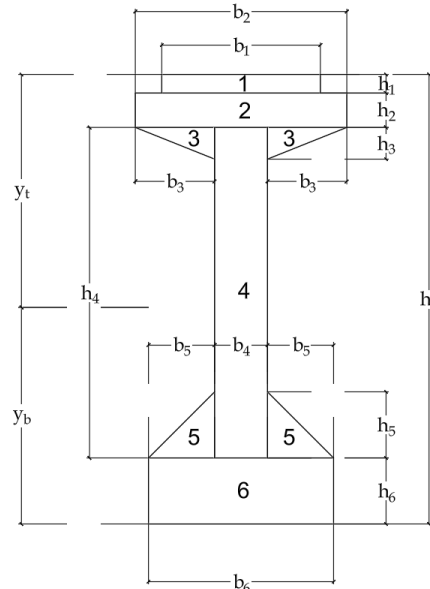
Perencanaan struktur atas Jembatan Dawung menggunakan PCI-Girder dengan data sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Panjang total jembatan | $L_t = 62 \text{ m (2 bentang)}$ |
| 2. Panjang per bentang jembatan | $L = 31 \text{ m}$ |
| 3. Lebar trotoar | $b_2 = 1 \text{ m}$ |

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| 4. Tebal genangan air hujan | $t_h = 0,05 \text{ m}$ |
| 5. Tebal aspal + <i>overlay</i> | $t_a = 0,1 \text{ m}$ |
| 6. Tebal trotoar | $h_{tr} = 0,2 \text{ m}$ |
| 7. Jumlah girder | $n = 5 \text{ buah}$ |
| 8. Jarak antar girder | $s = 1,85 \text{ m}$ |

3.1 MODULUS PENAMPANG PCI-GIRDER

a. Gelagar non komposit

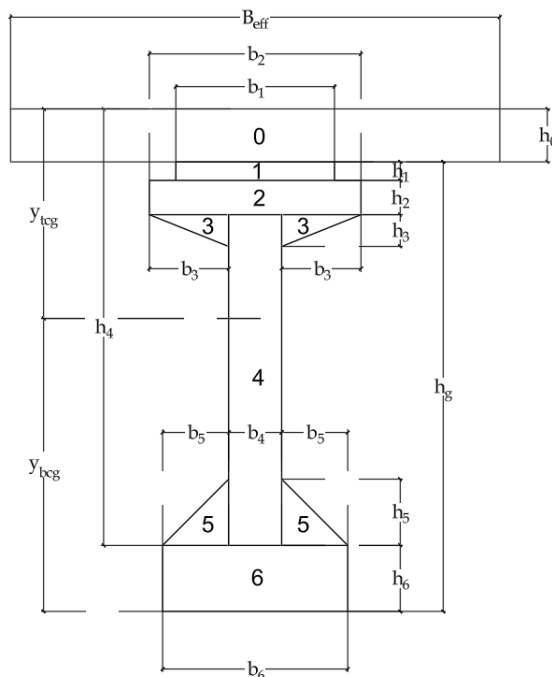


Gambar 3. Dimensi Perhitungan Gelagar Non Komposit

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Modulus Penampang Gelagar Non Komposit

No	Uraian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Tinggi gelagar nonkomposit	h_g	1,700	m
2	Luas penampang komposit	A_c	0,670	m^2
3	Jarak sumbu netral ke serat teratas	y_t	0,880	m
4	Jarak sumbu netral ke serat terbawah	y_b	0,819	m
5	Momen inersia terhadap titik berat gelagar	I_g	2,33	m^4
6	Tahanan momen sisi atas terhadap gelagar	S_t	2,65	m^3
7	Tahanan momen sisi bawah terhadap gelagar	S_b	2,84	m^3

b. Gelagar Komposit



Gambar 4. Dimensi Perhitungan Gelagar Komposit

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Modulus Penampang Gelagar Komposit

No	Uraian	Simbol	Nilai	Satuan
1	Tinggi gelagar komposit	h_g	1,900	m
2	Luas penampang komposit	A_{cg}	0,913	m^2
3	Jarak sumbu netral ke serat teratas	y_{tg}	0,815	m
4	Jarak sumbu netral ke serat terbawah	y_{bg}	1,085	m
5	Momen inersia terhadap titik berat gelagar	I_{cg}	0,409	m^4
6	Tahanan momen sisi atas terhadap gelagar	S_{tcg}	0,502	m^3
7	Tahanan momen sisi bawah terhadap gelagar	S_{bcg}	0,377	m^3

