

TUGAS AKHIR

**ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI
SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017**

*(Studi Kasus Jln. Trunojoyo, Desa Boro, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten
Tulungagung, STA 0+000 – STA 1+170)*

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Disusun Oleh :

ADILLA YUDIA PURNAMA

NIM. 1721131



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2022

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI
SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

ADILLA YUDIA PURNAMA

NIM : 1721131

**Telah disetujui oleh dosen pembimbing untuk diujikan
Pada tanggal 17 Februari 2022**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen pembimbing II


Ir. Togi H. Nainggolan, MS

NIP. Y. 1018300052


Ir. Eding Iskak Imananto, MT

NIP. 19660506 199303 1 004

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1


Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 1030300383

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI
SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017**

*Tugas Akhir Ini Telah Di Pertahankan di Depan Dosen Pembahas pada tanggal
17 Februari 2022 Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk
Menulis Tugas Akhir Teknik Sipil S1*

Disusun Oleh :

ADILLA YUDIA PURNAMA

NIM : 1721131

Anggota Pembahas :

Dosen Pembahas I

Dosen Pembahas II

Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT
NIP. 196702181993031002

Annur Ma'ruf, ST, MT.
NIP. P. 103 17 00528

Disahkan Oleh :

Ketua Program Teknik Sipil S-1

Sekretaris Jurusan

Dr. Yosimso P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 1030300383

Mohammad Erfan, ST, MT.
NIP. 101 8700 151

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2022**



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
Jl. Bendungan Sigurgura No. 2 Telp. (0341) 551431 Kota Malang

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **ADILLA YUDIA PURNAMA**
NIM : 17 21 131
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

**“ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI
SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017”**

Adalah hasil karya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat, serta tidak mengutip seluruh karya orang lain kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Malang, Maret 2022

Yang Membuat Pernyataan



ADILLA YUDIA PURNAMA

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang maha pengasih dan penyayang berkat limpahan ilmu pengetahuan dari-Nya, sehingga dapat menyelesaikan tugas penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat waktu.

Tugas Akhir ini berjudul “ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017”. Ucapan syukur dan rasa terima kasih saya haturkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Togi H. Nainggolan, MS., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
3. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir
4. Bapak dan Ibu Dosen ITN Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu pengetahuan guna menunjang penyusunan Tugas Akhir ini
5. Kedua Orang Tua dan Rizquna Hidayatun Nurmalitasari, yang telah mensupport dalam segala hal
6. Semua pihak yang terlibat dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini

Penyusun menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan baik dalam penyajian maupun informasi. Oleh karena itu saran dan masukan yang membangun demi perbaikan Tugas Akhir. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi orang banyak.

Malang, Maret 2022.

Adilla Yudia Purnama
NIM. 1721131

**“ANALISA KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE SDI DAN IRI
SERTA PENANGANANNYA DENGAN METODE LENDUTAN MANUAL
DESAIN PERKERASAN JALAN 2017” (STUDI KASUS JLN.
TRUNOJOYO, DESA BORO, KECAMATAN KEDUNGWARU,
KABUPATEN TULUNGAGUNG, STA 0+000 – STA 1+170)**

Oleh : Adilla Yudia Purnama (NIM. 1721131), Pembimbing I : Ir. Togi H. Nainggolan, MS., Pembimbing II : Ir. Eding Iskak Imananto, MT. Program Studi Teknik Sipil S-1. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

ABSTRAK

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting sebagai penunjang mobilisasi barang, jasa maupun orang. Sehingga dengan adanya suatu sistem transportasi yang baik, mulai dari kondisi dan fasilitas jalan dapat meningkatkan perekonomian dan kesejahteraan masyarakat sebagai pengguna transportasi. Kerusakan jalan dapat menyebabkan kurang optimalnya fungsi dari jalan tersebut. Seperti yang terjadi di Jalan Trunojoyo, Kecamatan Kedungwaru, Kabupaten Tulungagung, yang mengalami berbagai macam jenis kerusakan.

