

# UJI BEBAN STATIK UNTUK PEMENUHAN KRITERIA KELAIAKAN TEKNIS JEMBATAN WAY SEKAMPUNG

Heri Khoeri<sup>1,2,\*</sup>, Panji Nugroho<sup>2</sup>, Roberto Pradana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jakarta

<sup>2</sup>PT. Hesa Laras Cemerlang

\*Corresponding author, email: heri.khoeri@umj.ac.id

doi: 10.17977/um068.v4.i9.2024.2

## Kata kunci Keywords

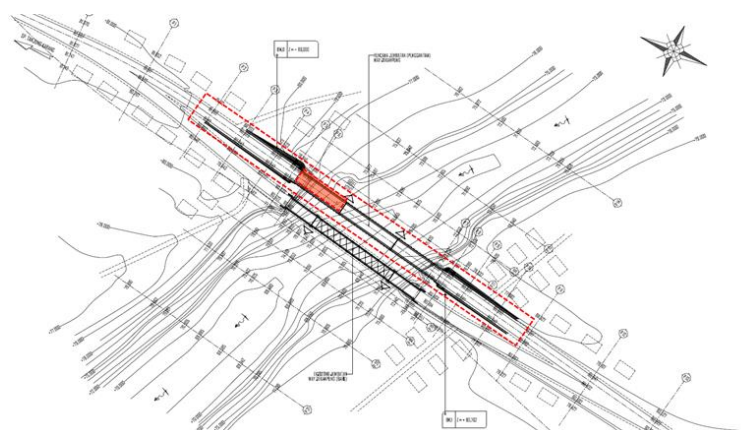
Jembatan  
Lendutan  
Pembebanan  
Regangan  
statik

## Abstrak

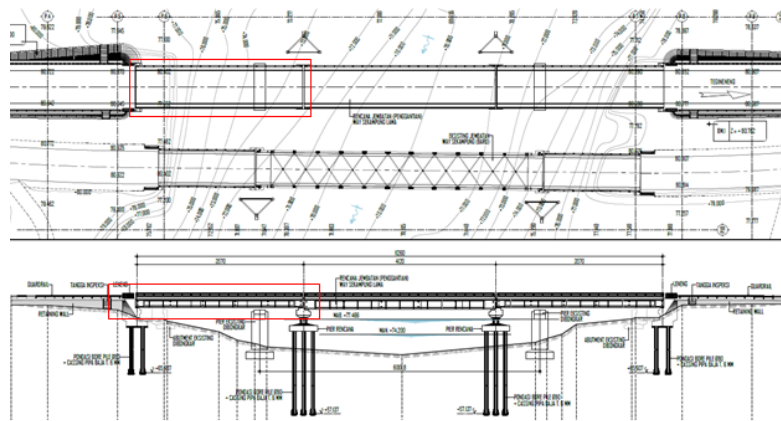
Jembatan merupakan infrastruktur transportasi penting dengan fungsi sosial signifikan, sehingga harus dilakukan penyelenggaraan keamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan sesuai Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 10 Tahun 2022 tentang Keamanan Jembatan dan Terowongan. Parameter daya layan yang harus dipenuhi adalah tidak terlampauinya batas tegangan dan lendutan saat operasional termasuk saat beban maksimum terjadi. Untuk mengetahui perilaku saat beroperasi dilakukanlah uji pembebanan statik. Uji beban statik dilakukan dengan beban bertahap sampai dengan 66% UDL (120 ton) dengan kelipatan 16% (30 ton), dan selanjutnya beban dihilangkan secara bertahap. Lendutan terukur pada beban 66% UDL yaitu 8,698 mm yang diekstrapolasi ke 100% UDL menjadi 17,888 mm masih di bawah batas lendutan ijin ( $L/1000 = 35.7$  mm). Sejalan dengan itu regangan yang diekstrapolasi dari regangan 60%UDL yaitu 0,00013 juga masih di bawah batas regangan tarik yang berpotensi menyebabkan beton retak ( $= 0,00015$ ). Selama tahapan pengujian struktur menunjukkan bersifat linier elastis, dengan lendutan sisa maksimum 1.3 mm yang masih di bawah batas lendutan sisa ijin (17,4 mm). Berdasarkan parameter uji statik, maka jembatan laik difungsikan.

## 1. Pendahuluan

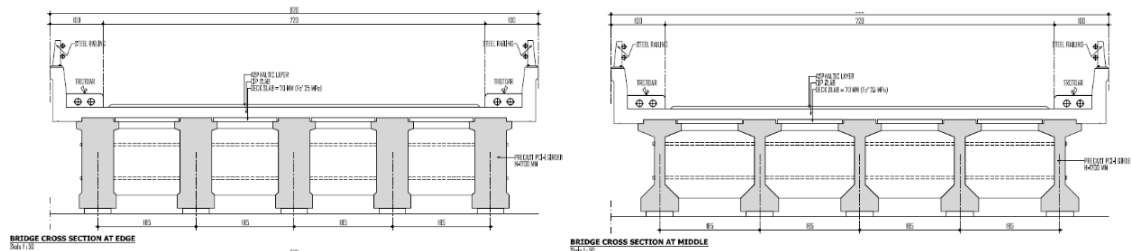
Jembatan way sekampung merupakan jembatan yang baru selesai dibangun untuk menggantikan jembatan lama, dengan lokasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1, yaitu jembatan 3 span PCI Girder dengan bentang 35,7 m + 41,2 m + 35,7 m, lebar lalu lintas 7,2 m dengan 0,5 m trotoar di ke dua sisi jembatan. Denah dan potongan memanjang jembatan seperti pada Gambar 2. Sebelum dilakukan open traffic perlu dilakukan pengujian untuk menjamin keamanan dan keselamatan pengguna jembatan. untuk umum. Salah satu metode penilaian untuk jembatan yang sudah ada adalah uji beban (Lantsoght, 2023), (Khoeri, Alisjahbana, Widjajakusuma, & Najid, 2023). Span yang diuji adalah span pertama arah tanjung karang, jembatan dengan 5 PCI girder bentang 35,7 m, potongan melintang seperti pada Gambar 3.