3.2 Pembebanan Pada Gelagar

Terdapat berbagai jenis pembebanan dalam perencanaan gelagar yang harus diperhitungkan. Perhitungan pembebanan tersebut berpedoman pada SNI 1725:2016. Beban-beban yang diperhitungkan dalam analisis meliputi beban mati berat sendiri struktur (MS), beban mati tambahan (MA), beban lajur "D", beban truk "T", beban rem (TB), beban pejalan kaki, serta beban angin (EW). Analisa pembebanan dilakukan untuk memastikan bahwa struktur gelagar jembatan mampu memenuhi persyaratan keamanan, kekuatan, dan stabilitas yang mengacu pada ketentuan perencanaan yang berlaku. Adapun hasil perhitungan dan Analisa pembebanan pada jembatan tercantum pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Pembebanan Pada Gelagar Prategang

No	Jenis Beban	Beban (kN/m)	Momen (kNm)	Geser (kN)
1	Berat sendiri (MS)	33,26	4035,99	520,78
2	Beban mati tambahan (MA)	5,88	894,10	115,37
3	Beban lajur "D" (TD)	143,29	2951,20	317,35
4	Beban truk "T" (TT)	225,00	3300,00	270,99
5	Beban rem (TB)	29,22	1,79	1,79
6	Beban pejalan kaki (TP)	10,00	31,00	31,00
7	Beban angin (EWS)	0,71	11,01	11,01
8	Beban angin kendaraan (EWL)	1,5	23,25	23,25

3.3 Kombinasi Pembebanan Balok Prategang

Perhitungan kombinasi pembebanan mengacu pada SNI 1725:2016 untuk menentukan momen ultimit dan gaya geser ultimit akibat pembebanan pada gelagar. Sebagaimana menurut SNI1725:2016 Pasal 8.4, "beban truk T tidak dapat digunakan bersamaan dengan beban lajur D", sehingga kombinasi pembebanan akan dibedakan.

Berdasarkan hasil kombinasi pembebanan, dapat diketahui bahwa momen dan gaya geser akibat kombinasi pembebanan Kuat I dengan beban truk "T" lebih besar dari kombinasi lainnya. Sehingga bisa didapatkan momen ultimit (M_u) sebesar 12845,88 kNm dan untuk geser ultimit (V_u) sebesar 1375,60 kN.

Tabel 4. Kombinasi Pembebanan Akibat Kombinasi Kuat I

Jenis Momen	Momen kNm	Jenis Gaya	Gaya geser kN	Faktor Beban	M_u kNm	V_u kN
M_{MS_G}	2116,39	V_{MS_G}	273,08	1,20	2539,67	327,70
M_{MS_S}	1111,16	V_{MS_S}	143,38	1,30	1444,50	186,39
M_{MS_DS}	243,85	V_{MS_DS}	31,47	1,20	292,62	37,76
M_{MS_DP}	564,05	V_{MS_DP}	72,78	1,30	733,26	94,61
M_{MA}	706,70	V_{MA}	91,19	2,00	1413,39	182,37
M_{LL_TT}	3300,00	V_{LL_TT}	270,97	1,80	5940,00	487,75
M_{LL_TB}	27,77	V_{LL_TB}	1,79	1,80	49,98	3,22
M_{AL_EWS}	85,71	V_{AL_EWS}	11,06	0,00	0,00	0,00
M_{AL_EWL}	180,39	V_{AL_EWL}	23,28	0,00	0,00	0,00
M_{LL_TP}	240,25	V_{LL_TP}	31,00	1,80	432,45	55,80
Jumlah					12845,88	1375,60

3.4 Penentuan Jumlah Tendon Dan Strand

Jumlah tendon dan strand pada gelagar beton prategang ditentukan dari hasil analisis tegangan yang timbul pada serat terbawah gelagar prategang akibat kombinasi pembebanan Layan III (Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan No. 02/M/BM/2021).

- a. Spesifikasi beton dan kabel prategang

Mutu beton $f'_c = 50$ MPa

Diameter *strand* = 12,7 mm

Jenis kabel prategang yang digunakan adalah *uncoated 7-wire strand* ASTM A416 Grade 270.

Untuk menghitung tegangan pada serat bawah gelagar yang diakibatkan gaya prategang (P_e), dapat digunakan rumus berikut,

$$P_e = \frac{f_{pb} \times A_g \times S_b}{S_b + e_c \times A_g}$$

$$P_e = 5709,82 \text{ kN}$$

Berdasarkan Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan No. 02/M/BM/2021, nilai asumsi kehilangan prategang pada perencanaan tendon berada pada kisaran 15-20%. Asumsi kehilangan prategang yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 20%, dengan nilai tegangan awal prategang sebesar 0,75 fpu, sehingga besar gaya prategang efektif yang bekerja pada elemen struktur adalah sebesar 55%.

