

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA PERKERASAN DAN
REKOMENDASI PENANGANAN MENGGUNAKAN
MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN BINA
MARGA 2013 PADA JALAN PAKEM-TURI KM 2,7-4,7
(*PAVEMENT PERFORMANCE EVALUATION AND
RECOMMENDATION HANDLING USING ROAD
PAVEMENT MANUAL DESIGN BINA MARGA 2013 ON
PAKEM-TURI ROAD KM 2,7-4,7*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Hertanto Indra Pratama
11511134**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2017**

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA PERKERASAN DAN REKOMENDASI PENANGANAN MENGGUNAKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN BINA MARGA 2013 PADA JALAN PAKEM-TURI KM 2,7-4,7 (*PAVEMENT PERFORMANCE EVALUATION AND RECOMMENDATION HANDLING USING ROAD PAVEMENT MANUAL DESIGN BINA MARGA 2013 ON PAKEM-TURI ROAD KM 2,7-4,7*)

disusun oleh

Hertanto Indra Pratama

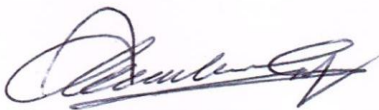
11511134

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Di uji pada tanggal 7 Juni 2017

oleh Dewan Penguji:

Pembimbing



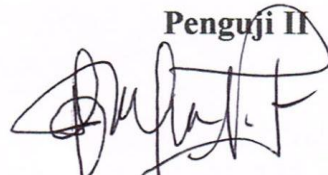
Ir. Subarkah, M.T.

Penguji I



Faizul Chasanah, S.T., M.Sc

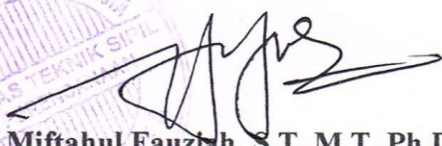
Penguji II



Berlian Kushari, S.T., M.Eng

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk menyelesaikan program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas dengan norm, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 7 Juni 2017

Yang membuat pernyataan



Hertanto Indra Pratama

11511134

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur selalu tercurahkan pada kehadiran Allah SWT atas pemberian rahmat dan hidayahnya karena penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ***“EVALUASI KINERJA PERKERASAN DAN REKOMENDASI PENANGANAN MENGGUNAKAN BINA MARGA 2013 PADA JALAN PAKEM-TURI KM 2,7-4,7”***. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Prodi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama melaksanakan dan menyusun Tugas Akhir ini, tak lepas dari berbagai pihak lain yang telah membantu baik dari segi bimbingan, arahan serta saran dan kritik yang sifatnya membangun. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada.

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T, M.T., Ph.D., selaku ketua jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan izin serta masukan selama pembuatan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Subarkah, M.T. selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan, dan kesabaran sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Faizul Chasanah, ST, M.Sc. selaku Dosen Penguji atas saran dan perbaikan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji atas saran dan perbaikan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Kedua orang tua penulis Ayahanda Hirlan Susanto dan Ibunda Sri Lestari, S.Kep.Ns yang telah memberikan segalanya dari dukungan biaya, semangat dan doa selama menuntut ilmu di Yogyakarta sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
6. Kedua adik penulis Herlambang K.S. dan Rafika Puspitasari, Amd.Keb. yang selalu memberi semangat dan saran sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.
7. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto selaku Teknisi Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

8. Ifi Handayani dan Farhan sahabat terdekat penulis yang selalu memberikan semangat, saran, dan doa selama proses hingga terselesaikannya tugas akhir ini.
9. Ifi, Farhan, Thoriq, Tahrir, Uzi A, Rangi, Aris, Larasuci, Sulthon, Tito, Yudi, Taufik, dan Irfan atas bantuan selama pengambilan data di lapangan.
10. Ibu Wiwik dan Bapak Joko selaku karyawan Bagian Umum yang sangat membantu.
11. Semua pihak dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karenanya penulis masih memerlukan masukan dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 7 Juni 2017
Yang membuat pernyataan

Hertanto Indra Pratama
11511134

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii
ABSTRAK	xiii
<i>ABSTRACT</i>	<i>xiv</i>
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Lokasi Penelitian	3
BAB II STUDI PUSTAKA	4
2.1 Tinjauan Umum	4
2.2 Lendutan Balik	4
2.3 Ketidakrataan Jalan	5
2.4 Penelitian Terdahulu	5
BAB III LANDASAN TEORI	11
3.1 Metode Lendutan	11
3.2 Ketidakrataan Jalan	13
3.3 <i>Core Drill</i>	13
3.4 Kerusakan Jalan	14
3.4.1 Jenis Kerusakan Jalan	14
3.4.2 Persentase Kerusakan	16

