

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
INTISARI	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	1
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Studi Terdahulu	3
2.2. Kebaruan Penelitian	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1. Penilaian Kondisi berdasarkan Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022	8
3.2. Penilaian Kondisi Jembatan dengan <i>Bridge Condition Index</i> WSDOT	9
3.3. Model Deteriorasi Weibull	11
3.3.1. <i>Ideal Deterioration Curve</i>	11
3.3.2. <i>Updated Deterioration Curve (UDC)</i>	12
3.3.3. <i>Predicted Deterioration Curve (PDC)</i>	13
3.4. Perkiraan Umur Layan Jembatan	14
3.5. Evaluasi Ekonomi	14
BAB IV METODE PENELITIAN	16
4.1. Lokasi Penelitian	16

4.2.	Prosedur Penelitian.....	16
4.3.	Alat dan Data Penelitian.....	17
4.4.	Parameter Penelitian.....	17
4.5.	Metode Analisis.....	18
4.5.1.	Pengumpulan Data.....	18
4.5.2.	Analisis Data	18
4.6.	Model Deteriorasi Weibull.....	19
4.7.	Perhitungan Prediksi Umur Layan	20
4.8.	Parameter dan Perhitungan Evaluasi Ekonomi	20
4.8.1.	Biaya Perbaikan.....	21
4.8.2.	Biaya – Biaya Lalulintas.	21
4.8.2	Perhitungan Keuntungan	26
BAB V	ANALISIS PERHITUNGAN.....	28
5.1.	Penilaian Kondisi Berdasarkan Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022.....	28
5.2.	Penilaian <i>Bridge Condition Index</i> WSDOT	42
5.2.1.	<i>Condition State Averaging</i> (CSA).....	42
5.2.2.	<i>Weighted Component Score</i> (WCS)	53
5.2.3.	<i>The Weighted Score</i>	54
5.2.4.	<i>BCI Range</i>	54
5.3.	Perbandingan Metode BMS dengan BCI WSDOT.....	55
5.4.	Prediksi Umur Layan	55
5.5.	Proyeksi Nilai Kondisi	56
5.6.	Model Deteriorasi Weibul.....	59
5.6.1.	<i>Ideal Deterioration Curve</i> (IDC).....	59
5.6.2.	<i>Updated Deterioration Curve</i> (UDC)	61
5.6.3.	<i>Predicted Deterioration Curve</i> (PDC)	62
5.7.	Evaluasi Ekonomi	64
5.7.1.	Biaya Perbaikan Jembatan.....	66
5.7.2.	Peningkatan Biaya Operasional Kendaraan	66
5.7.3.	Peningkatan Biaya Waktu Penumpang Menurut Jenis Kendaraan	76
5.7.4.	Perhitungan Keuntungan	80
5.7.5.	Perhitungan <i>NPV</i> dan <i>IRR</i>	81
5.8.	Penentuan Prioritas Penanganan	82

5.9. Rekomendasi Penanganan Jembatan.....	82
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	88
6.1. Kesimpulan.....	88
6.2. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA	90
Lampiran 1. Penilaian BMS Jembatan Sawahan	92
Lampiran 2. Penilaian BMS Jembatan Gondangrejo	109
Lampiran 3. Penilaian BMS Jembatan Bengawan Solo.....	124
Lampiran 4. Penilaian BMS Jembatan Grompol	138
Lampiran 5. Penilaian BCI Jembatan Sawahan.....	151
Lampiran 6. Penilaian BCI Jembatan Gondangrejo	154
Lampiran 7. Penilaian BCI Jembatan Bengawan Solo	157
Lampiran 8. Penilaian BCI Jembatan Grompol.....	160