$$\text{Losses} = 20\%$$

Untuk keperluan perhitungan tahap awal, digunakan nilai $f_{pi} = f_{pbt}$. Selanjutnya, apabila jumlah strand telah diperoleh, nilai f_{pi} ini dijadikan dasar dalam perhitungan selanjutnya.

$$\begin{aligned} f_{pi} &= f_{pbt} = 0,75 \times f_{pu} \\ &= 1395,00 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Gaya prategang akhir di setiap *strand*,

$$\begin{aligned} P_{pe_strand} &= A_{str} \times f_{pbt} \times (1 - \text{Losses}\%) \\ &= 110,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

Jumlah *strand* yang diperlukan,

$$\begin{aligned} n_s &= \frac{P_e}{P_{pe_strand}} \\ &= 52 \text{ strand} \end{aligned}$$

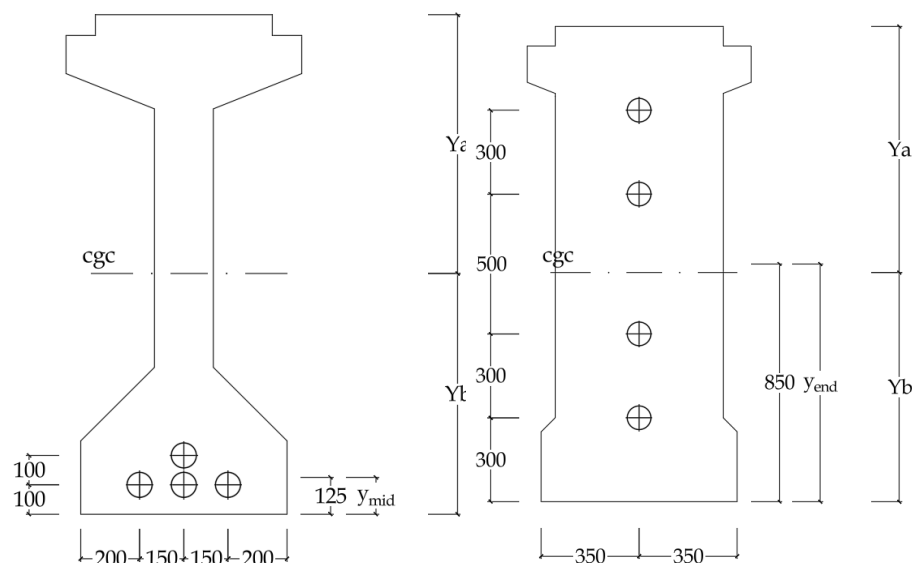
Luas baja prategang yang digunakan,

$$\begin{aligned} A_{ps} &= n_s \times A_{str} \\ &= 5132,40 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tendon,

$$\begin{aligned} n_t &= \frac{n_s}{S_t} \\ &= 4 \text{ tendon} \end{aligned}$$

b. Layout tendon



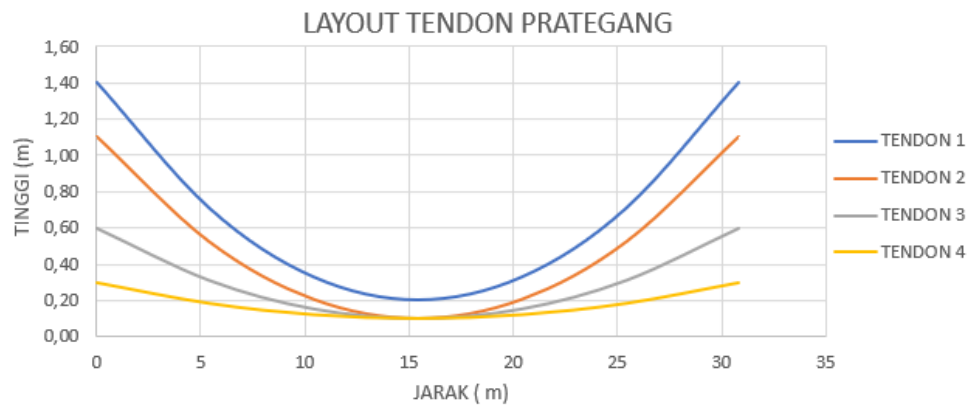
Gambar 5. Posisi Tendon Pada Tumpuan dan Tengah Bentang Gelagar

