

ANALISA STATIK DAN DINAMIK JEMBATAN SEI DAREH, DHARMASRAYA, SUMATERA BARAT

Muhammad Syukri¹, Yuyu Fitriyani², R. Didin Kusdian³
^{1, 2, 3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

³korespondensi : didin.kusdian@usbykpk.ac.id

ABSTRAK

Diadakannya analisa statik dan dinamik jembatan Sei Dareh, Dharmasraya, Sumatera Barat bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual struktur jembatan di bawah beban-bebanpenguji dan untuk mengetahui kualitas konstruksi serta kondisi layak struktur jembatan sebelum difungsikan untuk umum. Pengujian statik dilakukan dengan memberikan beban rencana sebesar 300 Ton dan 600 Ton. Pengujian ini dihentikan pada beban yang lebih rendah dari yang direncanakan yaitu 240 ton dari 300 ton dan 480 ton dari 600 ton karena terjadi lendutan yang lebih besar dari yang diijinkan. Hasil akhir pada saat pengujian unloading, jembatan ini memerlukan proses selama 24 jam untuk kembali pada kondisi awal dengan menyisakan deformasi pada P1-P2 sebesar 2mm dan deformasi sisa pada P2-P3 sebesar 3mm. jembatan ini-pun disebut sebagai jembatan pemalas atau the lazy bridge. Beberapa pengujian dinamik menunjukkan hasil frekuensi alami yang konsisten yaitu $f = 1.18$ Hz untuk puncak pertama dan $f = 1.88$ Hz untuk puncak kedua. Sedangkan hasil analisa memberikan frekuensi alami $f = 1.186444$ Hz. Hal ini menunjukkan bahwa model struktur dengan Midas sudah sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.

Kata kunci: Pengujian statik, pengujian dinamik.

ABSTRACT

The static and dynamic analysis of the Sei Dareh bridge, Dharmasraya, West Sumatra aims to determine the actual condition of the bridge structure under test loads and to determine the quality of construction and the proper condition of the bridge structure before it is used for the public. Static testing is carried out by providing a design load of 300 tons and 600 tons. This test was stopped at a lower than planned load of 240 tons from 300 tons and 480 tons from 600 tons because there was a deflection that was greater than the allowable. The final result during the unloading test, this bridge requires a process for 24 hours to return to its initial condition by leaving a deformation at P1-P2 of 2mm and a residual deformation at P2-P3 of 3mm. This bridge is also known as the lazy bridge or the lazy bridge. Several dynamic tests showed consistent natural frequency results, namely $f = 1.18$ Hz for the first peak and $f = 1.88$ Hz for the second peak. While the results of the analysis give the natural frequency $f = 1.186444$ Hz. This shows that the structural model with Midas is in accordance with the results of measurements in the field.

Keywords: static test, dynamic test.

PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini Provinsi Sumatera Barat, mengalami perkembangan yang sangat pesat baik dalam pertumbuhan penduduknya maupun sarana dan prasarana yang dimilikinya [1]. Untuk mendukung hal tersebut Dinas Pekerjaan umum dan Penataan Ruang Sumatera Barat berupaya untuk memberikan layanan terbaik dalam bentuk

penyediaan sarana dan prasarana yang tepat dan berdaya guna.

Jembatan Sei Dareh terletak pada koordinat -0.963655, 101.505171 di Jl. Lintas Tengah Sumatera, Empat Koto Pulau Punjung, Kecamatan Pulau Punjung, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat. Jembatan ini merupakan jembatan penghubung dua bagian jalan yang terputus akibat adanya alur sungai

(sungai Batanghari). Jembatan Sei Dareh dibuat mengikuti konfigurasi jembatan eksisting. Terkait jembatan ini, Dinas Pekerjaan Umum Penataan Ruang Provinsi Sumatera Barat memandang perlu menyusun suatu perencanaan untuk mengetahui kekuatan dan keamanan suatu konstruksi jembatan yang telah dibangun sebelum jembatan tersebut di fungsikan untuk umum.