Dalam perencanaan perbaikan harus matang dan mendetail yang mempertimbangkan aspek ekonomis, aspek keselamatan pengguna jalan dan kualitas tebal perkerasan sesuai dengan yang direncanakan. Maka dari itu, untuk menentukan perencanaan pemeliharaan jalan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*) dan IRI (*International Roughness Index*) Bina Marga 2011 dengan melakukan survei kerusakan langsung dilapangan setiap 100 m. Sedangkan dalam penanganan kerusakan jalan menggunakan metode analisa lalu lintas dan lendutan FWD Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, dimana data LHR dan lendutan FWD didapat dari Dinas PU Bina Marga Kabupaten Tulungagung. Penggunaan metode ini juga didasarkan dengan data lendutan maksimum dan lengkung lendutan dengan pendekatan desain mekanistik empiris untuk rehabilitasi jalan dengan lalu lintas berat sesuai dengan masalah yang dialami.

Hasil analisis diketahui jika nilai SDI rata-rata di Jalan Trunojoyo yaitu 145 yang menunjukkan kondisi kerusakan rusak ringan dan nilai IRI rata-rata 7,878 yang menunjukkan kondisi kerusakan rusak sedang, sehingga jenis pemeliharaan yang tepat berdasarkan kedua nilai tersebut adalah pemeliharaan berkala dengan penambahan tebal lapis tambah (Overlay) pada lapis aus (AC-WC) terhadap perkerasan lama. Dengan tebal overlay didapatkan sebesar 10 cm menggunakan lendutan FWD, dengan jumlah biaya pemeliharaan sebesar Rp 3.037.587.374,25.

Kata kunci : SDI, Overlay AC-WC, FWD, Biaya Overlay AC-WC

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Studi	5
1.5 Manfaat Studi	5
1.6 Batasan Masalah	6
1.7 Keaslian Studi.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Studi - Studi Terdahulu.....	8
2.2 Definisi dan Klasifikasi Jalan	16
2.2.1. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas Jalan	16
2.2.2. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi Jalan	17
2.2.3. Klasifikasi Jalan Berdasarkan Wewenang Pembinaan.....	20
2.3 Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>).....	21
2.4 Jenis Perkerasan Jalan	22
2.4.1. Perkerasan Lentur	23
2.4.2. Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	24
2.4.3. Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	25
2.5 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur	26

2.5.1. Penjelasan jenis-jenis kerusakan	26
2.5.2. Beberapa jenis kerusakan di lokasi studi penyusun	40
2.6. Kerusakan Jalan	43
2.7. Identifikasi Tingkat Kerusakan	45
2.8. Pemeliharaan Jalan	46
2.9. Analisa Kerusakan Metode SDI (Surface Distress Index)	47
2.9.1. Survei Pendahuluan	47
2.9.2. Survei Inventarisasi Jalan	47
2.9.3. Identifikasi Permasalahan Jalan	48
2.9.4. Survei Kondisi Perkerasan	48
2.9.4. Nilai Total Kondisi Jalan Metode SDI	50
2.10. Analisa Kerusakan Jalan Metode IRI	50
2.11. Jenis Pemeliharaan Berdasarkan Metode SDI dan IRI	52
2.12. Perencanaan Overlay Metode MDP Jalan 2017	53
2.13. Lendutan dengan <i>Falling Weight Deflectometer</i> (FWD)	65
2.14. Analisa Biaya Perawatan/Perencanaan Overlay	68
2.14.1. Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	68
2.14.2. Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	68
BAB III METODOLOGI STUDI	70
3.1 Rancangan Studi	70
3.2 Tahapan Studi	70
3.2.1. Lokasi Studi	70
3.2.2. Survei Kerusakan Jalan	72
3.2.3. Analisa Kerusakan Metode SDI dan IRI Bina Marga 2011	72
3.2.4. Analisa Volume Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>) a	72
3.2.5. Perhitungan Biaya Perawatan dan Pemeliharaan	73
3.3. Jenis Data dan Sumber Data	73
3.3.1. Data Primer	73
3.3.2. Data Sekunder	73
3.4 Subjek Studi	73