Tabel 5. Posisi Tendon Pada Tengah Bentang

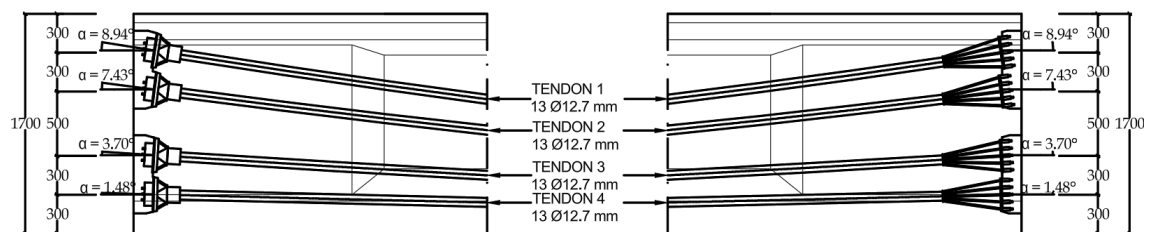
Jumlah Tendon	Jarak tendon ke serat terbawah gelagar (c)	Eksentrisitas Lapangan (e_c)	Luas total tendon (A_{ps})
13	200,00	619,41	1283,10
13	100,00	719,41	1283,10
13	100,00	719,41	1283,10
13	100,00	719,41	1283,10
52	Total		5132,40

Tabel 6. Posisi Tendon Pada Ujung Bentang

Jumlah Tendon	Jarak tendon ke serat terbawah gelagar (c_e)	Eksentrisitas Tumpuan (e_{pe})	Jarak as tendon tumpuan ke as tendon lapangan ($f_i = c_e - c$)	Luas total tendon (A_{ps})
13	1400,00	-580,59	1200,00	1283,10
13	1100,00	-280,59	1000,00	1283,10
13	600,00	219,41	500,00	1283,10
13	300,00	519,41	200,00	1283,10
52	Total			5132,40



Gambar 6. Layout Tendon



Gambar 7. Posisi Tendon dan Sudut Angkur

3.5 Kehilangan Prategang

Hasil Analisa kehilangan gaya prategang yang terjadi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Kehilangan Gaya Prategang

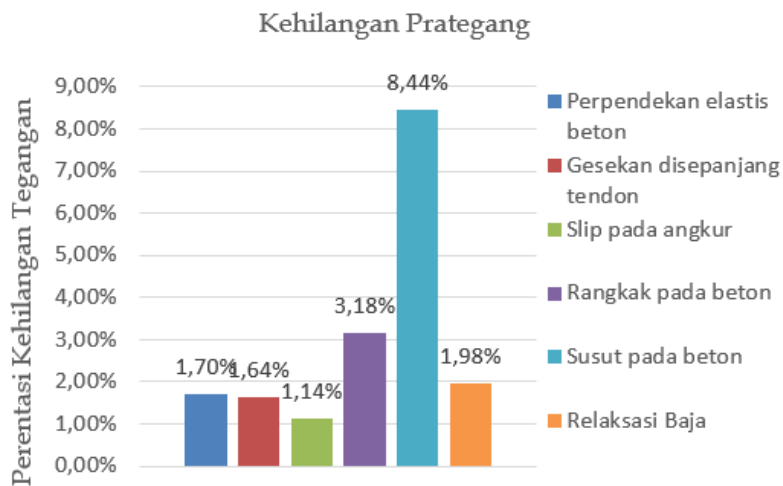
Kehilangan Gaya Prategang	MPa	% Kehilangan
Kehilangan Prategang Secara Langsung		
Perpendekan elastis beton	23,77	1,70%
Gesekan disepanjang tendon	22,85	1,64%
Slip pada angkur	15,89	1,14%
Total	62,50	4,48%
Kehilangan Prategang Akibat Pengaruh Waktu		0,00%
Rangkak pada beton	44,29	3,18%
Susut pada beton	117,79	8,44%
Relaksasi Baja	27,57	1,98%
	189,65	13,59%
Total Kehilangan Prategang (f_{pT})	252,15	18,08%

Total kehilangan gaya prategang yang didapatkan berdasarkan Tabel 7 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Losses_{final} &= \frac{f_{pT}}{f_{pbt}} \\
 &= 18,08\% < 20\% \text{ (AMAN)}
 \end{aligned}$$

Kehilangan total gaya prategang mencapai 18,08% dimana masih berada di dalam batas perencanaan yaitu $< 20\%$ kehilangan prategang dan gaya prategang efektif $P_e = 5865,57$ kN.

Hasil perhitungan *Loss of Prestressed* kemudian dirangkumkan sebagaimana pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Kehilangan Gaya Prategang

Berdasarkan analisis pada perhitungan kehilangan gaya prategang, dapat diketahui bahwa kehilangan gaya terbesar disebabkan oleh kehilangan gaya prategang akibat susut pada beton. Hal tersebut dikarenakan luas penampang yang cukup besar dan mutu beton yang tinggi.