3.5	Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013	17
	3.5.1 Lalu Lintas	17
	3.5.2 Level Desain dan Pemicu Penanganan	20
3.6	Bagan Alir Prosedur Analisis Bina Marga 2013	26
BAB IV METODE PENELITIAN		28
4.1	Cara Pengumpulan Data	28
4.2	Pengambilan Data Primer	28
	4.2.1 Survei Lendutan	28
	4.2.2 Survei Ketidakrataan	32
	4.2.3 <i>Core Drill</i>	33
	4.2.4 Survei Kerusakan Jalan	33
4.3	Pengambilan Data Sekunder	34
4.4	Metode Analisis Data	34
4.5	Bagan Alir Penelitian	36
BAB V DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN		39
5.1	Rekapitulasi Data	39
	5.1.1 Data Lendutan Balik	39
	5.1.2 Data <i>IRI</i>	41
	5.1.3 Data Tebal Perkerasan	43
	5.1.4 Data Kerusakan Jalan	44
	5.1.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	45
5.2	Analisis Dan Pembahasan	47
	5.2.1 Metode Lendutan	47
	5.2.2 <i>IRI (International Roughness Index)</i>	51
	5.2.3 Kerusakan Jalan	52
	5.2.4 Lalu Lintas	55
	5.2.5 Level Desain Dan Pemicu	57
	5.2.6 Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013	58
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		66
6.1	Kesimpulan	66
6.2	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		68
LAMPIRAN		70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Yang Sekarang	5
Tabel 3.1 Rentang Nilai <i>IRI</i>	13
Tabel 3.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain	17
Tabel 3.3 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai <i>VDF</i> Standar	11
Tabel 3.4 Tahap Analisis dan Penangan Perkerasan	20
Tabel 3.5 Umur Rencana, Nilai Pemicu Penanganan, dan Jenis Pelapis Perkerasan	21
Tabel 3.6 Deskripsi Pemicu (<i>Trigger</i>)	21
Tabel 3.7 Pemicu Ketidakrataan Untuk <i>Overlay</i> dan Rekonstruksi	22
Tabel 3.8 Lendutan Pemicu Untuk Lapis Tambah dan Rekonstruksi	23
Tabel 3.9 Jenis Penanganan Beban Lalin < 1 Juta <i>ESA₅</i>	24
Tabel 5.1 Pembagian Segmen	39
Tabel 5.2 Data Lendutan Balik Lajur Pakem-Turi	40
Tabel 5.3 Data Lendutan Balik Lajur Turi-Pakem	40
Tabel 5.4 Data <i>IRI</i> Lajur Pakem-Turi	41
Tabel 5.5 Data <i>IRI</i> Lajur Turi-Pakem	42
Tabel 5.6 Data Tebal Perkerasan	43
Tabel 5.7 Data Kerusakan Jalan Lajur Pakem-Turi	44
Tabel 5.8 Data Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem	45
Tabel 5.9 LHR Lajur Pakem-Turi	46
Tabel 5.10 LHR Lajur Turi-Pakem	46
Tabel 5.11 Rekapitulasi Kategori Nilai <i>IRI</i>	51
Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumuatif Lajur Pakem-Turi	55
Tabel 5.13 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumuatif Lajur Turi-Pakem	56
Tabel 5.14 Level Desain Dan Pemicu Penanganan	57
Tabel 5.15 Lajur Pakem-Turi Stasiun 2 + 900 Sampai 3 + 100	59
Tabel 5.16 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	3
Gambar 3.1 Bagan Alir Analisis Bina Marga 2013	27
Gambar 4.1 Titik Uji Tipe Jalan 2 Lajur	30
Gambar 4.2 Posisi Beban Uji Benkelman Beam	31
Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian	37
Gambar 5.1 Hasil Analisis Lendutan Balik	49
Gambar 5.2 Hasil Analisis Standar Deviasi	49
Gambar 5.3 Hasil Analisis Faktor Keseragaman Lendutan	49
Gambar 5.4 Hasil Analisis Lendutan Wakil	50
Gambar 5.5 Analisis Nilai <i>IRI</i>	51
Gambar 5.6 Analisis Retak Kulit Buaya	53
Gambar 5.7 Analisis Kerusakan Total	53
Gambar 5.8 Analisis Kerusakan <i>Heavy Patching</i>	53
Gambar 5.9 Analisis Kerusakan Serius	54
Gambar 5.10 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013	60
Gambar 5.11 Penempatan Rambu Pengaman	62
Gambar 5.12 Tanda Pada Daerah Yang Diperbaiki	63
Gambar 5.13 Pemasangan Menggunakan <i>Baby Roller</i>	63
Gambar 5.14 Penempatan Rambu Pengaman	64
Gambar 5.15 Penggalan Pada Daerah Yang Diperbaiki	64
Gambar 5.16 Pemasangan Agregat	65
Gambar 5.17 Penghamparan Aspal	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data LHR	68
Lampiran 2 Hasil Uji <i>Benkelman Beam</i>	70
Lampiran 3 Hasil Uji <i>Core Drill</i>	71
Lampiran 4 Hasil Uji Roughmtere NAASRA	72
Lampiran 5 Foto Pengujian <i>Core Drill</i>	74
Lampiran 6 Foto Pengujian <i>Roughness NAASRA</i>	75
Lampiran 7 Foto Pengujian <i>Benkelman Beam</i>	76
Lampiran 8 Foto Kerusakan Jalan	77
Lampiran 9 Sketsa Kerusakan Jalan	79

