



ANALISA BALOK PRATEGANG DENGAN PANJANG BENTANG 50 METER PADA RUAS JEMBATAN DI KOTA PALEMBANG

Verinazul Septriansyah*, Adji Utama

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

*Corresponding Author, Email : septriansyah@um-palembang.ac.id

ABSTRAK

Studi ini bertujuan untuk menganalisa perilaku balok prategang dengan panjang bentang 50 meter pada ruas jembatan di kota Palembang. Penelitian dilakukan untuk memahami respons struktural balok prategang terhadap beban-beban yang mungkin terjadi selama masa operasional jembatan. Metode analisa menggunakan pendekatan numerik dengan mempertimbangkan berbagai parameter seperti beban lalu lintas, kondisi lingkungan, dan karakteristik material. Hasil analisa diharapkan dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang keandalan dan keamanan struktural balok prategang dalam menghadapi berbagai beban, serta membantu dalam mengidentifikasi potensi kegagalan atau deformasi yang perlu diperhatikan. Diharapkan kesimpulan dari penelitian ini dapat memberikan kontribusi penting bagi perancangan, pemeliharaan, dan manajemen jembatan di kota Palembang, dengan tujuan meningkatkan keamanan dan efisiensi penggunaan infrastruktur tersebut.

Kata Kunci : Balok prategang; Jembatan; Bentang 50 meter

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the behavior of prestressed beams with a span length of 50 meters on a bridge section in Palembang city. The research aims to understand the structural response of prestressed beams to loads that may occur during the operational life of the bridge. The analysis method used a numerical approach, considering various parameters such as traffic loads, environmental conditions, and material characteristics. The analysis results were expected to provide insight into the reliability and structural safety of prestressed beams under various loads. It would also help identify potential failures or deformations that require attention. The study's conclusions could contribute significantly to the design, maintenance, and management of bridges in Palembang city, improving their safety and efficiency.

Keywords : Prestressed beam; Bridge; 50-meter span

PENDAHULUAN

Jembatan merupakan salah satu elemen penting dalam infrastruktur transportasi yang memainkan peran vital dalam memfasilitasi mobilitas penduduk dan transportasi barang. Jembatan (Purwanto, 2016) merupakan struktur yang melintasi sungai, teluk, atau kondisi-kondisi lain berupa rintangan yang berada lebih rendah, sehingga memungkinkan kendaraan, kereta api maupun pejalan kaki melintas dengan lancar dan aman

Di kota Palembang, sebagai pusat ekonomi dan transportasi di wilayah tersebut, jembatan memiliki peran krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan konektivitas regional (Umari and Septriansyah, 2023). Salah satu jenis jembatan yang umum digunakan adalah jembatan dengan balok prategang, yang ditandai dengan keandalan strukturnya dan kemampuan untuk menjangkau bentangan yang besar. Menurut ACI, beton prategang adalah beton yang mengalami tegangan internal dengan besar dan distribusi sedemikian rupa sehingga dapat mengimbangi sampai batas tertentu tegangan yang terjadi akibat beban

eksternal (Frapanti & Zulkarnain, 2021). Beton prategang merupakan jenis beton dimana tegangan tariknya pada kondisi tertentu dihilangkan atau dikurangi hingga mencapai tingkat keamanan yang diinginkan. Ini dilakukan dengan memberikan gaya tekan permanen pada beton tersebut (Batubara and Simatupang, 2018).

Dalam konteks ini, penelitian ini ditujukan untuk mengkaji perilaku balok prategang dengan panjang bentang 50 meter pada ruas jembatan di kota Palembang. Analisa ini penting untuk memastikan keandalan, keamanan, dan kinerja struktural jembatan selama masa operasionalnya. Faktor-faktor seperti beban lalu lintas yang bervariasi, kondisi lingkungan lokal, dan perubahan iklim harus dipertimbangkan secara cermat dalam perancangan dan pemeliharaan jembatan (Margan and Saelan, 2019). Pemahaman yang mendalam tentang respons struktural balok prategang terhadap beban-beban tersebut menjadi kunci dalam memastikan bahwa jembatan dapat berfungsi dengan optimal dan aman bagi pengguna (Sutama and Irawan, 2023). Penggunaan pembebanan sebaiknya digunakan kombinasi beban terbesar untuk mendesain balok prategang agar menghasilkan balok prategang yang optimum (Kojongian et al., 2018).