3.6 Kontrol Tegangan Prategang

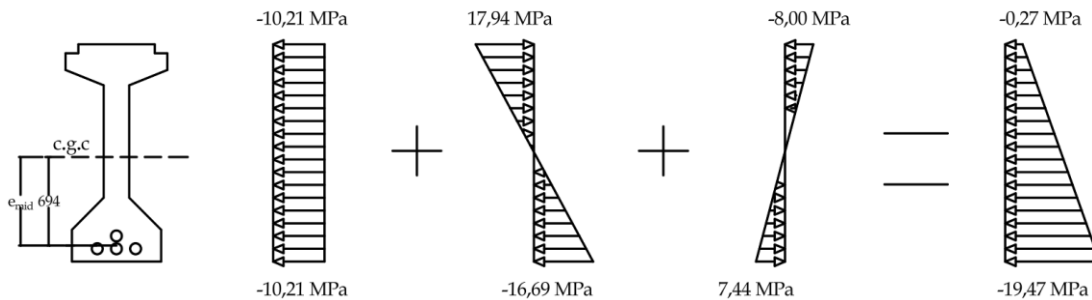
Pengecekan tegangan pada elemen beton prategang dilakukan pada kondisi kritis, yaitu saat pengaruh beban maksimum dan eksentrisitas tendon berada pada kondisi maksimum. Tegangan izin beton dievaluasi melalui tiga tahapan utama yaitu saat transfer gaya prategang, pada masa konstruksi, dan kondisi layan. Dibawah ini merupakan rekapitulasi tegangan izin prategang yang dijadikan dasar evaluasi kapasitas penampang.

a. Tegangan penampang pada saat transfer

Kondisi transfer ialah tahap ketika gaya prategang awal mulai disalurkan dari tendon menuju penampang beton. Pada tahap tersebut, besarnya gaya prategang yang bekerja berada pada kondisi maksimum.

Tabel 8. Rekapitulasi Tegangan Pada Saat Transfer

Kondisi	Lokasi	$\frac{P_{trans}}{A_g}$	$\frac{P_{trans} \cdot e_{mid}}{S_b}$	$\frac{M_{MS-G}}{S_b}$	Total	Cek
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	OK!
Transfer	Atas	-10,21	17,94	-8,00	-0,27	OK!
	Bawah	-10,21	-16,69	7,44	-19,47	OK!



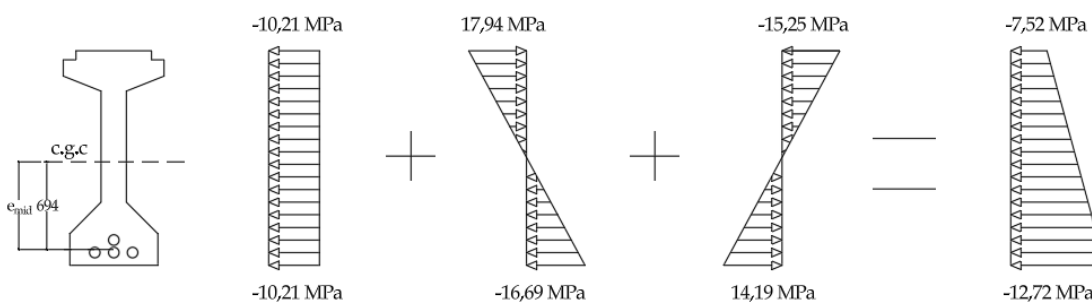
Gambar 9. Tegangan Pada Saat Transfer

b. Tegangan penampang pada masa konstruksi

Pada tahap konstruksi, gelagar prategang menahan beban secara dominan sebelum aksi komposit dengan pelat lantai terbentuk. Dalam kondisi ini beban yang bekerja pada gelagar berupa beban pelaksanaan, seperti beban pengecoran pelat lantai, deck slab, dan diafragma, sehingga seluruh beban yang bekerja dipikul sepenuhnya oleh gelagar.

Tabel 9. Rekapitulasi Tegangan Pada Saat Konstruksi

Kondisi	Lokasi	$\frac{P_{trans}}{A_g}$	$\frac{P_{trans} \cdot e_{mid}}{S_b}$	$\frac{M_{MA}}{S_b}$	Total	Cek
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	OK!
Transfer	Atas	-10,21	17,94	-15,25	-7,52	OK!
	Bawah	-10,21	-16,69	14,19	-12,72	OK!