Gambar 1 Lokasi jembatan way sekampung yang akan diuji



Gambar 2 Denah dan potongan memanjang Jembatan



Gambar 3 Potongan melintang Jembatan pada tumpuan (kiri) dan lapangan (kanan)

Uji beban statis adalah metode deteksi yang umum dan efektif untuk menilai kinerja jembatan, mengetahui keadaan operasional aktual jembatan, dan untuk mengidentifikasi masalah yang ada secara tepat waktu untuk meningkatkan dan mengoptimalkan kualitas jembatan (Tu, Ye, Wu, Zhou, & Deng, 2023), (Li, Liu, Jian, & Gao, 2023). Uji beban juga berfungsi sebagai titik awal yang penting untuk memantau operasi. Terdapat korelasi kuat antara perilaku jembatan saat uji beban dan perilaku jangka panjangnya (Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012), (Khoeri, Alisjahbana, & Nugroho, 2024).

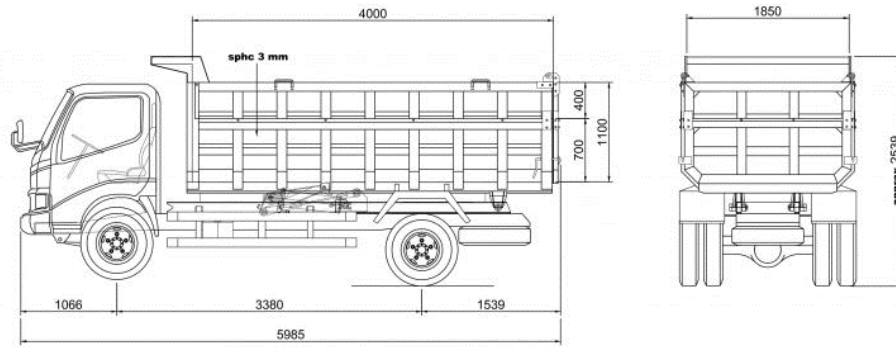
## 2. Metode

### 2.1. Beban Uji

Beban uji yang digunakan adalah truk, adapun perhitungan konfigurasi truk uji adalah sebagai berikut (Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012):

- Bentang utama,  $L$  (meter), Lebar lalu lintas,  $b$  (meter)
- $UDL = 0,9 \times \left(0,5 + \frac{L}{15}\right)$  ton/m<sup>2</sup>,  $UDL/m' = 5,5UDL + 50\%UDL(b - 5,5)$   
Keterangan: jika  $b < 5,5$ m maka  $UDL$  dikalikan 5,5, jika melebihi, maka sisa lebar lalu lintas dikali 50%  $UDL$ .  $UDL_{Total} = UDL/m' \times L$
- Mengikuti konsep linearitas dan struktur diasumsikan masih elastic, maka jumlah beban  $UDL$  yang akan dilaksanakan diambil sebesar 50%  $UDL$
- Beban  $UDL_{Total}$  dibagi dengan berat satuan truk uji sehingga dihasilkan jumlah truk yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pengujian statik jembatan.

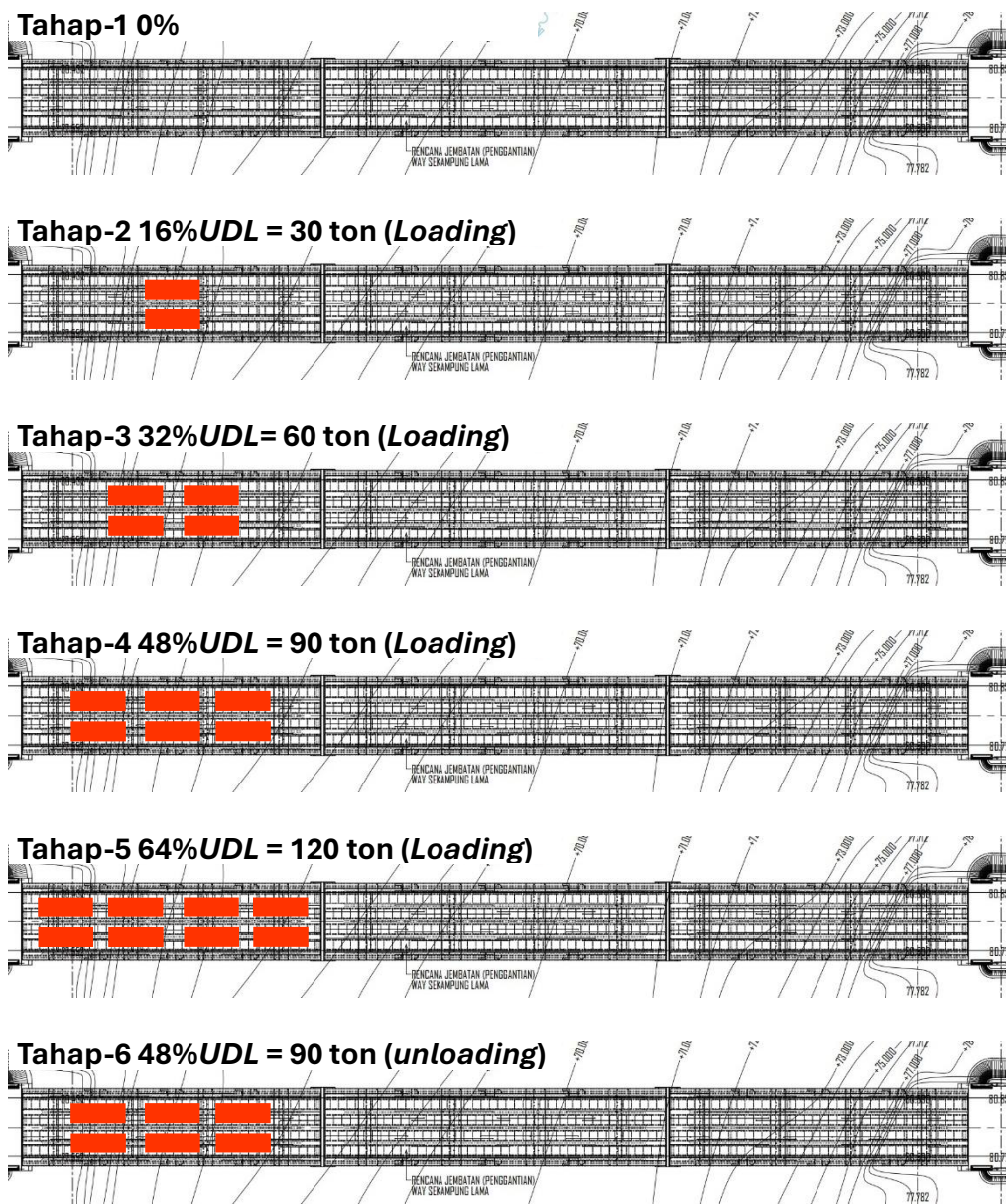
Dengan  $L = 35,70$  m, lebar lalu lintas,  $b = 7,20$  m,  $UDL = 0,9 \times \left(0,5 + \frac{L}{15}\right) = 0,83$  ton/m<sup>2</sup>,  $UDL/m' = 5,5UDL + 50\%UDL(b - 5,5) = 5,26$  ton/m', maka  $UDL_{Total} = UDL/m' \times L = 187,74$ , dengan minimum beban 50% nya = 93,87 ton. Beban yang digunakan saat pengujian digunakan 64%  $UDL = 120$  ton, menggunakan 8 truk bermuatan 15 ton, dengan spesifikasi truk seperti pada Gambar 4.