TINJAUAN PUSTAKA

Jembatan Sei Dareh merupakan jembatan penghubung dua bagian jalan yang terputus akibat adanya alur sungai (sungai Batanghari). Jembatan ini menggunakan jenis *Cable-Stayed* dimana jenis ini merupakan salah satu teknologi yang sangat baik dalam membuat sebuah jembatan yang terbentang panjang, yang sudah banyak dipakai diberbagai lapisan negara salah satunya adalah Indonesia [2].

Sistem Dua Derajat Kebebasan (MDOF)

Persamaan getaran bebas ($F(t) = 0$).

$$(- M_1\omega^2 + k_1 + k_2) (- M_2\omega^2 + k_2 + k_3) - (k_2)^2 = 0$$

$$(\omega^2)^2 - \left(\frac{k_1 + k_2}{M_1} + \frac{k_2 + k_3}{M_2}\right)\omega^2 + \frac{k_2(k_1 + k_3) + k_1 k_3}{M_1 M_2} = 0 \dots\dots\dots (1)$$

$$(\omega^2)^2 - \left(\frac{4k}{M}\right)\omega^2 + \frac{3k^2}{M^2} = 0$$

Nilai dari kedua akar persamaan ini adalah,

$$\omega_1^2 = \frac{k}{M} \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{M}} \dots\dots\dots (2)$$

$$\omega_2^2 = 3\frac{k}{M} \quad \omega_2 = 1,73 \sqrt{\frac{k}{M}} \dots\dots\dots (3)$$

Metode Superposisi dan Pola Getar

Persamaan gerak dari masing-masing pada setiap massa, dengan metode superposisi adalah [3]:

$$m_1 \ddot{y}_1 + c_1 \dot{y}_1 + k_1 y_1 = F_1^*(t) \dots\dots\dots (4)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + c_2 \dot{y}_2 + k_2 y_2 = F_2^*(t) \dots\dots\dots (5)$$

$$m_3 \ddot{y}_3 + c_3 \dot{y}_3 + k_3 y_3 = F_3^*(t) \dots\dots\dots (6)$$

Sistem MDOF Getaran Bebas Tanpa Redaman

Persamaan gerak MDOF *tanpa* redaman dengan $p(t) = 0$,

$$m\ddot{u} + ku = 0 \dots\dots\dots (7)$$

Hubungan terhadap frekuensi alami sudut dari getaran adalah ω_n dan frekuensi alami adalah f_n , [4]

$$\omega_n = \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (8)$$

$$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n} f_n = \frac{1}{T_n} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \dots\dots\dots (9)$$

Frekuensi Alami dan Pola Normal

$$[K - \omega_n^2 M] \Phi_n = 0 \dots\dots\dots (10)$$

Persamaan (10) dikenal sebagai “*eigen problem*” [5], yang mempunyai solusi nontrivial

$$\text{Det} [K - \omega_n^2 M] = 0 \dots\dots\dots (11)$$

METODE PENELITIAN

Pada jembatan ini menggunakan 3 jenis pengujian yaitu pengujian dinamik, statik dan metode terintegrasi menggunakan *Midas Civil* seperti tertera pada Gambar 1.



Gambar 1 : Flowchart Pengujian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Dinamik

Pengujian dinamik pada jembatan Sei Dareh menggunakan beberapa skema seperti yang disampaikan pada Tabel 1.

Tabel 1 : Skema Uji Dinamik

Skema Pengukuran	Posisi Beban Impact Truk Vertikal	Truk 40 km/Jam, Beban Rem Truk	Posisi Accelerometer
Skema 1A Skema 1B Skema 1C	L/2 (P1-P2)	- - -	L/2 (P1-P2) 3L/4 (P1-P2) Trotoar (P1-P2)
Skema 2A	L/2 (P2-P3)	-	L/2 (P2-P3)
Skema 2B Skema 2C Skema 3A Skema 3B	- - - -	- - Arah Truk (P1-P2-P3) X2 Beban Rem di L/2 (P1-P2)	3L/4 (P2-P3) Trotoar (P2-P3) L/2 di (P1-P2) Trotoar (P1-P2)
Skema 3C			L/2 di (P2-P3)
Skema 4A	-	Arah Truk (P3-P2-P1) XI Beban Rem di L/2 (P2-P3)	L/2 di (P2-P3)
Skema 4B Skema 4C	-		Trotoar (P2-P3) L/2 di (P1-P2)
Skema 5A		Tanpa beban kejut	L/2 di (P1-P2)
Skema 5B			L/2 di (P2-P3)

Hasil pengujian dinamik berupa frekuensi dirangkum dalam Tabel 2.

