

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMBANG.....	xiv
INTISARI.....	xv
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu.....	5
2.1.1 Metode Pengujian Dinamik Jembatan.....	5
2.1.2 Pengujian Statik dan Dinamik Jembatan Steel Box Girder.....	5
2.1.3 Penggunaan Heatmap dalam Analisa Dinamik.....	6
2.2 Kebaruan Penelitian.....	7
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Frekuensi Natural Jembatan.....	9
3.1.1 Filosofi Frekuensi Natural.....	9
3.1.2 Pendekatan dan Kriteria.....	11
3.1.3 Pengukuran Frekuensi Natural.....	13
3.1.4 Pengujian Dinamik Jembatan.....	15



3.1.5 Analisa FFT Heatmap	16
3.2 Deformasi Jembatan	17
3.2.1 Filosofi Deformasi Struktur	17
3.2.2 Pengukuran Deformasi	18
3.2.3 Pengujian Statik Jembatan	19
3.3 Pemodelan Struktur.....	20
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	21
4.1 Lokasi Penelitian.....	21
4.1.1 Flyover Aloha	21
4.1.2 Jembatan Bukaka	22
4.2 Prosedur Penelitian	23
4.2.1 Pengujian Statis.....	23
4.2.2 Pengujian Dinamis.....	27
4.2.3 Pemodelan dan Validasi.....	27
4.3 Alat dan Data Loadtest FO Aloha.....	28
4.3.1 Data Beban.....	28
4.3.2 Data Sensor	30
4.3.3 Posisi Pemasangan Sensor	32
4.4 Alat dan Data Frekuensi SBG Bukaka	34
4.4.1 Data Sensor	34
4.4.2 Posisi Pemasangan Sensor	35
4.5 Parameter Penelitian	38
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
5.1 Penyusunan Software FFT Heatmap	41
5.1.1 Bagan Alir Coding	41
5.1.2 Tampilan Software.....	44



5.1.3 Validasi Hasil Software	46
5.2 Hasil Pengujian Jembatan FO Aloha	48
5.2.1 Pemodelan Struktur.....	48
5.2.2 Pengujian Dinamik	58
5.2.3 Pengujian Statik	65
5.2.4 Perbandingan Hasil	72
5.3 Hasil Pembacaan SHMS Bukaka.....	73
5.3.1 Pemodelan Struktur.....	73
5.3.2 Pembacaan Sifat Dinamik.....	78
5.3.3 Perbandingan Hasil	84
5.4 Pendekatan Empiris Frekuensi SBG.....	85
5.4.1 Penyusunan Persamaan.....	85
5.4.2 Perbandingan Hasil	89
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	90
6.1 Kesimpulan	90
6.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	92
LAMPIRAN	95
LAMPIRAN 1. SOFTWARE FFT HEATMAP	95
LAMPIRAN 2. SPESIFIKASI ACCELEROMETER	96

Tabel 2.1 Keaslian Penelitian.....	7
Tabel 3.1 Penilaian Kondisi Bangunan Atas Jembatan.....	12
Tabel 4.1 Tahap pembebanan uji statik momen positif SBG.....	24
Tabel 4.2 Uji statik momen negatif SBG	25
Tabel 4.3 Tahap pembebanan uji statik asimetris SBG	26
Tabel 4.4 Data Truk Uji Statik.....	29
Tabel 4.5 Daftar Sensor.....	30
Tabel 5.1 Hasil mode dan frekuensi.....	49
Tabel 5.2 Hasil penurunan CSI Bridge (sisi kiri).....	55
Tabel 5.3 Hasil penurunan CSI Bridge (sisi kanan).....	55
Tabel 5.4 Threshold tiltmeter	55
Tabel 5.5 Threshold penurunan girder momen negatif (sisi kiri)	56
Tabel 5.6 Threshold penurunan girder momen negatif (sisi kanan)	56
Tabel 5.7 Threshold penurunan girder pengujian asimetris (sisi kiri)	57
Tabel 5.8 Threshold penurunan girder pengujian asimetris (sisi kanan)	57
Tabel 5.9 Selisih Hasil pengujian dan pemodelan	63
Tabel 5.10 Perbandingan Hasil FFT Heatmap	65
Tabel 5.11 Hasil pembacaan LVDT dan LDM.....	65
Tabel 5.12 Hasil pembacaan Robotic Total Station (RTS).....	68
Tabel 5.13 Hasil pembacaan LVDT dan LDM	70
Tabel 5.14 Hasil pembacaan RTS	70
Tabel 5.15 Hasil pembacaan LVDT dan LDM	71
Tabel 5.16 Hasil pembacaan RTS	71
Tabel 5.17 Frekuensi Pemodelan Jembatan Bukaka.....	73