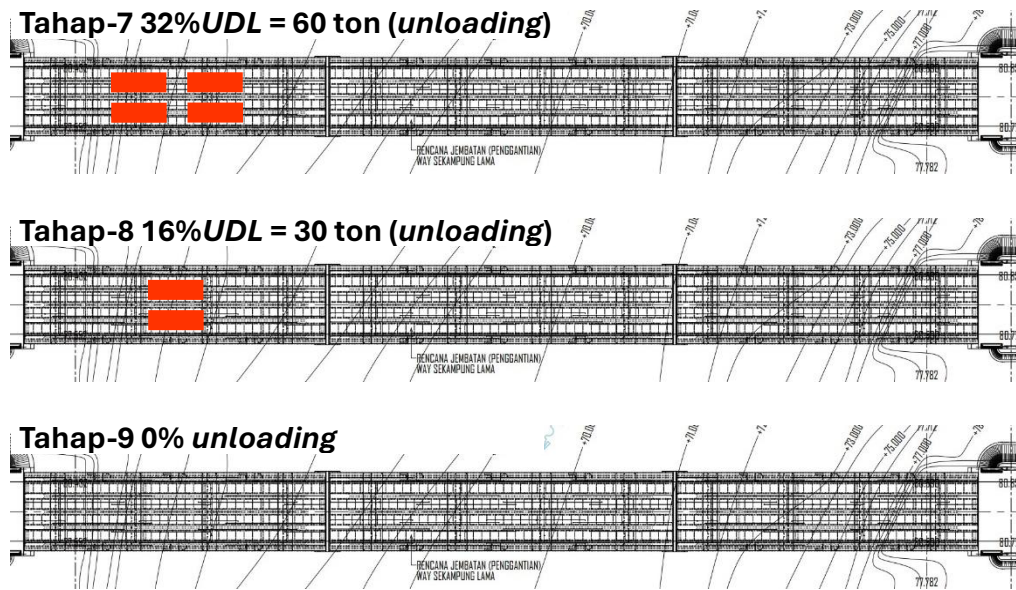
Gambar 4 Rencana truk untuk pembebanan dengan berat total 15 ton termasuk muatan

## 2.2. Tahapan uji dan konfigurasi beban

Tahapan dan konfigurasi beban tiap tahap seperti pada Gambar 5:

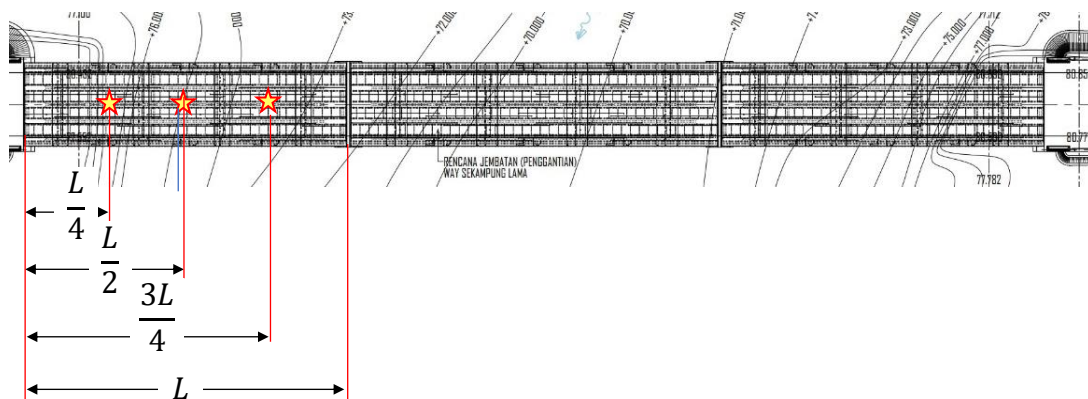






Gambar 5 Tahapan dan konfigurasi pembebanan

LVDT, Dial Gauge, Strain Gauge dan reflector sheet ditempatkan pada  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$  dan  $\frac{3}{4}$  bentang dan diletakkan pada bagian bawah jembatan, seperti ditunjukkan pada Gambar 6.


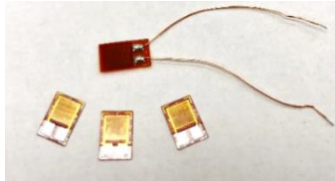





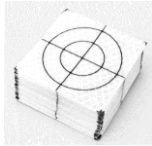
Gambar 6. Penempatan LVDT, Dial Gauge, Strain Gauge dan reflector sheet

### 2.3. Peralatan Pengujian

Sensor dan alat ukur untuk uji beban statik seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Sensor dan alat ukur yang digunakan untuk uji beban statik