3.5	Variabel Studi	74
3.6	Metode Pengumpulan Data	74
3.6.1.	Data Survei Kerusakan	75
3.6.2.	Alur Pelaksanaan Survei.....	77
3.6.3.	Alur Analisis Kerusakan Metode Bina Marga	78
3.6.4.	Perencanaan Pemeliharaan Metode MDP 2017	79
3.7.	Analisa Pengolahan Data.....	80
3.8	Bagan Alir.....	82
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....		83
4.1.	Hasil Survei Kerusakan Jalan di Lokasi Studi.....	83
4.1.1.	Hasil Survei Kerusakan Jalan	83
4.1.2.	Analisa Luasan dan Prosentase Kerusakan Retak	86
4.2.	Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI (<i>Surface Distress Index</i>) .	105
4.2.1.	Penentuan Penilaian Luasan Kerusakan Retak (SDI ^a)	105
4.2.2.	Penentuan Penilaian Lebar Kerusakan Retak (SDI ^b)	106
4.2.3.	Penentuan Penilaian Jumlah Lubang (SDI ^c)	107
4.2.4.	Penentuan Penilaian Bekas Roda (SDI ^d).....	108
4.2.5.	Nilai SDI total.....	109
4.2.6.	Hubungan Nilai SDI dengan Kondisi Jalan.....	110
4.3.	Analisis Kerusakan Jalan Metode IRI	111
4.3.1.	Mencari Nilai RCI Pada Setiap Segmen Jalan	111
4.3.2.	Mencari Nilai IRI	112
4.3.4.	Hubungan Nilai IRI dengan Kondisi Jalan.....	113
4.4.	Jenis Penanganan Kerusakan Metode Bina Marga 2011.....	114
4.3.	Tebal Lapis Tambah (Overlay) Jalan Metode MDP Jalan 2017 ..	116
4.3.1.	Analisa Lalu Lintas (CESAL)	116
4.3.2.	Analisa Lendutan.....	121
4.3.3.	Tebal Lapis Tambah (Overlay)	129
4.4.	Perhitungan Biaya Pemeliharaan	133
BAB V KESIMPULAN		135

6.1. KESIMPULAN	135
6.2. SARAN.....	136
DAFTAR PUSTAKA	137
LAMPIRAN.....	139

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penilaian Luas Retakan	49
Tabel 2.2 Penilaian Lebar Retakan	49
Tabel 2.3 Penilaian Jumlah Lubang	49
Tabel 2.4 Penilaian Bekas Roda.....	49
Tabel 2.5 Hubungan Antara Nilai Total SDI Dengan Kondisi Jalan.....	50
Tabel 2.6 Penentuan Nilai RCI	51
Tabel 2.7 Parameter <i>International Roughness Index</i> (IRI)	52
Tabel 2.8 Jenis Penanganan Berdasarkan Kondisi Jalan	52
Tabel 2.9 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	56
Tabel 2.11 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga.....	57
Tabel 2.10 Faktor Distribusi Lajur (DL).....	57
Tabel 2.12 Nilai VDF masing-masing jenis kendaraan niaga.....	58
Tabel 2.13 Faktor koreksi temperatur lendutan (D_0) untuk FWD	60
Tabel 2.14 Faktor koreksi Temp. Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) untuk FWD....	61
Tabel 2.15 Faktor Koreksi Temp. Lendutan (D_0) untuk Benkelmen Beam	61
Tabel 2.16 Faktor Koreksi Temp. Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) untuk BB	62
Tabel 2.17 Faktor Penyesuaian Lengkung Lendutan (D_0 - D_{200}) BB ke FWD.....	63
Tabel 2.18 Faktor Penyesuaian Lendutan (D_0) FWD ke BB.....	63
Tabel 2.19 Nilai f sesuai dengan jenis Jalan	64
Tabel 4.1 Daftar Nama Segmen Jalan yang dilakukan studi	85
Tabel 4.2 Volume Kerusakan Jalan Trunojoyo STA 0+000-0+050	89
Tabel 4.3 Total Volume Kerusakan STA 0+000 - 0+050.....	90
Tabel 4.4 Kedalaman Bekas Roda	90
Tabel 4.5 Volume Kerusakan Jalan Trunojoyo STA 0+050 - 0+100	91
Tabel 4.6 Total Volume Kerusakan STA 0+050 - 0+100.....	92
Tabel 4.7 Kedalaman Bekas Roda	92
Tabel 4.8 Formulir Survei STA 0+000 - STA 0+100	93
Tabel 4.9 Volume Kerusakan Jalan Trunojoyo STA 0+100 - 0+150	96
Tabel 4.10 Total Volume Kerusakan STA 0+100 - 0+150.....	97