Dengan mempertimbangkan pentingnya infrastruktur jembatan untuk pembangunan dan kelangsungan hidup kota Palembang, penelitian ini diharapkan memberikan pandangan berharga bagi perancang, insinyur, dan pemangku kepentingan lainnya. Tujuannya adalah untuk meningkatkan keamanan, efisiensi, dan kinerja infrastruktur jembatan di kota Palembang serta berperan dalam pengembangan teknologi terkait.

METODE PENELITIAN

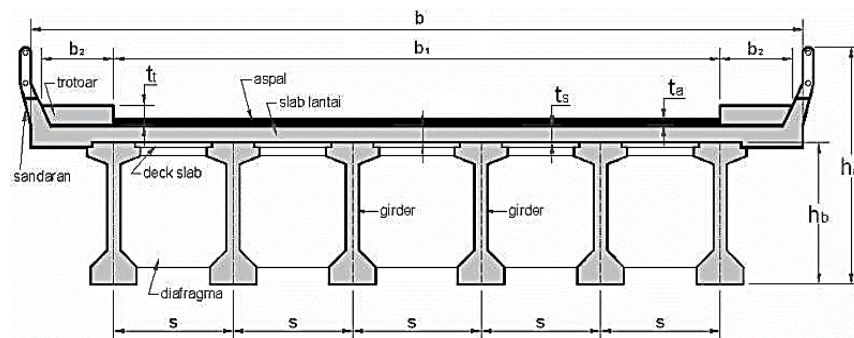
Studi ini menggunakan pendekatan analisa numerik untuk mengkaji perilaku balok prategang dengan panjang bentang 50 meter pada ruas jembatan di kota Palembang. Berikut adalah langkah-langkah metodologi yang digunakan:

1. Pengumpulan data mengenai geometri jembatan, properti material, dan kondisi lingkungan setempat dikumpulkan secara cermat termasuk data topografi iklim, lalu lintas jembatan, dan spesifikasi material yang digunakan dalam konstruksi balok prategang.
2. Tahap analisa balok prategang meliputi:
 - a. Kuat tarik baja prategang f_{pu} ditentukan dari hasil pengujian atau berdasarkan sertifikat fabrikasi yang resmi.
 - b. Kuat leleh baja prategang f_{py} diambil dengan rumus tertentu sesuai dengan jenis baja yang digunakan.
 - c. Modulus elastisitas baja prategang E_p ditentukan dari hasil pengujian.
 - d. Lengkung tegangan-regangan baja prategang ditentukan dari hasil pengujian.
 - e. Relaksasi baja prategang harus diperhitungkan sesuai umur dan tahapan penegangan.
 - f. Kehilangan gaya prategang dalam tendon dihitung sebagai jumlah kehilangan seketika dan yang tergantung pada waktu. Ini termasuk kehilangan akibat gesekan, slip pengankuran, perpendekan elastis beton, susut pada tendon, rangkai pada tendon, dan relaksasi baja prategang.

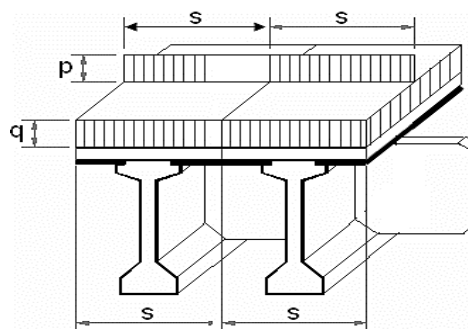
- g. Balok direncanakan terhadap lentur dan geser dengan mempertimbangkan kekuatan batas nominal lentur, kehilangan gaya prategang, dan kekuatan geser batas nominal. Persyaratan juga diberlakukan terkait kekuatan minimum, sudut penyebaran prategang, dan tulangan geser.
- h. Aturan perencanaan berlaku untuk balok yang mengalami geser dan momen lentur atau geser, momen lentur, aksial, dan puntir. Analisis geser dilakukan berdasarkan beban dan kekuatan terfaktor. Persyaratan juga diberikan terkait kekuatan geser batas nominal, tulangan geser minimum, dan persyaratan tulangan geser.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dimulai dengan perancangan struktur balok (gelagar/*girder*) jembatan dengan menggunakan struktur beton prategang di atas dua tumpuan sederhana dengan bentang 50 m dari *abutment* ke *abutment*. Adapun penampang yang akan direncanakan seperti terlihat pada Gambar 1.