No	Deskripsi	Data Teknis
1	<p><b>LVDT</b> (Linear Variable Differential Transformer) GT2 - H50</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Detection System = Scale Shot System, Absolute (No Tracking Errors) Type</i></li> <li>▪ <i>Measuring Range = 50 mm</i></li> <li>▪ <i>Resolution (20°C) = 0.5 μm</i></li> <li>▪ <i>Indicate Accuracy = 3.5 μm (P-P)</i></li> <li>▪ <i>Measuring Force: Downward Mounting = 3.2 N, Side Mounting = 2.8 N, Upward Mounting = 2.4 N</i></li> <li>▪ <i>Sampling Cycle = 1 ms</i></li> <li>▪ <i>Mechanical Response = 7 Hz</i></li> <li>▪ <i>Operation Indicator = 2 - Colour LED (Red, Green)</i></li> <li>▪ <i>Environmental Resistance</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <i>Enclosure Rating = IP67 (IEC)</i></li> <li>✓ <i>Ambient Temperatue = -10 to 55°C (No Freezing)</i></li> <li>✓ <i>Relative Humidity = 35 to 85 % RH</i></li> <li>✓ <i>Vibration = 10 to 55 Hz Double Amplitude 1.5 mm in The X, Y, Z Axis Directions Respectively, 2 Hours</i></li> </ul> </li> <li>▪ <i>Sensor Head Cable (Not Including Cable) = Approx. 320 g</i></li> </ul>
2	<p><i>Rosette Strain Gauge 3 Axis</i> <i>Hesa GT2 - H50</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Gage Factor 120 (23oC, 50%) = 2.04 1.0%</i></li> <li>▪ <i>Gage Length = 1 mm</i></li> <li>▪ <i>Gage Resistance (23oC, 50%) = 120.4 Ohm 0.4%</i></li> <li>▪ <i>Thermal Output = Refer to Graph</i></li> <li>▪ <i>Temperature Compensation for = Steel</i></li> <li>▪ <i>Adoptable Thermal Expansion = 11.7 x 10-6 / oC</i></li> <li>▪ <i>Aplicable Adhesive = CC-33A, EP-340</i></li> <li>▪ <i>Temperature Coefficient of Gage Factor = Refer to Graph</i></li> </ul>
3	<p><i>Data Logger &amp; Acquistion</i> <i>Hesa RS485</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Clock speed = 16 MHz</i></li> <li>▪ <i>Memory = up to 64 gb</i></li> <li>▪ <i>Komunikasi data = NRF2410 N 2,4 Ghz, Rs485, USB 3.0</i></li> <li>▪ <i>UP to 12 Channel</i></li> </ul>
4	<p><i>Dial Gauge 3052S-19</i> <i>MITUTOYO</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Measuring force: 2.5 N or less</i></li> <li>▪ <i>Maximum Measurement : 0-30 mm</i></li> <li>▪ <i>Additional Features : Shockproof, Jeweled Bearing, Revolution Counter</i></li> <li>▪ <i>Color : White</i></li> <li>▪ <i>Displa y : 0-100</i></li> <li>▪ <i>Item Weight : 0.62 pounds</i></li> <li>▪ <i>Measurement Accuracy : +/-0.025 mm</i></li> <li>▪ <i>Outside Diameter : 78 mm</i></li> <li>▪ <i>Range : 0-30 mm</i></li> <li>▪ <i>Resolution : 0.01 mm</i></li> </ul>

No	Deskripsi	Data Teknis
5	<p><i>Total Station Nikon Nivo 5C</i></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Akurasi Sudut : 5"</li> <li>▪ Tampilan :</li> <li>▪ F1 – QVGA, 16Bit Colour, TFT LCD, Backlit (320x240 pixel) with QWERTY touch-screen alpha-numeric and transcriber keypad</li> <li>▪ F2 – Backlit Graphic LCD (128x64 pixel)</li> <li>▪ Kompensator : Dual Axis                         <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ EDM Type : Reflectorless</li> <li>✓ Akurasi Jarak : 3 mm + 2 ppm</li> <li>✓ Jangkauan Jarak : 5,000 m Single Prism / 300 m Prismless</li> </ul> </li> </ul>
6	<p><i>Reflector Sheet</i></p> 	<p><i>Ukuran = 5 cm x 5 cm</i></p> <p><i>Bahan = Serat Kaca</i></p>

#### 2.4. Akuisisi Data

Data LVDT, data dial gauge dan data TS semuanya untuk mengukur lendutan, dan sifatnya saling mengcrosscheck, dimana LVDT dengan ketelitian sampai dengan 10-6 m, Dial gauge 10-5 m dan TS 10-3 m. Karena tahapan pembebanan linear, dan titik ukur ditempatkan pada posisi yang dapat dihitung secara teoritik, maka jika ada anomali data akan didekati dengan nilai alat ukur yang mendekati nilai teoritis. Namun jika data LVDT, gauge dan TS, nilainya mendekati, maka digunakan data LVDT karena ketelitiannya sampai dengan  $\mu\text{m}$ .

Perpindahan struktur akibat pembebanan statis dapat diukur dalam arah horisontal dan vertikal, tetapi perpindahan vertikal dinyatakan pada umumnya sebagai lendutan elemen struktural, diukur dalam setiap kasus menggunakan dial gauge (strain gauge), LVDT yang difabrikasi, pengukuran kerataan atau teknik pengukuran lain (Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012). Nilai-nilai yang terukur dari perpindahan, kebanyakannya adalah lendutan, dibandingkan dengan nilai-nilai yang terhitung yang sesuai untuk beban standar, beban perancangan dan dan sesuai dengan kendaraan yang diterapkan pada pengujian. Nilai-nilai yang terukur biasanya lebih kecil dibanding dengan hasil hitungan, sebab model perhitungan (bahkan yang sangat kompleks dengan menggunakan komputer) selalu lebih sederhana dibanding aktualnya. Ketika situasi yang berlawanan terjadi, berarti proses kerusakan struktur telah mencapai tahap yang sangat lanjut. Bagaimanapun, ketika interaksi transversal elemen struktural diuji di bawah pembebanan tidak seragam, nilai-nilai yang dihitung dapat kurang dari yang terukur dalam beberapa bagian dari struktur. Kemudian hal tersebut menunjukkan bahwa interaksi transversal yang nyata lebih baik dibanding model perhitungan [(Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012), (PT. Hesa Laras Cemerlang, 2019b, 2019a, 2021), (Khoeri et al., 2024) dan lainnya].

#### 2.5. Kriteria Penerimaan

Lendutan ijin mengacu Tabel 2:

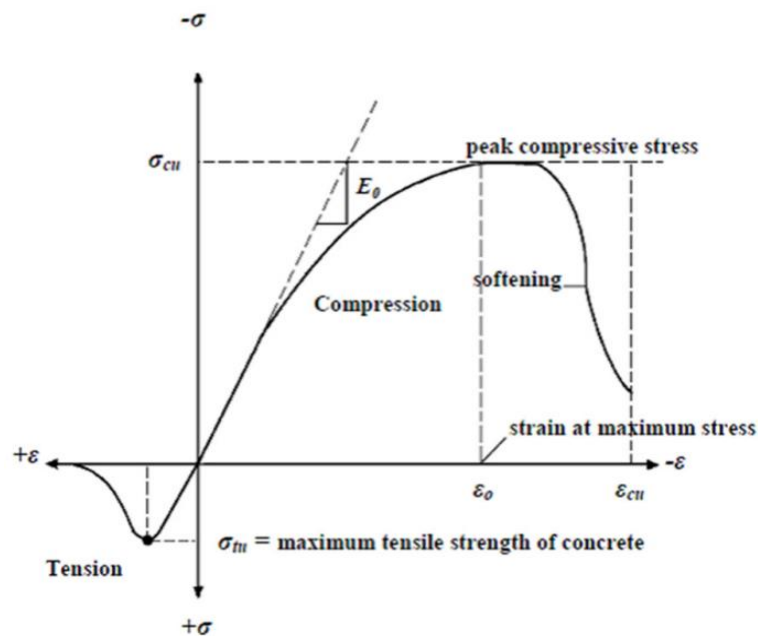
**Tabel 2 Lendutan maksimum yang diijinkan [(Badan Standardisasi Nasional, 2016; Directorate General of Highways Ministry of Public Works Republic of Indonesia, 1992)]**