Tabel 5.18 Frekuensi Pembacaan SHMS Jembatan Bukaka.....	78
Tabel 5.19 Perbandingan Frekuensi Jembatan Bukaka.....	84
Tabel 5.20 Frekuensi SBG Sebagai Acuan Penyusunan Persamaan	85
Tabel 5.21 Pendekatan Frekuensi SBG dengan Persamaan Modifikasi	89

Gambar 2.1 Contoh hasil heatmap frekuensi jembatan (Wu, 2022)	6
Gambar 3.1 Tipikal Modeshape Vertikal Jembatan.....	11
Gambar 3.2 Proses Analisa Raw Data Getaran.....	14
Gambar 3.3 Contoh Analisa Frekuensi dengan SAP2000.	20
Gambar 4.1 Jembatan FO Aloha	21
Gambar 4.2 Lokasi SBG Continuous Bentang 45m dan 35 m.....	22
Gambar 4.3 Lokasi Jembatan SBG Bukaka	23
Gambar 4.4 Konfigurasi pengujian statik momen positif SBG	24
Gambar 4.5 Konfigurasi pengujian statik momen negatif SBG.....	25
Gambar 4.6 Konfigurasi pengujian statik asimetris SBG	26
Gambar 4.7 Pengujian dinamik.....	27
Gambar 4.8 Dimensi Truk Uji Statik	28
Gambar 4.9 Truk Uji Dinamik	29
Gambar 4.10 Spesifikasi Accelerometer	30
Gambar 4.11 Accelerometer 3 sumbu.....	30
Gambar 4.12 Total Station (kiri), LDM (kanan).....	31
Gambar 4.13 Posisi accelerometer bentang P5A-P6A.....	32
Gambar 4.14 Posisi accelerometer bentang P6A-P7A.....	32
Gambar 4.15 Titik target pengukuran Waterpass/RTS P5A-P6A-P7A	33
Gambar 4.16 Titik target pengukuran LDM P5A-P6A-P7A	33
Gambar 4.17 Spesifikasi Accelerometer	34
Gambar 4.18 Posisi Sensor Jembatan Pemali Brebes	35
Gambar 4.19 Posisi Sensor Jembatan Cisadane.....	35
Gambar 4.20 Posisi Sensor Jembatan Kalibanger.....	36

Gambar 4.21 Posisi Sensor Jembatan Cisomang	36
Gambar 4.22 Posisi Sensor Jembatan Cikao	37
Gambar 4.23 Posisi Sensor Jembatan Citanduy	37
Gambar 4.24 Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 5.1 Bagan Alir Software FFT Heatmap.....	42
Gambar 5.2 Source Code Analisa FFT	43
Gambar 5.3 Penyusunan Code Pemrosesan Data.....	43
Gambar 5.4 Tampilan Input Software	44
Gambar 5.5 Tampilan Output.....	45
Gambar 5.6 Validasi FFT Heatmap	46
Gambar 5.7 Validasi Bandpass FFT Heatmap	47
Gambar 5.8 Pemodelan Jembatan FO Aloha	48
Gambar 5.9 Sketsa <i>Crosssection</i> Jembatan.....	49
Gambar 5.10 Mode shape 1 jembatan	50
Gambar 5.11 Mode shape 2 jembatan	50
Gambar 5.12 Mode shape 3 jembatan	51
Gambar 5.13 Mode shape 4 jembatan	51
Gambar 5.14 Mode shape 5 jembatan	52
Gambar 5.15 Mode shape 6 jembatan	52
Gambar 5.16 Mode shape 7 jembatan	53
Gambar 5.17 Mode shape 8 jembatan	53
Gambar 5.18 Mode shape 9 jembatan	54
Gambar 5.19 Mode shape 10 jembatan	54
Gambar 5.20 Grafik pengujian dinamik impuls.....	58
Gambar 5.21 Grafik pengujian dinamik impuls mode vertikal pertama.....	59
Gambar 5.22 Grafik pengujian dinamik impuls mode vertikal ke 2.....	60