Tabel 4.11 Kedalaman Bekas Roda	97
Tabel 4.12 Volume Kerusakan Jalan Trunojoyo STA 0+150 - 0+200	98
Tabel 4.13 Total Volume Kerusakan STA 0+150 - STA 0+200	99
Tabel 4.14 Kedalaman Bekas Roda	99
Tabel 4.15 Formulir Kerusakan Jalan STA 0+100 - STA 0+200	100
Tabel 4.16 Rekapitulasi Kerusakan Jalan	101
Tabel 4.17 Rekapitulasi Kondisi Kerusakan	102
Tabel 4.18 Rekapitulasi Prosentase Kerusakan Retak	104
Tabel 4.19 Rekapitulasi Nilai SDI ^a Kerusakan Retak.....	105
Tabel 4.20 Rekapitulasi Nilai SDI ^b Lebar Retakan	106
Tabel 4.21 Rekapitulasi Nilai SDI ^c Jumlah Lubang	107
Tabel 4.22 Rekapitulasi Nilai SDI ^d Bekas Roda.....	108
Tabel 4.23 Rekapitulasi Nilai Total SDI.....	109
Tabel 4.24 Rekapitulasi Hubungan Nilai Total SDI dengan Kondisi Kerusakan	110
Tabel 4.25 Rekapitulasi Nilai RCI Tiap Segmen Jalan	111
Tabel 4.26 Rekapitulasi Nilai IRI Setiap Segmen Jalan	113
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Kondisi Jalan Pada Setiap Segmen Jalan.....	114
Tabel 4.28 Jenis Penanganan Pada Tiap Segmen Jalan Trunojoyo	115
Tabel 4. 29 Jenis-jenis Kendaraan Niaga.....	117
Tabel 4.30 Nilai VDF4 dan VDF5 masing- masing kendaraan niaga	117
Tabel 4.31 LHR Akhir pada setiap jenis kendaraan untuk 10 tahun mendatang	118
Tabel 4.32 Rekapitulasi Perhitungan ESA4 dan ESA5	120
Tabel 4.33 Rekap. Nilai Lendutan Yang Sudah Dinormalkan ke beban 40 KN	122
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Nilai Lengkung Lendutan D ₀ -D ₂₀₀	123
Tabel 4.35 Rekapitulasi Faktor Koreksi Temperatur Untuk D ₀ dan D ₂₀₀	124
Tabel 4.36 Rekapitulasi D ₀ terkoreksi dan D ₀ -D ₂₀₀ terkoreksi	126
Tabel 4.37 Rekapitulasi Penyesuaian D ₀ FWD ke D ₀ BB	127
Tabel 4.38 Rekapitulasi Analisa Lendutan FWD	128
Tabel 4.39 Rekapitulasi Biaya Tebal Lapis Tambah Ruas Jalan Trunojoyo	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Beberapa kerusakan retak buaya, retak memanjang dan amblas	2
Gambar 1.2 Beberapa Kendaraan Berat yang melintas di Jln. Trunojoyo.....	3
Gambar 2.1 Bagian-Bagian jalan menurut UU RI No. 38 Tahun 2004.....	16
Gambar 2.2 Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur (<i>flexible pavement</i>).....	24
Gambar 2.3 Susunan Lapis Konstruksi Perkerasan Kaku.....	25
Gambar 2.4 Lapisan Perkerasan Komposit.....	26
Gambar 2.5 Alur.....	27
Gambar 2.6 Gambar Amblas Pada Permukaan Jalan Di Jalan Trunojoyo	27
Gambar 2.7 Sungkur	28
Gambar 2.8 Bergelombang	29
Gambar 2.9 Mengembang.....	29
Gambar 2.10 Benjol dan Turun.....	30
Gambar 2.11 Retak Diagonal.....	31
Gambar 2.12 Retak Memanjang	31
Gambar 2.13 Retak Memanjang	31
Gambar 2.14 Retak Blok.....	32
Gambar 2.15 Retak kulit Buaya.....	32
Gambar 2.16 Retak Melintang	33
Gambar 2.17 Retak Slip	33
Gambar 2.18 Retak Berkelok-kelok.....	34
Gambar 2.19 Retak Refleksi Sambungan	35
Gambar 2.20 Retak Pinggir/Pinggir Pecah	36
Gambar 2.21 Jalur atau Bahu Jalan Turun.....	36
Gambar 2.22 Kerusakan Jalan Stripping.....	37
Gambar 2.23 Pengelupasan.....	38
Gambar 2.24 Agregat Licin.....	38
Gambar 2.25 Kagemukan.....	39
Gambar 2.26 Pelapukan dan Butiran Lepas.....	39
Gambar 2.27 Jalan Berlubang	40