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>IRI</i>	: <i>International Roughness Index</i>
LHRT	: Lalu lintas Harian Rata-Rata Tahunan
NAASRA	: <i>National Association Of Australian State Road Authorities</i>
<i>IRMS</i>	: <i>Integrated Road Management System</i>
dB	: Lendutan Balik
fkBB	: Faktor Koreksi Beban Uji
FK	: Faktor Keseragaman Lendutan Balik
dR	: Lendutan Rata-Rata Pada Suatu Seksi Jalan
R	: Faktor Pengali Lalu lintas
<i>VDF</i>	: <i>Vehicle Damage Factor</i>
<i>ESA</i>	: <i>Equivalent Standard Axle</i>
<i>CESA</i>	: <i>Cumulative Equivalent Standard Axle</i>

ABSTRAK

Jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7 merupakan Jalan Nasional yang difungsikan sebagai jalan kolektor primer. Secara visual Jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7 terdapat beberapa kerusakan, di antaranya adalah retak-retak, alur, lubang, amblas dan bergelombang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi perkerasan eksisting dan rekomendasi penanganan mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

Data yang didapatkan dari pengujian langsung di lapangan adalah lendutan balik yang diuji menggunakan alat *benkelman beam*, nilai *IRI* yang di uji menggunakan alat *roughometer* dari *NAASRA*, tebal perkerasan jalan yang diambil menggunakan alat *core drill*, dan kerusakan jalan yang diambil secara survei visual. Data lalu lintas didapatkan dari Dinas Bina Marga. Metode analisis menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013

Hasil lendutan balik menunjukkan kinerja perkerasan jalan sangat baik yaitu berkisar 0%-10%. Hasil *IRI* sebagai indikator pelayanan jalan menunjukkan rusak berat karena melebihi 12. Kerusakan jalan yang terjadi didominasi oleh retak kulit buaya dimana nilai tertinggi adalah 285,05 m² pada rentang 200 m. Pada lajur Pakem-Turi terdapat 1 penanganan pemeliharaan rutin, 1 penanganan kupas dan ganti material, dan 8 penanganan *heavy patching*. Pada lajur Turi-Pakem terdapat 8 penanganan pemeliharaan rutin dan 2 penanganan *heavy patching*.

Kata Kunci: *Benkelman Beam*, *IRI*, Bina Marga 2013

ABSTRACT

The Pakem-Turi road Km 2,7-4,7 is a national road that functioned as primary collector road. Visually, parts of the road Pakem-Turi Km 2.7-4.7 sustained severe damages, which are cracks, broken grooves, holes, collapsed and bumps. The purpose of this research is to examine the condition of existing pavement existing and handling recommendation refered to Road Pavement Manual Design Bina Marga 2013.

Data obtained from testing directly behind the field test are, deflections which were tested using a benkelman beam device, the value of IRI in a test using a roughometer from NAASRA device, road pavement thickness taken using a core drill device, and damage to roads taken by visual survey. Traffic data are obtained from the office of Bina Marga. The method of analysis used Road Pavement Manual Design Bina Marga 2013.

The results showed a deflection behind the excellent performance of the pavement which ranges from 0% -10%. IRI results as an indicator of service exceeds the number 12, which means the road was severely damaged. The road damage that occurred is dominated by a crocodile skin type cracks where the highest value is 285,05 m² in the range of 200 m. On Pakem-Turi lane there are 1 routine maintenance handling, 1 peel and material replacement handlings and 8 heavy patching handlings. On Turi-Pakem lane there are 8 routine maintenance handlings, and 2 heavy patching handlings.

Keywords: Benkelman Beam, IRI, Bina Marga 2013

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana penting dalam perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah. Pesatnya perkembangan dan pertumbuhan suatu wilayah berdampak pada pertumbuhan lalu lintas yang semakin padat. Jalan yang dilalui dengan volume lalu lintas yang tinggi akan cepat mengalami penurunan pelayanan jalan dan kualitas jalan, hal ini ditandai dengan adanya kerusakan pada permukaan jalan.