Gambar 5.23	Grafik pengujian dinamik impuls mode vertikal ke 2	61
Gambar 5.24	Grafik pengujian dinamik impuls mode torsi	62
Gambar 5.25	Hasil Analisa Software FFT Heatmap	64
Gambar 5.26	Hasil pengamatan P6A	66
Gambar 5.27	Hasil pengamatan P7A	66
Gambar 5.28	Hasil pengamatan 45m (1/4L)	66
Gambar 5.29	Hasil pengamatan 45m (2/4L)	66
Gambar 5.30	Hasil pengamatan 45m (3/4L)	66
Gambar 5.31	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 20%LL desain	66
Gambar 5.32	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 39%LL desain	66
Gambar 5.33	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 57%LL desain	67
Gambar 5.34	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 75%LL desain	67
Gambar 5.35	Hasil pengamatan P5A	68
Gambar 5.36	Hasil pengamatan P6A	68
Gambar 5.37	Hasil pengamatan P7A	68
Gambar 5.38	Hasil pengamatan 35m 1/4L	68
Gambar 5.39	Hasil pengamatan 35m 2/4L	68
Gambar 5.40	Hasil pengamatan 35m 3/4L	68
Gambar 5.41	Hasil pengamatan 45m 1/4L	68
Gambar 5.42	Hasil pengamatan 45m 2/4L	68
Gambar 5.43	Hasil pengamatan 45m 3/4L	68
Gambar 5.44	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 20%LL desain	69
Gambar 5.45	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 39%LL desain	69
Gambar 5.46	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 57%LL desain	69
Gambar 5.47	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 75%LL desain	69
Gambar 5.48	Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 20%LL desain	72

Gambar 5.49 Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 39%LL desain.....	72
Gambar 5.50 Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 57%LL desain.....	72
Gambar 5.51 Deformasi pemodelan vs pengukuran loading 75%LL desain.....	72
Gambar 5.52 Hasil Analisa Pemodelan Pemali Brebes	73
Gambar 5.53 Hasil Analisa Pemodelan Cisadane	74
Gambar 5.54 Hasil Analisa Pemodelan Kalibanger	75
Gambar 5.55 Hasil Analisa Pemodelan Cisomang	75
Gambar 5.56 Hasil Analisa Pemodelan Kalijaga	76
Gambar 5.57 Hasil Analisa Pemodelan Cikao	77
Gambar 5.58 Hasil Analisa Pemodelan Citanduy	77
Gambar 5.59 Frekuensi Comtest Jembatan Pemali Brebes 55+50m	78
Gambar 5.60 Frekuensi Ambient Jembatan Cisadane 50+50m	79
Gambar 5.61 Frekuensi Ambient Jembatan Kalibanger 30m	80
Gambar 5.62 Frekuensi Ambient Jembatan Cisomang 40m.....	81
Gambar 5.63 Frekuensi Ambient Jembatan Kalijaga 45m	82
Gambar 5.64 Frekuensi Ambient Jembatan Cikao 50m	82
Gambar 5.65 Frekuensi Ambient Jembatan Citanduy 60m	83
Gambar 5.66 Hubungan Frekuensi dan Panjang Bentang Maksimal.....	85
Gambar 5.67 Hubungan Frekuensi dan Jumlah Bentang dengan Panjang Max 50 m.....	86
Gambar 5.68 Contoh Persamaan Konvergen dengan Panjang Max 50 m	87
Gambar 5.69 Hubungan Frekuensi dan Jumlah Bentang dengan Panjang Max 45 m dan 50 m	87
Gambar 5.70 Hubungan Frekuensi dan Panjang Bentang Maksimal dengan Persamaan Modifikasi	89

Lambang	Arti	Dimensi
M	Massa struktur	M
C	Koefisien damping	MT ⁻¹
K	Kekakuan struktur	MT ⁻²
\ddot{x}	Percepatan	LT ⁻²
\dot{x}	Kecepatan	LT ⁻¹
x	Perpindahan	L
ω	Frekuensi angular	T ⁻¹
f	Frekuensi	T ⁻¹
A	Amplitudo	
\emptyset	Modeshape	
L tot	Panjang total jembatan	L
L max	Panjang maksimum bentang jembatan	L
n	Jumlah bentang suatu jembatan	