Lampiran 10. Model Deteriorasi IBMS 4 Jembatan (BMS).....	163
Lampiran 11. Model Deteriorasi IBMS 4 Jembatan (BCI)	164
Lampiran 12. Model Deteriorasi WDF Jembatan Sawahan	166
Lampiran 13. Model Deteriorasi WDF Jembatan Gondangrejo.....	167
Lampiran 14. Model Deteriorasi WDF Jembatan Bengawan Solo	168
Lampiran 15. Model Deteriorasi WDF Jembatan Grompol	169
Lampiran 16. LHR Jalan Tol Solo-Ngawi 2022.....	170
Lampiran 17. PDRB Surakarta 2023	171
Lampiran 18. Perhitungan Contraflow 4 Jembatan	172
Lampiran 19. Evaluasi Ekonomi Jembatan Sawahan.....	176
Lampiran 20. Evaluasi Ekonomi Jembatan Gondangrejo	177
Lampiran 21. Evaluasi Ekonomi Jembatan Bengawan Solo	178
Lampiran 22. Evaluasi Ekonomi Jembatan Grompol.....	179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Ideal Deterioration Curve</i> (Alsharqawi, 2018).	12
Gambar 3. 2 <i>Updated Deterioration Curve</i> (Alsharqawi, 2018).	13
Gambar 3. 3 <i>Prediction Deterioration Curve (PDC)</i> tanpa MR&R (Alsharqawi, 2018).13	
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian.	16
Gambar 4. 2 Prosedur penelitian.	17
Gambar 5. 1 Layout jembatan Sawahan.	28
Gambar 5. 2 Sampah pada aliran sungai jembatan Sawahan.	29
Gambar 5. 3 Aliran sungai jembatan Sawahan.	29
Gambar 5. 4 Bangunan pengaman jembatan Sawahan.	30
Gambar 5. 5 Kondisi <i>sheet pile</i> jembatan Sawahan.	30
Gambar 5. 6 Scouring pada kepala Jembatan Sawahan.	31
Gambar 5. 7 Rembesan pada dinding kepala jembatan Sawahan.	31
Gambar 5. 8 Keropos gelagar sisi kanan jembatan.	32
Gambar 5. 9 Kondisi gelagar sisi kiri jembatan.	32
Gambar 5. 10 Retak 0,5mm.	33
Gambar 5. 11 Retak susut.	33
Gambar 5. 12 Keropos.	33
Gambar 5. 13 <i>Honeycomb</i>	33
Gambar 5. 14 <i>Honeycomb</i>	33
Gambar 5. 15 Spalling.	33
Gambar 5. 16 Retak lapis permukaan lantai.	35
Gambar 5. 17 Permukaan licin.	35
Gambar 5. 18 Retak aspal karena pergerakan sambungan.	36
Gambar 5. 19 Terisnya siar muai	36
Gambar 5. 20 Landasan <i>abutment</i> A1.	37
Gambar 5. 21 Landasan <i>abutment</i> A2.	37
Gambar 5. 22 Keropos pada parapet.	38
Gambar 5. 23 Retak pada parapet.	38
Gambar 5. 24 Layout pelat lantai jembatan Sawahan.	43
Gambar 5. 25 Retak 0,5mm.	43
Gambar 5. 26 Retak susut.	43
Gambar 5. 27 Keropos.	43
Gambar 5. 28 <i>Honeycomb</i>	43
Gambar 5. 29 <i>Honeycomb</i>	44
Gambar 5. 30 <i>Spalling</i>	44
Gambar 5. 31 Detail gelagar	46
Gambar 5. 32 Retak pada kepala tiang.	47
Gambar 5. 33 Spalling pada kepala tiang.	47
Gambar 5. 34 Detail kepala jembatan.	48
Gambar 5. 35 <i>Void</i> pada abutment A2 jembatan Sawahan kanan.	48

Gambar 5. 36 <i>Scouring</i> pada abutment A1 jembatan Sawahan.	48
Gambar 5. 37 Retak pada dinding A2.	48
Gambar 5. 38 Keropos pada A1.	48