Tabel 2 : Rangkuman Hasil Uji Dinamik

Uji ke	Bentang (P1 – P2) Skema	Frekuensi Vertikal (Hz)		Uji ke	Bentang (P1 – P2) Skema	Frekuensi Vertikal (Hz)	
		Peak 1	Peak 2			Peak 1	Peak 2
1	1 A	1.18	1.87	1	2 A	1.21	1.88
	1 B	1.18	1.88		2 B	1.18	1.88
	1 C	1.17	1.85		2 C	1.21	1.88
2	1 A	1.17	1.88	2	2 A	1.21	1.88
	1 B	1.16	1.87		2 B	1.18	1.88
	1 C	1.20	1.88		2 C	1.21	1.88
3	1 A	1.18	1.86	3	2 A	1.18	1.88
	1 B	1.18	1.86		2 B	1.18	1.85
	1 C	1.18	1.86		2 C	1.18	1.88
1	3 A	-	-	1	4 A	-	-
	3 B	-	-		4 B	-	-
	3 C	-	-		4 C	-	-
1	5 A			1	5 B	-	-

Pengujian Statik

Perhitungan Beban

Beban lajur “D” terdiri dari beban terbagi merata (BTR), beban terbagi rata mempunyai intensitas q (kPa) yang besarnya tergantung pada panjang total jembatan L yang dibebani dan dinyatakan dengan perhitungan sebagai berikut:

Panjang bentang = $L = 2 \times 61,5 \text{ m}$
= 123 meter

Lebar lantai kendaraan = 7.0 meter

Beban merata rencana

$L \leq 30 \text{ meter} = q = 9 \text{ kPa} = 918 \text{ kg/m}^2$

$L > 30 \text{ meter} = q = 9.0 (0.5 + 15/L)$
= 6.70 kPa

= 683.2 kg/m^2

$\cong 683 \text{ kg/m}^2$

70% BTR = $70\% \times 683 \text{ kg/m}^2$
= $478,1 \text{ kg/m}^2$

Luas lantai kendaraan = $61,5 \text{ m} \times 7 \text{ m}$
= $430,5 \text{ m}^2$

Beban trotoar = 500 kg/m^2

Lebar trotoar 2 m kiri dan kanan, maka total lebar trotoar 4 m.

Beban = $2 \text{ ton/m}^2 \times 0.7$
= 1.4 t/m^1

= $1.4 \text{ t/m}^1 \times 61,5 \text{ m}$

= 86,1 ton

Beban merata rencana total

= $(430,5 \text{ m}^2) \times (478,1 \text{ kg/m}^2)$

$$\begin{aligned} &= 205822,05 \text{ kg} \\ &= 205822,05 \text{ kg} + 86100 \text{ kg} \\ &\cong 292 \text{ ton (70\% BTR)} \\ \text{Beban full} &= 292 \times 1/0,7 \\ &= 417 \text{ ton.} \\ \text{Beban Merata} &= (417 \text{ ton})/(430,5 \text{ m}^2) \\ &= 968 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Dipakai 300 ton (73\% BTR)} \\ \text{Berat truk + beban} &= 30 \text{ ton} \\ \text{Jumlah truk} &= 292/30 \\ &= 10 \text{ truk} \\ \text{Total kebutuhan truk untuk bentang P1-P2-P3} \\ &\text{adalah 20 buah.} \end{aligned}$$

Hasil Pengujian Statik

Beberapa catatan dari hasil pengujian *waterpass* lama dan *total station* pengujian ke-1 adalah:

- 1) Pembebanan dilakukan 3 tahap yaitu: (1) pembebanan total 300 ton pada bentang P1-P2, (2) pembebanan total 300 ton pada bentang P2-P3, dan (3) pembebanan total 600 ton pada bentang P1-P2-P3.
- 2) Pada pembebanan tahap (1), saat beban mencapai 240 ton dari 300 ton yang direncanakan, terjadi suara keras dari kabel dan getaran jembatan. KKJTJ memutuskan untuk tidak melanjutkan pembebanan hingga 300 ton.
- 3) Pada saat pembebanan tahap (2) mencapai 240 ton dari 300 ton yang direncanakan, lendutan yang terjadi lebih besar dari yang

dijinkan sehingga pembebanan tidak dilanjutkan hingga 300 ton.