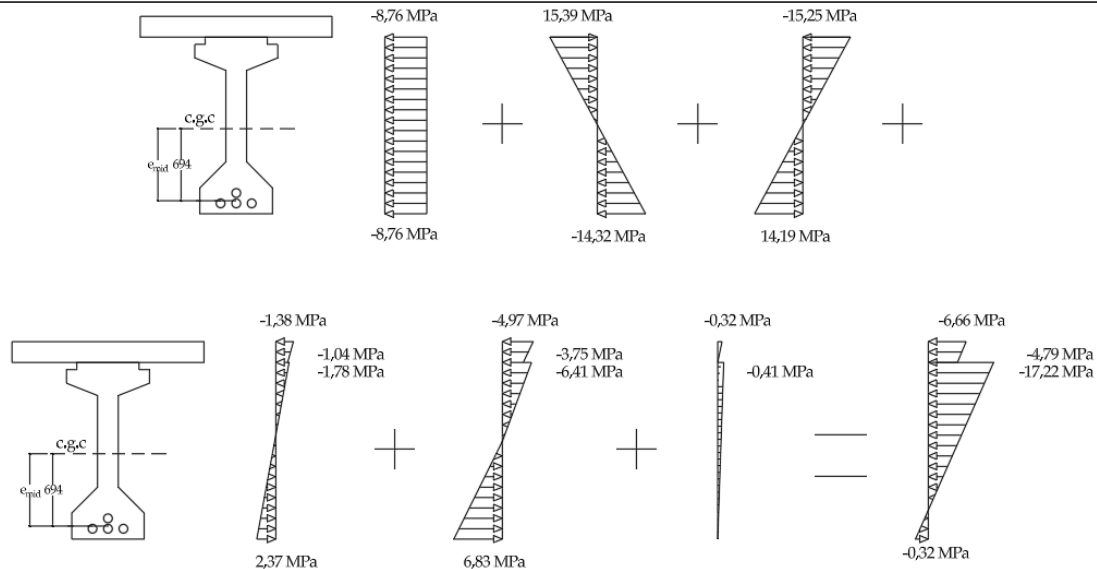
Gambar 10. Tegangan Pada Saat Konstruksi

c. Tegangan penampang pada kondisi layan

Pada kondisi layan, seluruh beban rencana sepenuhnya telah bekerja, sedangkan gaya prategang efektif telah menurun akibat akumulasi kehilangan jangka pendek dan jangka panjang. Dalam tahap ini aksi komposit telah terbentuk antara gelagar prategang dan pelat lantai, karena beban tambahan tidak lagi dipikul oleh gelagar saja.

Tabel 10. Rekapitulasi Tegangan Pada Saat Layan

Kondisi	Lokasi	$\frac{P_{trans}}{A_g}$	$\frac{P_{trans} \cdot e_{mid}}{S}$	$\frac{M_{MS}}{S}$	$\frac{M_{MA}}{S}$	$\frac{M_{LL}}{S}$	$\frac{M_{AL}}{S}$	Total	Cek
		Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	OK!
Layan	Atas Gelaga	-8,76	15,39	-15,25	-1,78	-6,41	-0,41	-17,22	OK!
	Bawah Gelaga	-8,76	-14,32	14,19	2,37	6,83		0,32	OK!
	Atas Pelat				-1,38	-4,97	-0,32	-6,66	OK!
	Bawah Pelat				-1,04	-3,75		-4,79	OK!



Gambar 11. Tegangan Pada Saat Layan

3.7 KAPASITAS LENTUR PENAMPANG

Kapasitas lentur penampang ditinjau berdasarkan momen maksimum yang terjadi di tengah bentang, dalam perhitungan ini momen maksimum yang terjadi akibat kombinasi pembebanan Kuat I, yang dihitung melalui persamaan berikut :