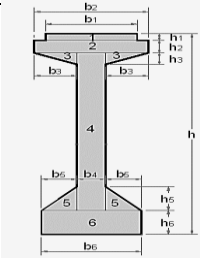
Gambar 1. Potongan Melintang Gelagar Jembatan



Gambar 2. Beban Yang Bekerja Pada Gelagar Tengah

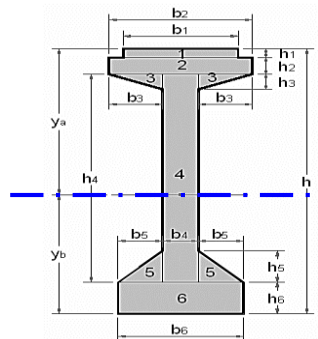
Dari hasil perhitungan numerik yang didapatkan, maka digunakan penampang gelagar seperti yang terlihat pada Tabel 1. Untuk *section properties* dari penampang gelagar yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2. Penempatan letak garis netral dari penampang gelagar dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Dimensi Penampang Gelagar

Potongan Penampang Gelagar	Kode	Lebar (m)	Kode	Tinggi (m)
	b ₁	0,64	h ₁	0,07
	b ₂	0,80	h ₂	0,13
	b ₃	0,30	h ₃	0,12
	b ₄	0,20	h ₄	1,65
	b ₅	0,25	h ₅	0,25
	b ₆	0,70	h ₆	0,25
				h

Tabel 2. Section Properties Gelagar Jembatan

No	Dimensi		Luas Tampang	Jarak Thdp Alas	Statis Momen	Inersia Momen	Inersia Momen
	Lebar	Tinggi					
	b	h	A	y	A*y	A*y ²	I _o
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m ³)	(m ⁴)	(m ⁴)
1	0,64	0,07	0,045	2,065	0,093	0,191	0,00002
2	0,80	0,13	0,104	1,965	0,204	0,402	0,00015
3	0,30	0,12	0,036	1,860	0,067	0,125	0,00003
4	0,20	1,65	0,330	1,075	0,355	0,381	0,07487
5	0,25	0,25	0,063	0,333	0,021	0,007	0,00022
6	0,70	0,25	0,175	0,125	0,022	0,003	0,00091
	Total		0,752		0,761	1,108	0,076



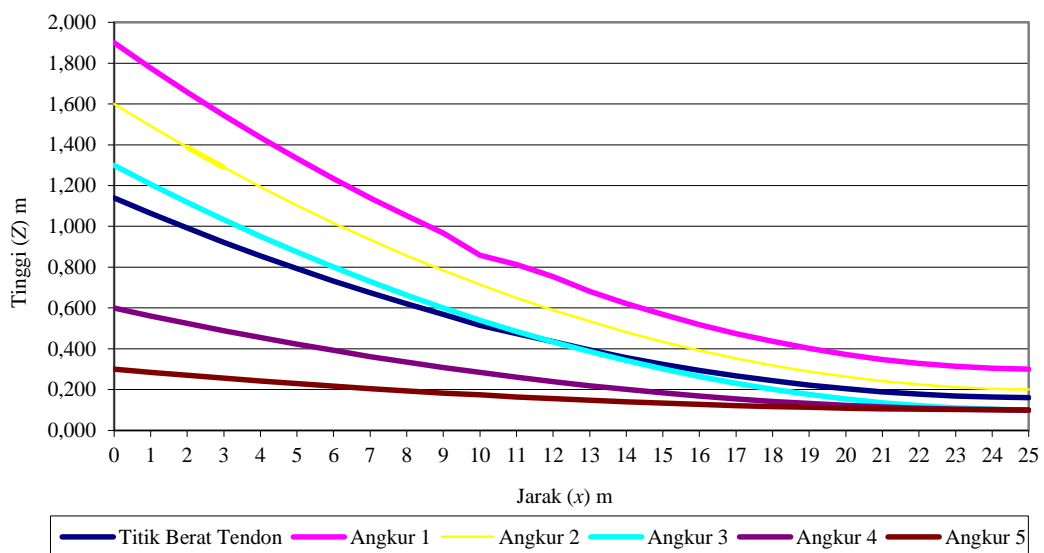
Gambar 3. Penempatan Letak Garis Netral Penampang Gelagar