Gambar 2.28 Kerusakan Tambalan.....	40
Gambar 2.29 Retak Kulit Buaya di Jalan Trunojoyo, Kabupaten Tulungagung ..	41
Gambar 2.30 Retak memanjang di Jalan Trunojoyo, Kabupaten Tulungagung ..	41
Gambar 2.31 Jalan Berlubang di Jalan Trunojoyo, Kabupaten Tulungagung	42
Gambar 2.32 Pengelupasan di Jalan Trunojoyo, Kabupaten Tulungagung	43
Gambar 2.33 Alat Penguji Perkerasan Jalan FWD	65
Gambar 2.34 Konfigurasi Geophone.....	66
Gambar 3.1 Peta Lokasi Studi di Jalan Trunojoyo, Kabupaten Tulungagung.....	71
Gambar 3.2 Buku Pedoman Kerusakan Jalan MDP 2017	75
Gambar 3.3 Formulir Survei Kerusakan Jalan.....	75
Gambar 3.4 Roll Meter	75
Gambar 3.5 PiloX untuk menandai bagian yang mengalami kerusakan	76
Gambar 3.7 Bolpoin dan Tipe-X.....	76
Gambar 3.8 Handphone untuk melakukan dokumentasi	76
Gambar 3.6 Surveyor memakai APD.....	76
Gambar 3.9 Survei Kerusakan Jalan 100 m per segmen.....	77
Gambar 3.10 Survei Kerusakan Jalan Tiap 50 m.....	77
Gambar 3.11 Lokasi Studi Penyusun di Jalan Trunojoyo, Desa Boro.....	79
Gambar 3.12 Bagan Alir Studi Perencanaan.....	82

DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1 Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik <i>Benkelmen Beam</i> untuk WMAPT 41° C.....	54
Grafik 2.2 Tebal <i>Overlay</i> aspal konvensional untuk mencegah retak akibat lelah pada MAPT > 35 (<i>Overlay</i> Tipis)	55
Grafik 2.3 Tebal <i>Overlay</i> aspal konvensional untuk mencegah retak lelah pada MAPT > 35 (<i>Overlay</i> Tebal).....	55
Grafik 4.1 Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik Benkelman Beam untuk WMAPT 41	130
Grafik 4.2 Tebal <i>Overlay</i> tipis berdasarkan lengkung lendutan (FWD).....	131
Grafik 4.3 Tebal <i>Overlay</i> Tebal berdasarkan Lengkung Lendutan (FWD).....	131