Jenis Elemen	Defleksi yang Ditinjau	Defleksi Maksimum yang Diijinkan	
		Beban Kendaraan	Beban Kendaraan +Pejalan Kaki
Bentang sederhana atau menerus	Defleksi seketika akibat beban hidup layan dan beban impak	L/800	L/1000
Kantilever		L/400	L/375

Salah satu ukuran kualitas struktur adalah perilaku elastis di bawah siklus loading dan unloading (Khoeri & Alisjahbana, 2023). Lendutan permanen izin maksimum ( $\Delta_p$ ) setelah penghilangan beban pada umumnya diberikan dalam regulasi atau standar relevan sebagai fraksi dari lendutan maksimum ( $\Delta_{max}$ ) di bawah pembebanan (Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia, 2012). Dalam pengujian ini diambil batasan lendutan permanen (Badan Standarisasi Nasional, 2019):

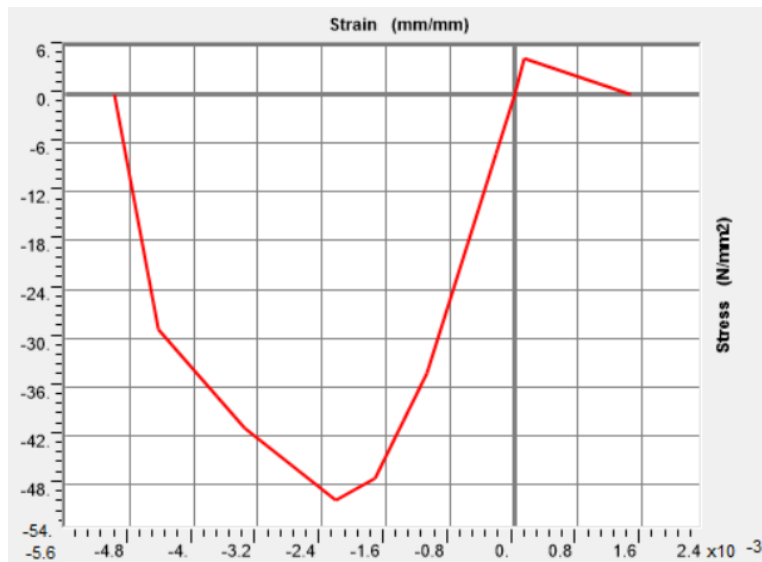
$$\Delta_p < 0.2\Delta_{max} \tag{1}$$

Kurva tegangan-regangan beton didealisasi bersifat elastis linier hingga kuat tarik maksimum, lewat dari itu akan retak dan kekuatan berkurang hingga nol [(Georgin & Reynouard, 2003), (Cotsovos & Pavlović, 2008), (Zhou, 2012), (Bangash, 1989)]. Tipikal relasi tegangan-regangan beton seperti pada Gambar 7.



**Gambar 7** Tipikal hubungan tegangan-regangan pada beton (Bangash, 1989)

Mengacu pada brosur Wika beton (Wika Beton, 2019), girder untuk bentang 35,7m menggunakan beton  $f_c' = 50$  MPa, maka hubungan tegangan regangan beton dari Mander untuk  $f_c' = 50$  MPa seperti pada Gambar 8.



Gambar 8 Hubungan tegangan-regangan beton  $f_c' = 50$  MPa

Berdasarkan Gambar 8, regangan ijin pada girder  $f_c' = 50$  MPa, adalah:

$$\begin{aligned} \epsilon_{max} &= 0,000133 \rightarrow \sigma = 4,4 \text{ MPa (tarik)} \\ \epsilon_{min} &= -0,001083 \rightarrow \sigma = -34,24 \text{ MPa (tekan)} \end{aligned} \quad (2)$$

### 3. Hasil dan Pembahasan

Seluruh angka awal pada tahap sebelum pembebanan dianggap sebagai *benchmark* (jika tidak bernilai 0, maka nilai yang terukur akan menjadi pengurang pada nilai tahap berikutnya).

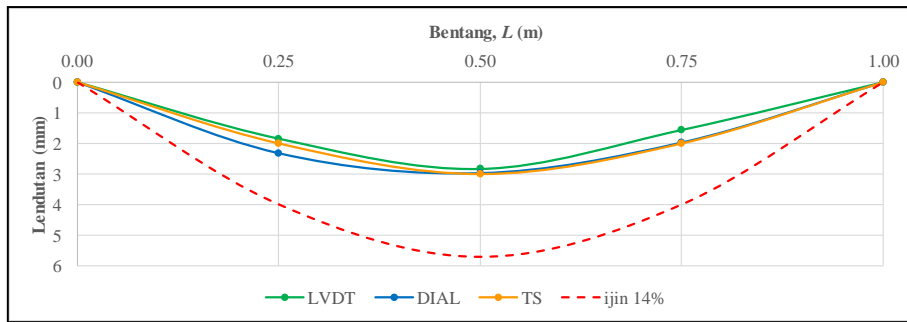


Gambar 9 Dokumentasi pembebanan 16% UDL

Tabel 3 Data lendutan statik beban 16% UDL

Beban (UDL)	Sensor/ Alat Ukur	Lendutan (mm)				
		0	L/4	L/2	3L/4	L
16% (30 ton)	LVDT	0	1.839	2.826	1.554	0
	Dial	0	2.32	2.97	1.97	0
	TS	0	2	3	2	0
	Ijin	0	3.998	5.712	3.998	0





**Gambar 10 Lendutan statik pembebanan 16% UDL**

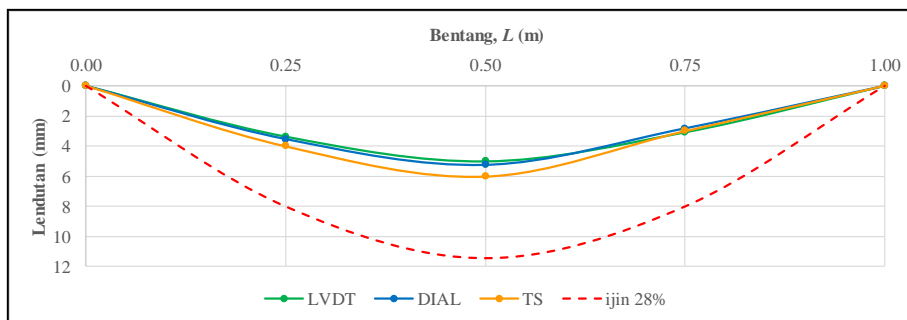
Lendutan maksimum yang terjadi kurang dari proyeksi lendutan ijin, maka uji dilanjut ke tahap beban 32%. Dokumentasi pembebanan seperti Gambar 11.