- 4) Pada saat pembebanan tahap (3) mencapai beban 240 ton dari 300 ton yang direncanakan terjadi suara berdentang pada kaki dari ST2-X1, sehingga pembebanan juga tidak dilanjutkan sampai 300 ton.
- 5) Lendutan ijin = $(L/800)(0.80)(0.73) = (61500/800)(0.80)(0.73) = 44,895 \text{ mm}$.

Beberapa catatan dari hasil pengujian *waterpass* baru pengujian ke-2 adalah:

- 1) Pembebanan dilakukan 3 tahap yaitu: (1) pembebanan total 300 ton pada bentang P1-P2, (2) pembebanan total 300 ton pada bentang P2-P3, dan (3) pembebanan total 600 ton pada bentang P1-P2-P3.
- 2) Pada pembebanan tahap (1), (2), dan tahap (3) saat beban mencapai 240 ton dari 300 ton yang direncanakan, lendutan yang terjadi lebih besar dari yang diijinkan sehingga pembebanan tidak dilanjutkan hingga 300 ton. KKJTJ memutuskan untuk tidak melanjutkan pembebanan hingga 300 ton.
- 3) Lendutan ijin = $(L/800)(0.80)(0.58) = (61500/800)(0.80)(0.58) = 35,67 \text{ mm}$.

Hasil pengukuran lendutan di lapangan pada pengujian ke-2 dengan 2 *waterpass* pada kedua bentang yaitu P1-P2 dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 3 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2 Pengujian Lapangan
(Waterpass Baru)**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0	-2	0	-9	0	-6	0	0	0	10	0	10	0	7
2	60	-4	-8	-12	-20	-11	-17	0	0	7	14	8	18	5	12
3	120	-14	-16	-29	-31	-25	-29	-1	-1	15	19	19	24	13	15
4	180	-29	-29	-45	-49	-36	-36	-1	-1	21	24	26	29	19	21
5	240	-42	-42	-61	-61	-44	44	-2	-2	27	27	35	35	23	23
6	300														

**Tabel 4 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2 Pengujian Lapangan
(Waterpass Lama)**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L			
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unlod ing
1	0	0	-3	0	-6	0	-8	0	-1	0	5	0	8	0	2
2	60	-1	-6	-4	-14	-7	43	2	-2	1	10	3	13	2	-
3	120	-6	-11	-16	-23	-13	21	-1	-3	-	13	9	17	8	10
4	150	-15	-17	-36	-41	-26	28	-2	-1	15	17	21	24	12	15
5	240	-29	-29	-55	-55	-31	-31	0	0	23	23	28	28	20	20
6	300														

Tabel 5 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2 Pemodelan *Midas Civil-2011*

v2.1

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	60	-2.530	-2.530	-3.830	-3.830	-4.289	-4.289	-0.613	-0.613	1.969	1.969	2.406	2.406	1.808	1.808
3	120	- 10.689	- 10.68 9	- 15.68 4	- 15.68 4	- 13.47 4	- 13.47 4	-0.820	-0.820	5.819	5.819	7.554	7.554	5.843	5.843
4	180	- 25.244	- 25.24 4	- 34.84 3	- 34.84 3	- 22.00 3	- 22.00 3	-0.878	-0.878	10.17 7	10.17 7	13.85 5	13.85 5	10.93 4	10.93 4
5	240	- 41.963	- 41.96 3	- 46.29 5	- 46.29 5	- 27.75 2	- 27.75 2	-0.883	-0.883	13.53 3	13.53 3	18.92 9	18.92 9	15.10 6	15.10 6
6	300	- 47.068	- 47.06 8	- 50.13 8	- 50.13 8	- 29.30 2	- 29.30 2	-0.881	-0.881	14.49 2	14.49 2	20.40 5	20.40 5	16.32 8	16.32 8