Tata letak kabel yang direncanakan dan diagram perletakan kabel dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Tata Letak Tendon Prategang

Jarak x (m)	Trace Z _o (m)	Posisi Masing-Masing Kabel				
		Z ₁ (m)	Z ₂ (m)	Z ₃ (m)	Z ₄ (m)	Z ₅ (m)
0	1,140	1,900	1,600	1,300	0,600	0,300
1	1,064	1,776	1,492	1,207	0,561	0,285
2	0,992	1,658	1,388	1,118	0,524	0,270
3	0,922	1,544	1,289	1,033	0,489	0,256

Jarak x (m)	Trace Z_0 (m)	Posisi Masing-Masing Kabel				
		Z_1 (m)	Z_2 (m)	Z_3 (m)	Z_4 (m)	Z_5 (m)
4	0,856	1,436	1,194	0,952	0,455	0,242
5	0,792	1,332	1,103	0,874	0,423	0,229
6	0,732	1,233	1,017	0,800	0,392	0,217
7	0,674	1,140	0,935	0,730	0,362	0,205
8	0,620	1,051	0,857	0,663	0,335	0,194
9	0,568	0,967	0,784	0,600	0,308	0,183
10	0,514	0,858	0,715	0,541	0,284	0,174
11	0,475	0,814	0,650	0,486	0,261	0,164
12	0,435	0,754	0,590	0,434	0,239	0,156
13	0,394	0,681	0,534	0,386	0,219	0,148
14	0,357	0,622	0,482	0,342	0,201	0,140
15	0,324	0,568	0,435	0,301	0,184	0,134
16	0,294	0,519	0,392	0,264	0,168	0,127
17	0,267	0,475	0,353	0,231	0,155	0,122
18	0,243	0,436	0,319	0,202	0,142	0,117
19	0,222	0,402	0,289	0,176	0,132	0,113
20	0,204	0,372	0,263	0,154	0,123	0,109
21	0,189	0,348	0,242	0,136	0,115	0,106
22	0,178	0,329	0,225	0,122	0,109	0,104
23	0,169	0,314	0,212	0,111	0,104	0,102
24	0,163	0,305	0,204	0,104	0,102	0,101
25	0,160	0,300	0,200	0,100	0,100	0,100

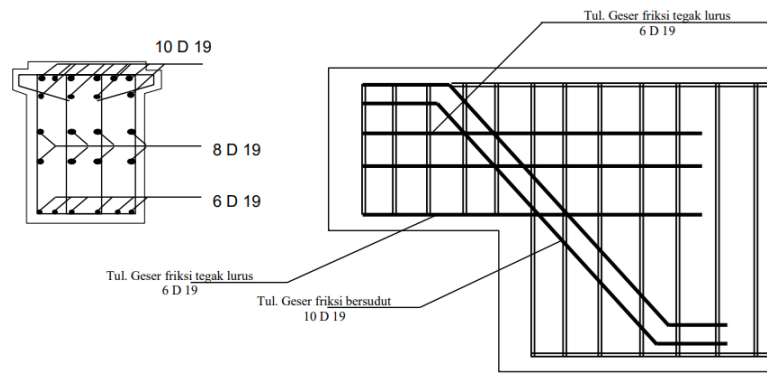


Gambar 4. Diagram Perletakan Tendon

Perhitungan kehilangan tegangan dapat dibuat tabulasi agar memudahkan dalam perhitungan kehilangan tegangan dari masing-masing tendon seperti pada Tabel 4.

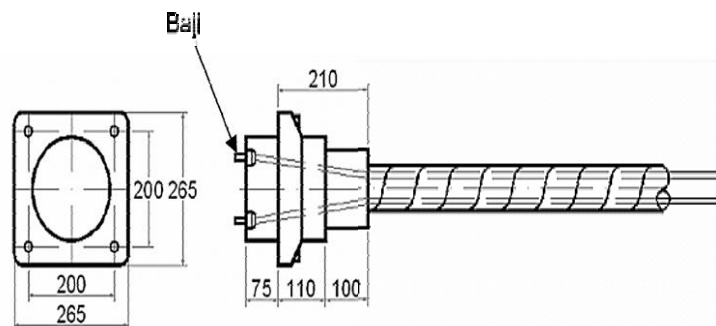
Tabel 4. Rekapitulasi Kehilangan Tegangan Akibat Penarikan Tendon Berurutan