Gambar 5. 39 Denah posisi diafragma jembatan Sawahan.	50
Gambar 5. 40 Diafragma jembatan Sawahan kiri.	50
Gambar 5. 41 Diafragma jembatan Sawahan kanan.	50
Gambar 5. 42 Landasan <i>abutment</i> A1.	51
Gambar 5. 43 Landasan <i>abutment</i> A2.	51
Gambar 5. 44 Terisnya sambungan.	52
Gambar 5. 45 Retak pada aspal karena pergerakan siar muai.	52
Gambar 5. 46 Dinding sayap A1	53
Gambar 5. 47 Dinding sayap A2.	53
Gambar 5. 48 Model deteriorasi IBMS (BMS) jembatan Grompol.	57
Gambar 5. 49 Model deteriorasi IBMS (BCI) jembatan Grompol.	59
Gambar 5. 50 <i>Ideal Deterioration Curve</i> (IDC) jembatan Grompol.	60
Gambar 5. 51 <i>Updated Deterioration Curve</i> (UDC) jembatan Grompol.	62
Gambar 5. 52 <i>Predicted Deterioration Curve</i> (PDC) tanpa tindakan rehabilitasi jembatan Grompol.	63
Gambar 5. 53 <i>Predicted Deterioration Curve</i> (PDC) dengan tindakan rehabilitasi.	64
Gambar 5. 54 Ilustrasi traffic management contraflow.	65
Gambar 5. 55 Retak susut pelat jembatan Sawahan.	82
Gambar 5. 56 Retak pilar jembatan Gondangrejo.	82
Gambar 5. 57 Jembatan Grompol beton keropos pada diafragma.	83
Gambar 5. 58 Keropos pada pelat jembatan Sawahan.	83
Gambar 5. 59 Rembesan beton <i>abutment</i> jembatan Bengawan Solo.	84
Gambar 5. 60 Rembesan beton <i>abutment</i> jembatan Gondangrejo.	84
Gambar 5. 61 Kerusakan akibat sambungan terisi jembatan Bengawan Solo.	84
Gambar 5. 62 Siar muai retak dan terlepas pada jembatan Bengawan Solo.	84
Gambar 5. 63 Retak lapisan permukaan lantai jembatan Sawahan.	85
Gambar 5. 64 Permukaan lantai jembatan licin jembatan Gondangrejo.	85
Gambar 5. 65 Aspal retak pada jembatan Bengawan Solo	85
Gambar 5. 66 Retak pada lapisan perkerasan jembatan Grompol	85
Gambar 5. 67 Elastomer cembung dan robek pada jembatan Grompol.	86
Gambar 5. 68 Disposisi girder pada jembatan Grompol.	86
Gambar 5. 69 Deformasi pelat lantai jembatan Grompol.	87
Gambar 5. 70 Penurunan dinding penahan tanah jembatan Grompol.	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebaruan Penelitian.	6
Tabel 3. 1 Kriteria penentuan nilai kondisi (Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022).	8
Tabel 3. 2 Kriteria skrining teknis (Pedoman Pemeriksaan Jembatan 2022).	9
Tabel 3. 3 Pembobotan komponen jembatan (BCI WSDOT, 2017).	10
Tabel 3. 4 Faktor bobot <i>Condition State</i> (BCI WSDOT, 2017).	10
Tabel 3. 5 Kriteria <i>Condition State</i> (BCI WSDOT, 2017).	10
Tabel 3. 6 Nilai-nilai parameter β dalam distribusi weibull.	11
Tabel 4. 1 Data administrasi jembatan.	16
Tabel 4. 2 Skala konversi WCS ke BCI.	19
Tabel 4. 3 Presentase biaya pada elemen – elemen utama jembatan (IBMS, 1993).	21
Tabel 4. 4 Alinemen vertikal yang direkomendasikan pada berbagai medan jalan.	22