Hasil pengukuran lendutan di lapangan pada pada kedua bentang yaitu P2-P3 dengan hasil
pengujian ke-2 dilakukan dengan 2 *waterpass* sebagai berikut:

**Tabel 6 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P2-P3 Pengujian Lapangan
(*Waterpass* Baru)**

				1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
				Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
				0	12	0	9	0	0	0	-8	0	-7	0	-3
				12	17	9	14	0	0	-11	-16	-11	-15	-5	-6
				17	25	14	18	-1	-1	-24	-27	-26	-30	-15	48
				27	32	19	23	-1	-1	-33	-36	44	-46	-30	-31
				34	34	25	25	-2	-2	-41	-41	-57	-57	-46	46

**Tabel 7 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P2-P3 Pengujian Lapangan
(Waterpass Lama)**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0	4	0	9	0	7	0	0	0	-11	0	-12	0	-9
2	60	4	6	6	12	5	11	-2	-3	-9	-16	-10	-20	-5	-10
3	120	7	9	14	18	10	13	-3	-3	-20	-27	-22	-31	-13	-17
4	180	10	11	23	24	13	17	-3	-3	-33	-37	-41	-45	-26	-27
5	240	14	14	30	30	20	20	-3	-3	44	-44	-58	-58	-39	-39
6	300														

**Tabel 8 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P2-P3 Pemodelan *Midas Civil-2011*
v2.1**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	60	1.808	1.808	2.406	2.406	1,969	1,969	- 0.613	- 0.613	- 4.289	- 4.289	- 3.723	- 3.723	- 2.467	- 2.467
3	120	5.843	5.843	7.554	7.554	5.819	5.819	- 0.820	- 0.820	- 13.47 4	- 13.47 4	- 15.05 7	- 15.05 7	- 10.30 9	- 10.30 9
4	180	10.93 4	10.93 4	13.85 5	13.85 5	10.17 7	10.17 7	- 0.878	- 0.878	- 22.00 3	- 22.00 3	- 32.64 5	- 32.64 5	- 24.01 1	- 24.01 1
5	240	15.10 6	15.10 6	18.92 9	18.92 9	13.53 3	13.53 3	- 0.883	- 0.883	- 27.75 2	- 27.75 2	- 16.29 5	- 16.29 5	- 39.04 3	- 39.04 3
6	300	16.32 8	16.32 8	20.40 5	20.40 5	14.42 9	14.42 9	- 0.881	- 0.881	- 29.30 2	- 29.30 2	- 50.13 8	- 50.13 8	- 43.70 2	- 43.70 2

Hasil pengukuran lendutan di lapangan pada pada kedua bentang yaitu P1-P2-P3 dengan
pengujian ke-2 dilakukan dengan 2 *waterpass* hasil sebagai berikut:

**Tabel 9 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2-P3 Pengujian Lapangan
(Waterpass Baru)**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0	0	0	-2	0	-2	0	0	0	4	0	3	0	5
2	60	-2	-2	-3	-6	-6	-10	-1	-1	-2	-1	0	1	0	0
3	120	-8	-6	-12	-13	-12	-14	-2	-2	-8	-7	-8	-7	-2	-1
4	180	-12	-12	-22	-21	-18	-17	-2	-2	-11	-12	-17	-17	-11	-11
5	240	-22	-22	-29	-29	-20	-20	-2	-2	-12	-12	-24	-24	-20	-20
6	300														

**Tabel 10 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2-P3 Pengujian Lapangan
(Waterpass Lama)**

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0	0	0	-3	0	2	0	-3	0	-11	0	-12	0	-8
2	60	2	0	5	3	2	1	-4	-4	-12	-13	-13	-14	-7	-8
3	120	1	0	2	0	-3	-3	-5	-6	-18	-19	-18	-19	-10	-12
4	180	-4	-4	-11	-11	-6	-6	-6	-6	-25	-25	-28	-28	-16	-17
5	240	-12	-12	-18	-18	-7	-7	-6	-6	-28	-28	-38	-38	-25	-25
6	300														