**Gambar 11 Dokumentasi pembebanan 32% UDL**

**Tabel 4 Data lendutan statik beban 32% UDL**

Beban (UDL)	Sensor/ Alat Ukur	Lendutan (mm)				
		0	L/4	L/2	3L/4	L
32% (60 ton)	LVDT	0	3.361	5.000	3.076	0
	Dial	0	3.54	5.26	2.83	0
	TS	0	4	6	3	0
	Ijin	0	7.997	11.424	7.997	0



**Gambar 12 Lendutan statik pembebanan 32% UDL**

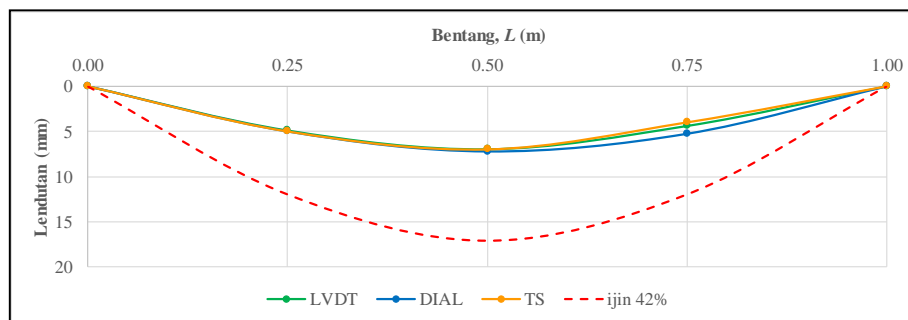
Lendutan maksimum yang terjadi kurang dari proyeksinya, maka dilanjutkan ke pembebanan 48%, dengan dokumentasi pembebanan seperti Gambar 12.



Gambar 13 Dokumentasi pembebanan 48% UDL

Tabel 5 Data lendutan statik beban 48% UDL

Beban (UDL)	Sensor/ Alat Ukur	Lendutan (mm)				
		0	L/4	L/2	3L/4	L
48% (90 ton)	LVDT	0	4.883	6.957	4.380	0
	Dial	0	5.00	7.22	5.26	0
	TS	0	5	7	4	0
	Ijin	0	11.995	17.136	11.995	0



Gambar 14 Lendutan statik pembebanan 48% UDL

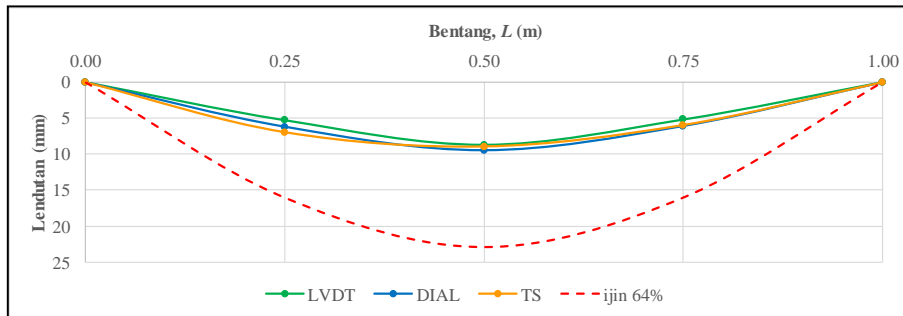
Lendutan maksimum yang terjadi kurang dari proyeksi lendutan ijin, maka uji dilanjutkan ke pembebanan 64%, dengan dokumentasi pembebanan seperti Gambar 12.



Gambar 15 Dokumentasi pembebanan 64% UDL

**Tabel 6 Data lendutan statik beban 64% UDL**

Beban (UDL)	Sensor/ Alat Ukur	Lendutan (mm)				
		0	L/4	L/2	3L/4	L
64% (120 ton)	LVDT	0	5.274	8.696	5.185	0
	Dial	0	6.22	9.51	6.12	0
	TS	0	7	9	6	0
	Ijin	0	15.994	22.848	15.994	0



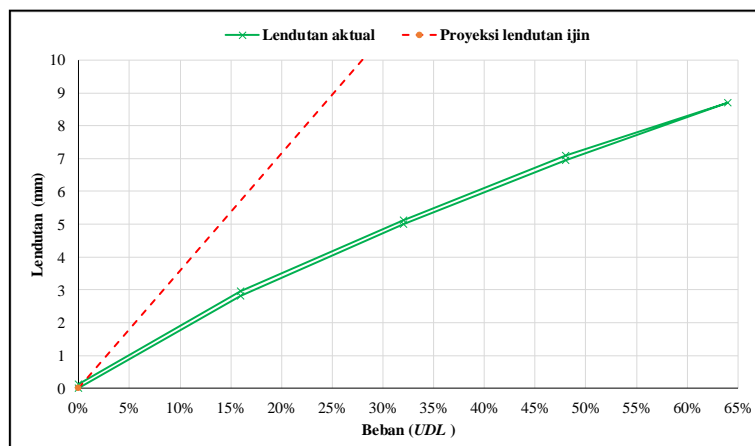
**Gambar 16 Lendutan statik pembebanan 64% UDL**

Data lendutan statik tahap pengurangan beban (*unloading*) dari 64% ke 0% UDL seperti diberikan pada Tabel 7.