$$M_u = 12845,88 \text{ kNm}$$

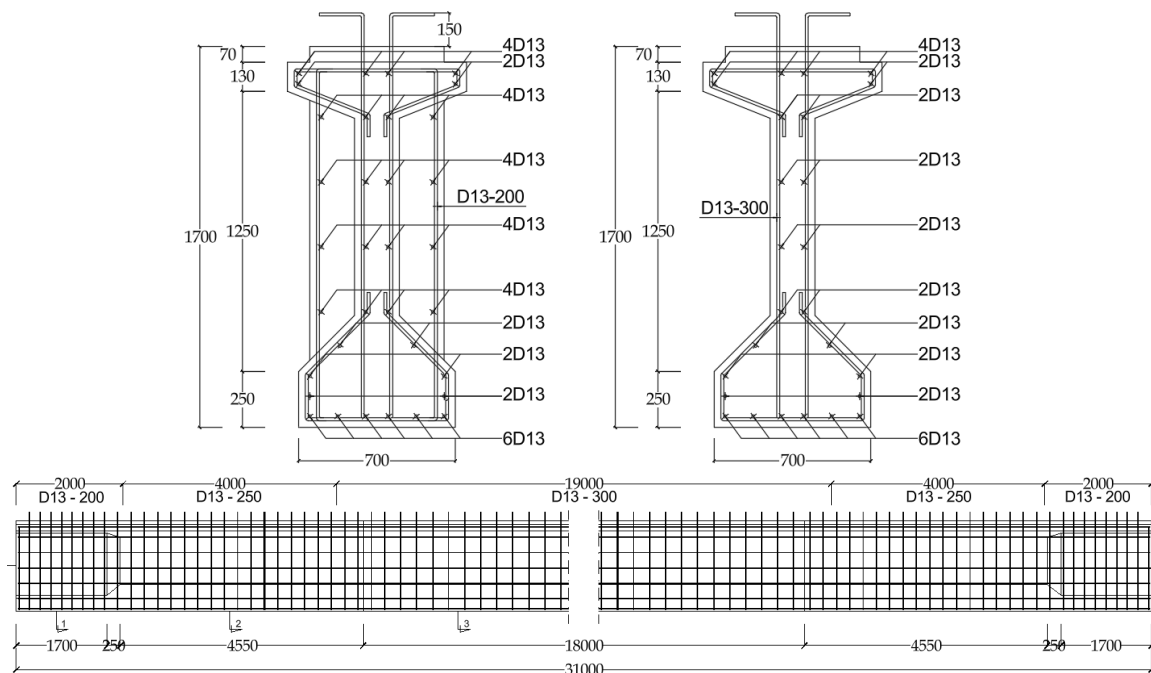
$$\phi M_n = 13184,97$$

$$\phi M_n \geq M_u \text{ (OK!!)}$$

Karena ϕM_n lebih besar daripada M_u maka kapasitas lentur penampang dinyatakan mampu menahan beban yang bekerja dan telah memenuhi syarat.

3.8 Kapasitas Geser Penampang

Mengacu pada Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan No.02/M/BM/2021, analisis kapasitas geser penampang dilakukan terhadap daerah yang mengalami gaya geser maksimum. Dalam perencanaan ini, menggunakan tulangan geser yang berupa tulangan berdiameter 13 mm dengan konfigurasi 2 kaki dan jarak antar tulangan geser sebesar 200 mm. berikut adalah gambar hasil perhitungan kapasitas geser penampang.

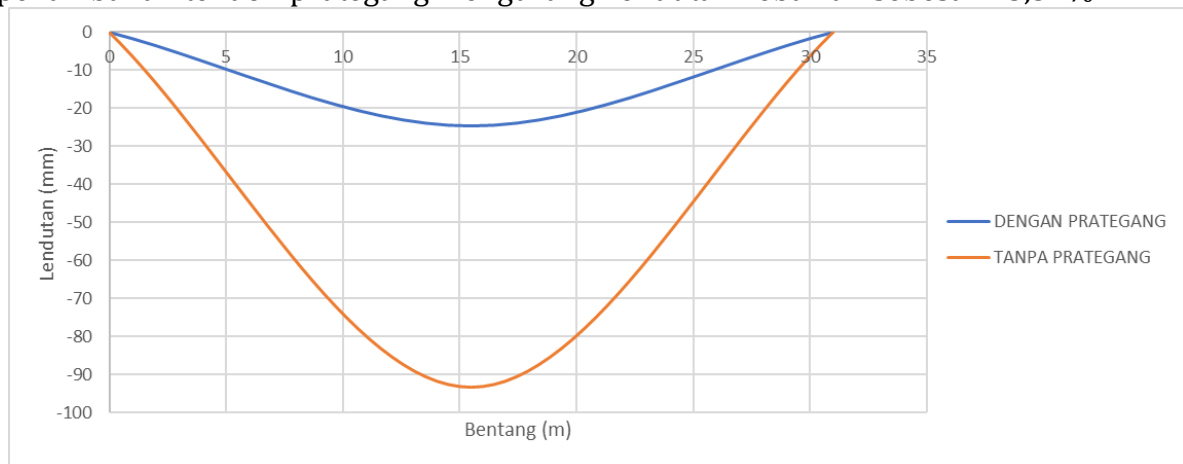


Gambar 12. Penulangan Balok Prategang

3.9 Kontrol Lendutan

Berdasarkan hasil analisa lendutan didapatkan total lendutan sebesar 24,71 mm yang dimana masih jauh di bawah batas defleksi yaitu $L/800$.

Karena output dari perhitungan kontrol lendutan menggunakan beton dan tendon prategang pada bagian total lendutan yang masih jauh dibawah batas izin, maka dilakukan perhitungan perbandingan tanpa tegangan dari tendon prategang yang hanya menggunakan beton bertulang. Dari hasil trial dengan menghilangkan tegangan dari tendon prategang, nilai lendutan sebesar 93,33 mm, hal ini menunjukkan bahwa penambahan tendon prategang mengurangi lendutan kebawah sebesar 73,52%.