Tabel 11 : Lendutan Akibat Pembebanan Truk Bentang P1-P2-P3 Pemodelan *Midas Civil-2011 v2.1*

No	Be ban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding	Load ing	Unloa ding
1	0	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000	0.00 0	0.000
2	120	- 0.65 9	-0.659	- 1.32 2	-1.322	- 2.32 0	-2.320	- 1.22 6	-1.226	- 2.32 0	-2.320	- 1.32 2	-1.322	- 0.65 9	-0.659
3	240	- 4.44 6	-4.446	- 7.50 5	-7.505	- 7.65 6	-7.656	- 1.64 0	-1.640	- 7.65 6	-7.656	- 7.50 5	-7.505	- 4.46 6	-4.466
4	360	- 13.0 79	-13.07 9	- 18.7 94	-18.79 4	- 11.8 29	-11.82 9	- 1.75 6	-1.756	- 11.8 29	-11.82 9	- 18.7 94	-18.79 4	- 13.0 79	-13.07 9
5	450	- 23.9 40	-23.94 0	- 27.3 73	-27.37 3	- 14.2 25	-14.22 5	- 1.76 6	-1.766	- 14.2 25	-14.22 5	- 27.3 73	-27.37 3	- 23.9 40	-23.94 0
6	600	- 27.3 78	-27.37 8	- 29.7 41	-29.74 1	- 14.8 17	-14.81 7	- 1.76 3	-1.763	- 14.8 17	-14.81 7	- 29.7 41	-29.74 1	- 27.3 78	-27.37 8

Data Struktur Jembatan

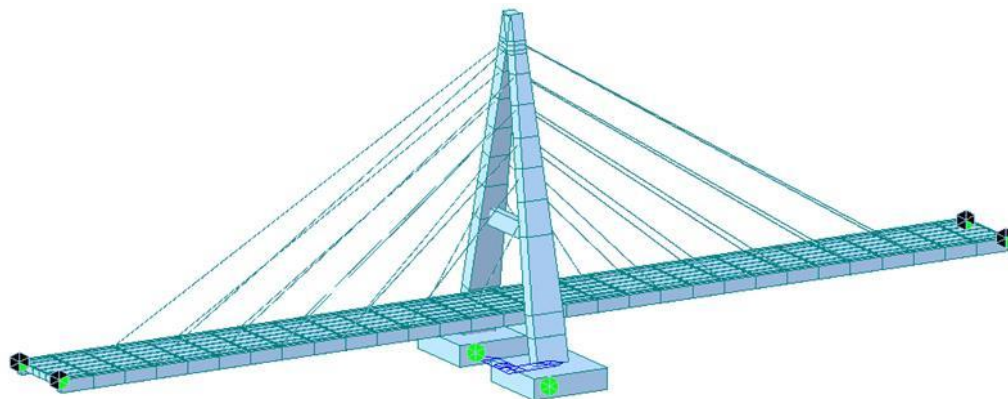
Berikut ini adalah data struktur jembatan:

- Tipe jembatan : Jembatan *Cable Stayed*
- Fungsi jembatan : Jembatan jalan raya
- Panjang jembatan : 123 meter
- Lebar jembatan : 9 meter
- Lebar jalur lalu lintas : 7 meter

- Tinggi *pylon* : 42,2 meter
- Jumlah kabel : 24 buah

Modelisasi Struktur Jembatan

Pemodelan struktur jembatan yang kemudian dilanjutkan dengan analisis, dikerjakan dengan bantuan program *Midas Civil-2011 v2.1*.