**Tabel 7 Data lendutan statik tahap unloading dari 64% ke 0% UDL**

Beban (UDL)	Sensor/ Alat Ukur	Lendutan (mm)				
		0	L/4	L/2	3L/4	L
Unloading dari 64% ke 48%	LVDT	0	4.943	7.087	4.404	0
	Dial	0	5.10	7.42	5.41	0
	TS	0	5	8	5	0
Unloading dari 48% ke 32%	LVDT	0	3.413	5.130	2.978	0
	Dial	0	3.71	5.50	3.02	0
	TS	0	4	5	4	0
Unloading dari 32% ke 16%	LVDT	0	1.848	2.957	1.413	0
	Dial	0	2.00	3.23	2.30	0
	TS	0	3	4	3	0
Unloading dari 16% ke 0% (Lendutan sisa)	LVDT	0	0.041	0.130	0.016	0
	Dial	0	0.1	0.2	0.15	0
	TS	0	1	1	1	0
Lendutan sisa	Ijin	0	1.055	1.391	1.055	0

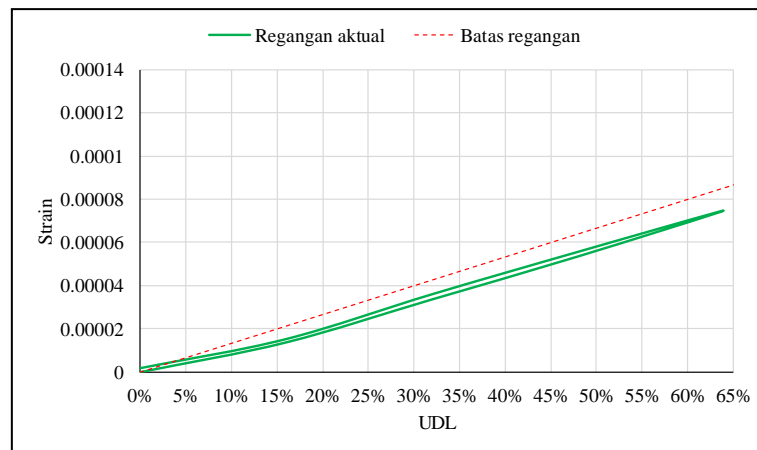
Data lendutan statik terhadap beban, baik loading dari 0% sampai dengan 64% dengan interval kenaikan beban tiap tahap 16%, dan tahap unloading dari 64% sampai 0% dengan interval 16% diberikan pada Gambar 17. Pada Gambar 17 terlihat hubungan penambahan beban dengan lendutan, walaupun secara teori linier, aktualnya tidak, namun ketidaklinearnya tidak mengindikasikan bahwa beton sudah berperilaku plastis ( $\frac{\%UDL_{i+1}}{\Delta_{i+1}} < 0,75 \frac{\%UDL_i}{\Delta_i}$ ), yang terjadi adalah  $\frac{\%UDL_{i+1}}{\Delta_{i+1}} > \frac{\%UDL_i}{\Delta_i}$ .



**Gambar 17** Lendutan akibat loading-unloading beban UDL

**Tabel 8.** Data regangan statik pada tengah bentang

Beban (UDL)	$\epsilon$
0%	0
16%	0.00001375
32%	0.00003361
48%	0.00005348
64%	0.00007470
48%	0.00005562
32%	0.00003462
16%	0.00001485
0%	0.00000186

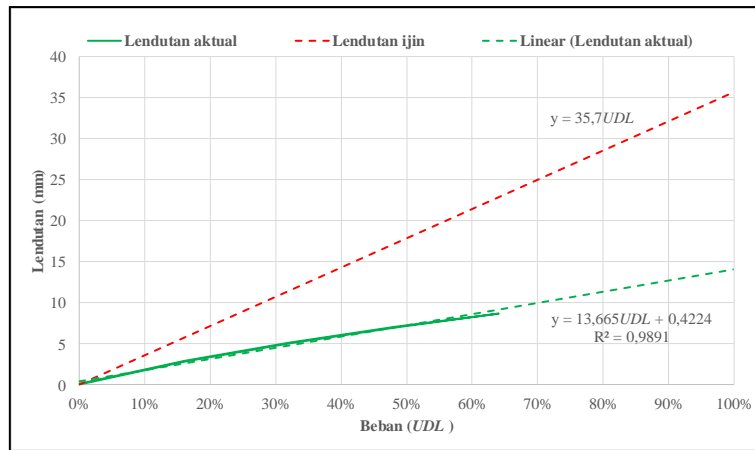


**Gambar 18** Regangan akibat loading-unloading beban UDL

Berdasarkan grafik pada Gambar 10, Gambar 12, Gambar 14, dan Gambar 16 yang dibuat dari data pada Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6, menunjukkan bahwa lendutan yang terjadi masih di bawah proyeksi lendutan maksimum ijin.

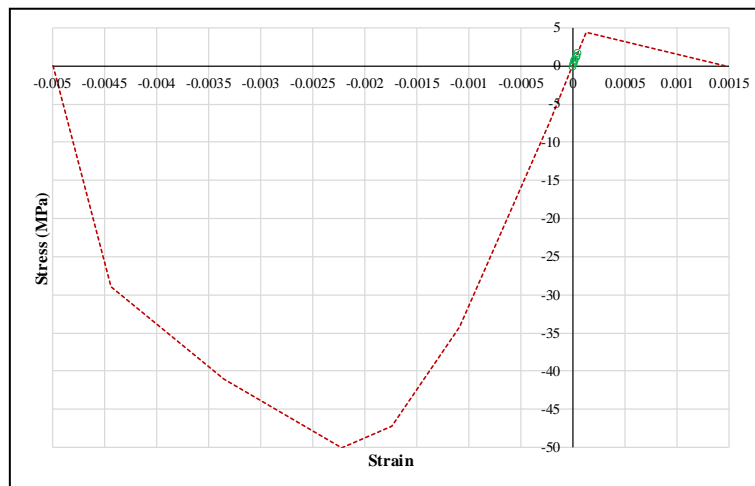
Dan melihat bahwa antara LVDT, Dial gauge dan TS pola lendutannya hampir sama, maka untuk pembahasan selanjutnya menggunakan data LVDT, karena tingkat ketelitiannya paling tinggi (mm). Berdasarkan grafik hubungan penambahan dan pengurangan beban terhadap lendutan yang linier (Gambar 17), menunjukkan selama pembebanan struktur masih bersifat elastis selama pembebanan. Lendutan sisa (permanen) yang terjadipun hanya 0,13 mm << lendutan permanen yang diijinkan (=1,391 mm).

Dengan melihat bahwa lendutan hanya 38,1% dari lendutan teoritik, dan hubungan linier antara penambahan beban dengan penambahan lendutan, maka lendutan pada 100% UDL dapat diproyeksikan, seperti pada Gambar 19.