Penarikan Kabel	Kehilangan Tegangan Pada Kabel				
	1	2	3	4	5
Penarikan Kabel 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Penarikan Kabel 2	20,22	0,00	0,00	0,00	0,00
Penarikan Kabel 3	20,22	27,82	0,00	0,00	0,00
Penarikan Kabel 4	20,22	27,82	33,27	0,00	0,00
Penarikan Kabel 5	20,22	27,82	33,27	40,90	0,00
Jumlah	80,89	83,47	66,54	40,90	0,00
% Kehilangan Teg.	0,65	0,67	0,53	0,33	0,00
Total (%)	2,18				

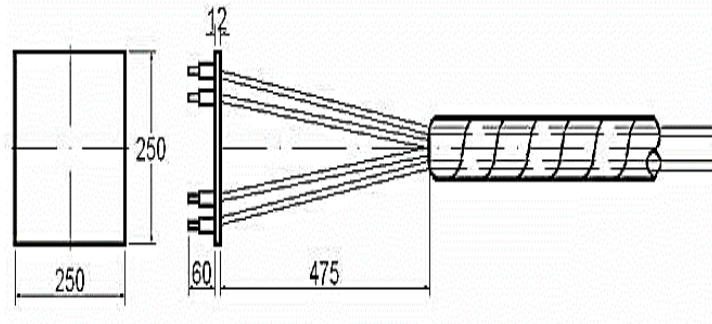


Gambar 5. Desain Tulangan Geser Friksi Tegak Lurus dan Bersudut

Penggunaan angkur untuk membatasi panjang tendon yang digunakan dan juga sebagai pengikat agar mempertahankan kedudukannya, sehingga tegangan yang terjadi dapat terjaga. Oleh karena itu, dirancang menggunakan dua jenis angkur yaitu angkur hidup dan angkur mati. Angkur hidup direncanakan menggunakan tipe VSL-19 Sc. yang berfungsi sebagai tempat tendon akan ditarik dan dikekang oleh baji seperti yang terlihat pada Gambar 6. Sedangkan, angkur mati direncanakan menggunakan tipe VSL-19 P. yang berfungsi untuk menahan tendon yang ditarik dan *strand* sudah terikat dengan lempeng baja seperti yang terlihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Angkur Hidup



Gambar 7. Angkur Mati

Untuk gaya prategang saat *jacking* masing-masing *tendon* seperti ditunjukkan pada Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Gaya Prategang Saat *Jacking* Masing-Masing *Tendon*

No. <i>Tendon</i>	Jumlah <i>Strand</i>	Gaya Prategang Saat <i>Jacking</i> (kN)
1	12	2000,40
2	19	3167,31
3	19	3167,31
4	19	3167,31
5	19	3167,31
Jumlah	88	14669,63

Untuk perhitungan tulangan sengkang (*bursting steel*) dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. *Bursting Steel*

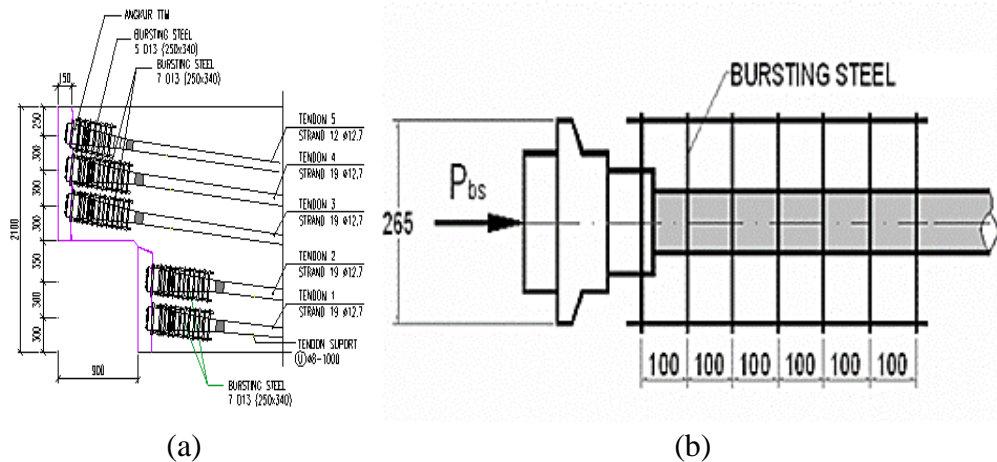
Perhitungan Tulangan Sengkang Arah Vertikal