Tabel 4. 5 Nilai konstanta dan koefisien-koefisien paramater model konsumsi BBM.	23
Tabel 4. 6 Nilai tipikal JPOi, KPOi dan OHOi yang direkomendasikan.	23
Tabel 4. 7 Nilai tipikal ϕ , γ_1 dan γ_2	24
Tabel 4. 8 Nilai tipikal a_0 dan a_1	24
Tabel 4. 9 Nilai tipikal δ_1 , δ_2 dan δ_3	25
Tabel 4. 10 Rata-rata penumpang tiap jenis kendaraan.	26
Tabel 5. 1 Penilaian elemen aliran air utama.	29
Tabel 5. 2 Penilaian elemen bangunan pengaman.	30
Tabel 5. 3 Penilaian elemen kepala jembatan.	31
Tabel 5. 4 Penilaian elemen gelagar.	32
Tabel 5. 5 Penilaian elemen pelat.	34
Tabel 5. 6 Penilaian elemen lapisan permukaan lantai.	35
Tabel 5. 7 Penilaian elemen sambungan lantai.	36
Tabel 5. 8 Penilaian elemen landasan.	37
Tabel 5. 9 Penilaian elemen sandaran.	38
Tabel 5. 10 Penilaian elemen perlengkapan.	39
Tabel 5. 11 Penilaian BMS <i>level</i> 3-5 jembatan Sawahan.	40
Tabel 5. 12 Penilaian BMS level 3.	41
Tabel 5. 13 Penilaian BMS level 2.	42
Tabel 5. 14 Penilaian BMS level 1.	42
Tabel 5. 15 Rekapitulasi perhitungan nilai kondisi BMS.	42
Tabel 5. 16 Hasil CSA komponen pelat.	45
Tabel 5. 17 Hasil CSA komponen gelagar.	46
Tabel 5. 18 Hasil CSA komponen kepala balok/kepala tiang.	47
Tabel 5. 19 Hasil CSA komponen dinding.	49
Tabel 5. 20 Hasil CSA komponen diafragma.	50
Tabel 5. 21 Hasil CSA komponen landasan/bantalan.	51
Tabel 5. 22 Hasil CSA komponen siar muai.	52
Tabel 5. 23 Hasil CSA komponen dinding belakang, dinding sayap.	53

Tabel 5. 24 Hasil perhitungan WCS jembatan Sawahan.	54
Tabel 5. 25 Hasil penilaian indeks jembatan (BCI)	55
Tabel 5. 26 Perbandingan metode BMS dan BCI WSDOT.	55
Tabel 5. 27 Umur ekivalen dan perkiraan umur layan jembatan.	56
Tabel 5. 28 Proyeksi nilai kondisi keempat jembatan.	56
Tabel 5. 29 Selisih tahun penanganan dengan tahun survey.	57
Tabel 5. 30 Proyeksi <i>Bridge Condition Index</i>	58
Tabel 5. 31 Periode Tahun Rencana Rehabilitasi.	64
Tabel 5. 32 Data kondisi jembatan.	65
Tabel 5. 33 Kecepatan arus bebas dasar.	66
Tabel 5. 34 BBMi BOK normal.	67
Tabel 5. 35 Koi BOK normal.	67
Tabel 5. 36 BPi BOK normal.	68
Tabel 5. 37 BUi BOK normal.	68
Tabel 5. 38 BBi BOK normal.	69
Tabel 5. 39 Biaya Penyusutan BOK normal.	69
Tabel 5. 40 Biaya bunga Mmdal BOK normal.	70
Tabel 5. 41 Biaya asuransi BOK normal.	70
Tabel 5. 42 Total BOK kondisi normal.	70
Tabel 5. 43 BOK kondisi normal pada ruas tol Solo-Ngawi.	71
Tabel 5. 44 BBMi BOK pemeliharaan.	72
Tabel 5. 45 KOi BOK pemeliharaan.	72
Tabel 5. 46 BPi BOK pemeliharaan.	73
Tabel 5. 47 BUi BOK pemeliharaan.	73
Tabel 5. 48 BBi BOK pemeliharaan.	74
Tabel 5. 49 Biaya penyusutan BOK pemeliharaan.	74
Tabel 5. 50 Biaya bunga modal BOK pemeliharaan.	75
Tabel 5. 51 Biaya Asuransi BOK pemeliharaan.	75