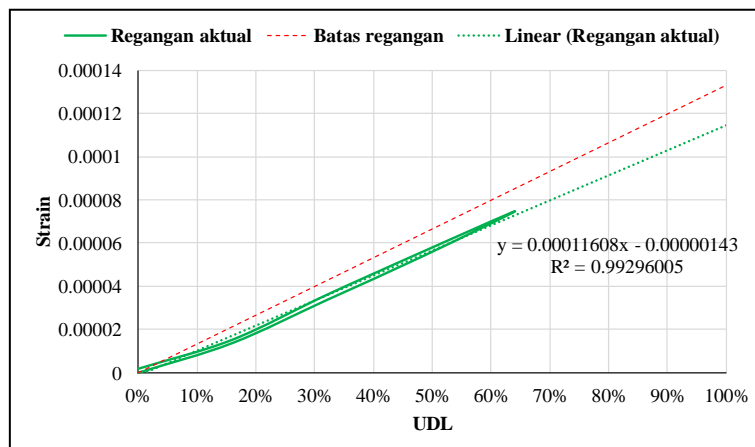


**Gambar 19 Proyeksi lendutan pada 100% UDL**

Sejalan dengan lendutan, hasil pengukuran reganganpun menunjukkan hasil yang sama, dimana regangan yang terukur pada setiap tahapan penambahan dan pengurangan beban menunjukkan struktur jembatan dalam kondisi elastis linier, dan regangan yang terjadi selama proses pembebanan tidak menyebabkan terjadinya regangan tarik yang mengakibatkan keretakan, hasil ini ditunjukkan dengan memplotkan nilai regangan dari Tabel 8 ke dalam grafik pada Gambar 8, yang hasilnya ditunjukkan pada Gambar 18.



**Gambar 20 Kurva hubungan tegangan dan regangan**



**Gambar 21 Proyeksi regangan sampai 100% UDL**



Jika diproyeksikan ke 100% UDL, maka regangan yang terjadi,  $\varepsilon = 0,0001 \times UDL - 10^{-6} = 0,000116068 \times 100\% - 1,43 \times 10^{-6} = 0,00011465$ , dan tegangan tarik yang terjadi,  $\sigma = 32502 \times \varepsilon - 0.1668 = 32502 \times 0,000115 - 0.1668 = 3,56 \text{ MPa} < 4,4 \text{ MPa}$ . Dengan kondisi ini, pada 100% beban UDL selama beton dalam kondisi linier elastis diperkirakan tidak mengakibatkan keretakan pada beton.

#### 4. Simpulan

Hasil uji statik menunjukkan selama tahapan pembebanan (loading) dari 0, 16%, 32%, 48%, 64% UDL dan penghilangan beban (unloading) 48%, 32%, 16%, 0, struktur jembatan masih bersifat linier elastis. Lendutan yang terjadi pada masih di bawah batas yang diijinkan dengan indikasi pada beban 64% adalah 8.696 mm << 64% x lendutan ijin (64% L/1000 = 22.848 mm). Dari linearitas hasil pengujian, maka lendutan pada beban 100% UDL dapat diestimasi sebesar 17.882 mm yang berrati 50,11% dari lendutan ijinnya. Sehingga disimpulkan bahwa jembatan way sekampung memenuhi kriteria laik fungsi berdasarkan uji beban statik.

#### Daftar Rujukan

- Badan Standardisasi Nasional. SNI 1725: 2016, Pembebanan untuk Jembatan. , Pub. L. No. SNI 1725:2016 (2016).
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 2847: 2019; Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. , Pub. L. No. SNI 2847:2019 (2019).
- Bangash, M. Y. H. (1989). Concrete and concrete structures: numerical modelling and applications. London: Elsevier Applied Science.
- Cotsovos, D. M., & Pavlović, M. N. (2008). Numerical investigation of concrete subjected to high rates of uniaxial tensile loading. *International Journal of Impact Engineering*, 35(5), 319–335. <https://doi.org/10.1016/j.ijimpeng.2007.03.006>
- Directorate General of Highways Ministry of Public Works Republic of Indonesia. Bridge Design Manual, Vol-1. , (1992).
- Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Manual pelaksanaan pengujian jembatan. , Pub. L. No. 004/BM/2012 (2012).
- Georgin, J. F., & Reynouard, J. M. (2003). Modeling of structures subjected to impact: concrete behaviour under high strain rate. *Cement and Concrete Composites*, 25(1), 131–143. [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(01\)00060-9](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(01)00060-9)
- Khoeri, H., & Alisjahbana, S. W. (2023). Pemeriksaan getaran struktur dan rekomendasi perkuatan untuk peningkatan kapasitas beban dan pengurangan getaran. *Konstruksia*, 15(1), 79. <https://doi.org/10.24853/jk.15.1.79-96>
- Khoeri, H., Alisjahbana, S. W., & Nugroho, P. (2024). Uji beban dinamik dan analisis modal operasional jembatan baja komposit underpass bekambit. *Dinamika Rekayasa*, 20(1), 65–75. <https://doi.org/10.20884/1.dinarek.2024.20.1.20>
- Khoeri, H., Alisjahbana, S. W., Widjajakusuma, J., & Najid, N. (2023). Estimasi lendutan pelat untuk menghitung kapasitas beban dengan akurasi tinggi menggunakan uji getar. *Konstruksia*, 14(2), 175–188. <https://doi.org/10.24853/jk.14.2.175-188>
- Lantsoght, E. O. L. (2023). Assessment of existing concrete bridges by load testing: barriers to code implementation and proposed solutions. *Structure and Infrastructure Engineering*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/15732479.2023.2264825>
- Li, B., Liu, H., Jian, J., & Gao, H. (2023). Static load test analysis of t-beam bridge shear strengthening by prestressed steel wire rope embedded in polyurethane cement (PSWR-PUC). *Sustainability*, 15(13), 10514. <https://doi.org/10.3390/su151310514>
- PT. Hesa Laras Cemerlang. (2019a). Laporan akhir pengujian jembatan Tri Martani PT. Borneo Indobara di Kalimantan Selatan. Retrieved from <https://hesa.co.id>
- PT. Hesa Laras Cemerlang. (2019b). Laporan uji beban statik dan dinamik fly over Tarahan, Lampung. Retrieved from <https://hesa.co.id>
- PT. Hesa Laras Cemerlang. (2021). laporan uji statik dan dinamik 4 (empat) jembatan PT. Hindoli-Cargill di Provinsi Jambi. Retrieved from <https://hesa.co.id>
- Tu, K., Ye, Y., Wu, D., Zhou, Y., & Deng, W. (2023). Technical analysis of highway bridge static load test. *Journal of Architectural Research and Development*, 7(3), 58–63. <https://doi.org/10.26689/jard.v7i3.4829>
- Wika Beton. (2019). The Precast Concrete Manufacture. Jakarta. Retrieved from <https://wika-beton.co.id/uploads/1-BROSURSET.pdf>
- Zhou, M. R. (2012). Application of finite element method for nonlinear analysis in reinforced concrete structures. *Applied Mechanics and Materials*, 166–169, 935–938. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.166-169.935>