Gambar 13. Grafik Perbandingan Lendutan

Selain itu, hasil trial juga didukung penelitian yang dilakukan oleh Husni Mubarak (2019) yang menyatakan beton prategang menghasilkan lendutan yang jauh lebih kecil dibandingkan beton bertulang karena gaya prategang menahan penampang tetap utuh lebih lama dan menciptakan lawan momen (chamber) sejak sebelum beban kerja bekerja.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, berikut adalah beberapa kesimpulan utama:

Untuk struktur primer PCI girder menggunakan PCI Girder produk dari Wika beton dengan tinggi 1,7 m dan jumlah girder 5 buah, dengan jarak antar girder adalah 1,85 m. Untuk spesifikasi material PCI girder, mutu beton menggunakan $f'c$ 50 MPa, mutu baja non prategang f_y 420 MPa, dan jenis tendon prategang menggunakan Uncoated 7 wires super strand relaxation ASTM A416 grade 270.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aan Andrian, W. T. (2021). ANALISIS PERBANDINGAN BETON PRACETAK PRATEGANG DENGAN BETON KONVENSIONAL DITINJAU DARI ASPEK BIAYA DAN WAKTU (STUDI KASUS: RUMAH TINGGAL 2 LANTAI PERUMAHAN PERMATA RIVER VIEW). JURNAL KACAPURI, Vol. 4 (190-200).
- Amrullah, R. H. (2019). Pengaruh Pembangunan Jembatan Pangean Terhadap Perekonomian Masyarakat Kecamatan Pangean di Bagian Selatan. Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer, Vol. 2 No.1 Hal : 256-270.
- Azarine Carissa Yuniar, N. R. (2024). Perencanaan Ulang Struktur Atas Jembatan Sambungrejo Sidoarjo dengan Menggunakan Prestressed Concrete I Girder. Vol. 2 No. 4.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. SNI 1725:2016 Pembebanan Untuk Jembatan.
- Budiadi, A. Desain Praktis Beton Prategang.
- Burns, T. L. Desain Struktur Beton Prategang.
- D, A. (2021). PERENCANAAN GIRDER JEMBATAN BETON PRATEGANG JL. RAYA SEMEMI BENOWO SURABAYA SECTION 0-152. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi, Vol. 9.
- Deru A, H. M. (2020). ANALISIS PERBANDINGAN KEHILANGAN PRATEGANG METODE STRESSING SATU ARAH DAN DUA ARAH JEMBATAN BETON PRATEGANG PADA PROYEK JEMBATAN BENOWO SURABAYA. 159-164.
- Fatmala, I. Y. (2017). Modifikasi Jembatan Kali Blencong (Sisi Selatan) Jakarta Utara dengan I-Girder Prestressed Concrete.
- Frans Yoga Panjaitan, A. W. (2024). ANALISIS PERHITUNGAN PCI GIRDER H-170 CM PADA PROYEK JALAN TOL TEBING TINGGI – PARAPAT RUAS SERBELAWAN – SIANTAR (STA 48+951). 1143-1153.
- H. Manalip, B. D. (2018). Perencanaan Balok Girder Profil I Pada Jembatan Prestressed dengan Variasi Bentang. Jurnal Sipil Statik, Vol 6 (67-74).
- Indonesia, B. S. (2019). SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. BSNI.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Panduan Praktis Perencanaan Teknis Jembatan No. 02/M/BM/2021.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2015). Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Mayandra, I. (2021). Perencanaan Ulang Struktur Atas Jembatan Sungai Mesim Menggunakan PCI Girder Berdasarkan Pembebanan SNI 1725-2016.

- Muhammad Nasri, J. A. (2018). Perencanaan Jembatan Beton Prategang Dengan Menggunakan Pci Girder (Studi Kasus : Sungai Penebak Batu Panjang Kec.Rupat). 355-42.
- Saher Gaza Provanda N, R. N. (2024). PERENCANAAN STRUKTUR JEMBATAN PRATEGANG PROFIL I GIRDER PADA JEMBATAN LEMBAH DIENG KOTA MALANG. 110-117.
- Supriyanti Dwi Kartini, S. U. (2024). Amalisa Dampak Sosial dan Ekonomi Dalam Pembangunan Jembatan Surabaya di Kelurahan Kenjeran Kecamatan Bulak Kota Surabaya. Jurnal Ilmiah Riset dan Pengembangan, Volume 9 No. 9.
- Suseno, R. (2023). Perancangan Ulang Jembatan Bae-Besito (Karangsambung) dengan PCI-Girder (redesign of Bae-Besito (Karangsambung) Bridge with PCI-Girder).
- Ulaya Ilmi Azhara, B.N. (2023). Evaluasi Struktur Atas Jembatan Precast Concrete -I Girder (studi Kasus : Tol Cisumdawu Fase 2).
- Zev Al Jauhari, M. P. (2021). Desain PCI-Girder Untuk Bentang 42 m Berdasarkan Pembebanan SNI 1725:2016 (Studi Kasus : Jalan Soebrantas, Desa Sei, Injab). 47-46.