No. <i>Kabel</i>	Angkur Hidup VSL		Angkur Mati VSL		P_j kN	a_1 mm	a mm	r_a	P_{bta} kN	A_{ra} mm ²	Jumlah <i>Sengkang</i> <i>Butuh</i>	Jumlah <i>Sengkang</i>
	S_c (ton)	<i>Dim</i> (mm)	P (ton)	<i>Dim</i> (mm)								
1	19	265	19	250	2000,40	250	340	0,74	158,86	1099,35	4,14	5
2	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
3	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
4	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
5	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7

Perhitungan Tulangan Sengkang Arah Horizontal

No. <i>Kabel</i>	Angkur Hidup VSL		Angkur Mati VSL		P_j kN	b_1 mm	b mm	r_b	P_{bta} kN	A_{ra} mm ²	Jumlah <i>Sengkang</i> <i>Butuh</i>	Jumlah <i>Sengkang</i>
	S_c (ton)	<i>Dim</i> (mm)	P (ton)	<i>Dim</i> (mm)								
1	19	265	19	250	2000,40	250	340	0,74	158,86	1099,35	4,14	5
2	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
3	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
4	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7
5	19	265	19	250	3167,31	250	340	0,74	251,52	1740,63	6,56	7

Berdasarkan Tabel 6 diatas dapat digambarkan penempatan posisi tendon dan *bursting steel* seperti yang terlihat pada Gambar 8(a) dan detail penempatan *bursting steel* pada Gambar 8(b).



Gambar 8. Penempatan Posisi Tendon dan *Bursting Steel*

KESIMPULAN

Dari analisa perhitungan gelagar beton prategang, maka diperoleh hasil perhitungan beton prategang tipe *PCI-Girder (Precast Concrete I-Girder)* $f'_c = 58,10$ MPa (K-700) sebagai berikut:

1. Gaya prategang awal (P_{ti}) sebesar 12469,19 kN.
2. Momen retak yang dihasilkan oleh penampang (M_{cr}) sebesar 19800,99 kNm.
3. Momen yang dihasilkan oleh beban bekerja (M_{total}) sebesar 12189,89 kNm.
4. Momen batas ultimit yang dihasilkan oleh penampang (M_{batas}) sebesar 24082,70 kNm.
5. Momen ultimit yang dihasilkan oleh beban bekerja (M_u) sebesar 17629,12 kNm.

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, S. And Simatupang, L. (2018) '*Perencanaan Jembatan Beton Prategang Dengan Bentang 24 Meter Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI)*', Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil (JRKMS), 1(2), Pp. 45–61. Available At: <https://doi.org/10.54367/jrkms.v1i2.280>.
- Kojongian, A. M., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2018). *Desain Struktur Balok Beton Prategang Untuk Bangunan Industri*. Jurnal Sipil Statik, 6(11).
- Margan, D. And Saelan, P. (2019) '*Studi Mengenai Analisis Penampang Balok Prategang Parsial Pada Beban Kerja*. (Hal. 83-95)', Rekaracana: Jurnal Teknil Sipil, 5(2), P. 83. Available At: <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i2.83>.
- Purwanto, H. (2016). *Kajian Desain Beton Pracetak Sebagai Salah Satu Alternatif Jembatan Bentang Pendek*. Jurnal Deformasi, 1(1), 28-42.
- Sri Frapanti, S. T., & Fahrizal Zulkarnain, S. T. (2021). *Dasar-Dasar Desain dan Analisa Beton Prategang*. umsu press.

- Sutama, A. And Irawan, T. (2023) '*Pengaruh Penggunaan Bata Ringan Dan Bata Merah Terhadap Bangunan Bertingkat 2 Lantai*', Jurnal Teknik Sipil UNPAL, 13(2), Pp. 95–99. Available At: <https://Doi.Org/Https://Doi.Org/10.36546/Tekniksipil.V13i2.1077>.
- Umari, Z.F. And Septriansyah, V. (2023) '*Analisa Biaya Pekerjaan Dan Waktu Pelaksanaan Pada Pembangunan Kantor Pelayanan Dikota Palembang*', Jurnal Teknik Sipil Unpal, 13(1), pp. 86–94. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.36546/tekniksipil.v13i1.968>.



*Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-Sharealike 4.0 International License*