Tabel 5. 52 Total Biaya operasi Kendaraan Tiap Kendaraan.	76
Tabel 5. 53 BOK Pemeliharaan Ruas Tol Solo-Ngawi.	76
Tabel 5. 54 Peningkatan BOK.	76
Tabel 5. 55 Durasi perbaikan jembatan Grompol.	77
Tabel 5. 56 Nilai waktu berdasarkan okupansi.	78
Tabel 5. 57 PBPJ per jam jembatan Grompol.	78
Tabel 5. 58 Biaya penanganan jembatan Grompol.	79
Tabel 5. 59 PBPJ/jam pada empat jembatan.	79
Tabel 5. 60 Total PBPJ berdasarkan lama tundaan.	79
Tabel 5. 61 Total biaya penanganan empat jembatan.	80
Tabel 5. 62 Hasil PPJn, PPKn dan PPWn Jembatan Grompol	80
Tabel 5. 63 Hasil perhitungan seluruh biaya keuntungan perbaikan jembatan.	81
Tabel 5. 64 Hasil perhitungan NPV dan NPV/m jembatan.	81
Tabel 5. 65 Hasil perhitungan IRR jembatan.	81
Tabel 5. 66 Usulan prioritas penanganan jembatan.	82

DAFTAR NOTASI

a	= Konstanta sebesar 4,66
Ad	= Luas Lantai Jembatan
A_R	= percepatan rata-rata
A_M	= percepatan
b	= Konstanta sebesar 1,905
B_1	= Biaya pengalihan arus pada tahun ke-n
BOK	= Biaya Operasional Kendaraan
BOK	= Biaya Operasi Kendaraan
BT	= Biaya Tetap
BTT	= Biaya Tidak Tetap
$BiBBM_i$	= biaya konsumsi bahan bakar minyak
BK	= berat kendaraan total
BO_i	= biaya konsumsi oli
BP_i	= biaya konsumsi suku cadang
BU_i	= biaya upah pemeliharaan kendaraan
BB_i	= biaya konsumsi ban
$Cost$	= Biaya Perbaikan
CM	= <i>Condition Mark</i>
CR_I^{UDC}	= Komponen keandalan kondisi setelah pemeriksaan,
CR_{Ii}	= Keandalan kondisi terintegrasi
DR	= <i>Discount Rate</i>
FV	= <i>Future Value</i>
FR	= turunan rata-rata
HK_i	= harga satuan kendaraan
HO_j	= harga satuan oli
$HBBM_j$	= harga satuan bahan bakar minyak
HB_i	= harga satuan ban
i	= Tingkat potongan untuk evaluasi ekonomi sebesar 15 %
IDC	= <i>Ideal Deterioration Curve</i>

IRR	= <i>Internal Rate of Return</i>
IRI	= Kekasaran jalan
PV	= <i>Present Value</i>
NPV	= <i>Net Present Value</i>
IBMS	= <i>Interurban Bridge Management System</i>
KO _i	= konsumsi oli
KB _i	= konsumsi ban
KJP _i	= kebutuhan jam pemeliharaan
KBBM _i	= konsumsi bahan bakar minyak
LHRT	= Lintas Harian Rata-rata Tahunan
n	= Tahun penanganan jembatan
NK	= Nilai Kondisi
P jembatan	= Panjang Jembatan (m)
PDC	= <i>Predicted Deterioration Curve</i>
PPJ _n	= Penghematan yang timbul pada tahun ke-n akibat perbaikan jembatan pada tahun penanganan
PPK _n	= Penghematan pengurangan kecepatan pada tahun ke-n
PPW _n	= Penghematan peningkatan waktu pada tahun ke-n
P _i	= konsumsi suku cadang
r	= faktor pertumbuhan kendaraan
R _R	= tanjakan rata-rata
SA	= simpangan baku percepatan
vk	= kecepatan sesaat
V _R	= kecepatan
t _i	= Waktu inspeksi
Uc	= Harga Satuan Permeter Persegi Lantai
UDC	= <i>Updated Deterioration Curve</i>
UR	= Umur Rencana
UTP	= upah tenaga pemeliharaan kendaraan
ΔR	= Tindakan rehabilitasi