Gambar 2 : Pemodelan 3D Struktur Jembatan Sei Dareh

Tabel 12 : Lentutan Akibat Pembebanan Truk Secara Bersamaan Bentang P1-P2-P3
Pemodelan Midas Civil-2011 v2.1

No	Beban (P)	Δ (mm)													
		1/4 L		1/2 L		3/4 L		L		1/4 L		1/2 L		3/4 L	
		Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding	Loadi ng	Unloa ding
1	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	120	-0.659	-0.659	-1.322	-1.322	-2.320	-2.320	-1.226	-1.226	-2.320	-2.320	-1.322	-1.322	-0.659	-0.659
3	240	-4.446	-4.446	-7.505	-7.505	-7.656	-7.656	-1.640	-1.640	-7.656	-7.656	-7.505	-7.505	-4.466	-4.466
4	360	-	-	-	-	-	-	-1.756	-1.756	-	-	-	-	-	-
		13.07 9	13.07 9	18.79 4	18.79 4	11.82 9	11.82 9			11.82 9	11.82 9	18.79 4	18.79 4	13.07 9	13.07 9
5	450	-	-	-	-	-	-	-1.766	-1.766	-	-	-	-	-	-
		23.94 0	23.94 0	27.37 3	27.37 3	14.22 5	14.22 5			14.22 5	14.22 5	27.37 3	27.37 3	23.94 0	23.94 0
6	600	-	-	-	-	-	-	-1.763	-1.763	-	-	-	-	-	-
		27.37 8	27.37 8	29.74 1	29.74 1	14.81 7	14.81 7			14.81 7	14.81 7	29.74 1	29.74 1	27.37 8	27.37 8

KESIMPULAN

1. Hasil uji statik dihentikan pada beban yang lebih rendah dari yang direncanakan yaitu 240 ton dari 300 ton dan 480 ton dari 600 ton karena terjadi lendutan yang lebih besar dari yang diijinkan.
2. Hasil inspeksi visual terhadap 4 tutup angkur mati tidak menunjukkan adanya kerusakan baik pada elemen beton maupun pada angkur.
3. Beberapa pengujian dinamik menunjukkan hasil frekuensi alami yang konsisten yaitu $f=1.18$ Hz untuk puncak pertama dan $f=1.88$ Hz untuk puncak kedua.
4. Pengujian dinamik yang dilakukan pada bentang P1-P2 dan P2-P3 juga memberikan frekuensi yang sama untuk kedua bentang yang simetris.
5. Hasil analisa memberikan frekuensi alami $f=1.186444$ Hz sedangkan pengujian memberikan hasil frekuensi alami $f=1.18$ Hz. Hal ini menunjukkan bahwa model struktur dengan Midas sudah sesuai dengan hasil pengukuran di lapangan.
6. Untuk uji statik dengan beban *unloading* pada bentang P1-P2, memberikan deformasi sisa pada L/2 sebesar 2 mm.
7. Untuk uji statik dengan beban *unloading* pada bentang P2-P3, memberikan deformasi sisa pada L/2 sebesar 3 mm.
8. Untuk uji statik dengan beban pada bentang P1-P2-P3, memberikan lendutan yang lebih kecil dari lendutan yang diijinkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. S. Alhusain, “Perkembangan Dan Rencana Pembangunan Infrastruktur Fisik Dalam Mendukung Pengembangan Industri Di Provinsi Sumatera Utara,” *J. Ekon. Kebijak. Publik*, Vol. 4, No. 1, Pp. 39–57, 2013.
- [2] S. S. Raksono, “Akseptibilitas Masyarakat Terhadap Aspek Operasi Dan Pemeliharaan Jembatan Cable Stayed Palibaja Di Sukabumi,” *J. Sos. Ekon. Pekerj. Umum*, Vol. 2, No. 1, 2010.
- [3] D. Ariadi, “Optimasi Tunedmass Damper Pada Bangunan Di Daerah Gempa Menggunakan Algoritma Genetika.” Uajy, 2014.
- [4] E. Wahyuni, “Studi Kelakuan Dinamis Struktur Jembatan Penyeberangan Orang (Jpo) Akibat Beban Individual Manusia Bergerak,” *J. Tek. Sipil Itb*, Vol. 19, No. 3, Pp. 181–194, 2012.
- [5] T. Kurniyati, “Deskripsi Pengaruh Parameter Terhadap Kestabilan Perilaku Sistem Bandul Ganda Sederhana.” Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2014.