Ruas jalan Pakem-Turi merupakan jalan Nasional yang difungsikan sebagai jalan kolektor primer dan menghubungkan arus lalu lintas dari arah Magelang menuju Yogyakarta ataupun sebaliknya. Secara visual Jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7 terdapat beberapa kerusakan di antaranya adalah retak-retak, rusak alur, lubang, ambles dan jalan yang bergelombang. Perlu dilakukan adanya evaluasi perkerasan jalan sehingga dapat diketahui kinerja perkerasan, tingkat pelayanan, dan tingkat kerusakan jalan yang terjadi, beserta cara penanganannya.

Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 digunakan sebagai acuan dalam evaluasi perkerasan jalan ini, dalam manual ini terdapat korelasi dari nilai lendutan balik yang menunjukkan kinerja perkerasan, nilai *IRI (International Roughness Index)* yang menunjukkan tingkat pelayanan jalan, dan presentase kerusakan jalan yang menyatakan tingkat kerusakan jalan dipadukan dengan LHRT (lalu lintas harian rata-rata tahunan) yang kemudian menghasilkan rekomendasi penanganan. Analisis pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 sudah kompleks karena melibatkan beberapa metode dan beberapa indikator yang kemudian dikombinasikan menjadi sebuah kesimpulan rekomendasi penanganan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kinerja perkerasan yang diberikan oleh lendutan balik
2. Bagaimana tingkat pelayanan yang diberikan oleh nilai *IRI (International Roughness Index)*
3. Bagaimana tingkat kerusakan yang terjadi pada kondisi eksisting
4. Apa jenis rekomendasi penanganan yang diberikan menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja perkerasan yang diberikan oleh *Benkelman Beam*
2. Mengetahui tingkat pelayanan perkerasan berdasarkan nilai *IRI (International Roughness Index)* pada kondisi eksisting.
3. Mengetahui tingkat kerusakan pada kondisi eksisting.
4. Mengetahui jenis rekomendasi penanganan sesuai Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

1.4 Batasan Penelitian

Beberapa batasan masalah yang dibuat supaya penelitian lebih fokus dan terarah. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan Pakem-Turi km 2,7 – 4,7
2. Penelitian tidak melakukan perancangan tebal lapis tambah (*overlay*).
3. Analisis dilakukan dengan membagi tiap segmen sepanjang 200 m.
4. Metode analisis pemilihan jenis rekomendasi penanganan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

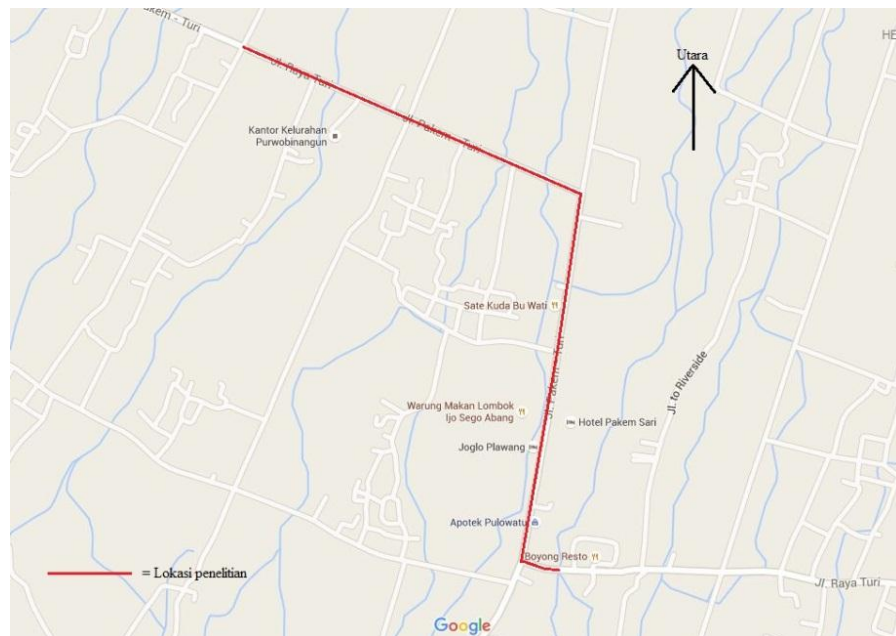
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Pakem-Turi km. 2,7-4,7 adalah sebagai berikut.

1. Hasil dari penelitian dapat menjadi masukan bagi instansi terkait untuk digunakan sebagai evaluasi kerusakan pada ruas jalan tersebut.
2. Sebagai pembelajaran tentang Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada jalan Pakem-Turi km 2,7 – 4,7 dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

(Sumber: *maps.google.co.id*, 2016)

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Sukirman (1992) menyatakan perkerasan jalan merupakan suatu konstruksi yang dibangun diatas tanah dasar (*subgrade*) yang diperuntukkan melayani kegiatan lalu lintas yang lewat diatasnya. Lapis perkerasan jalan paling tidak memenuhi beberapa kriteria sehingga dapat digunakan untuk melayani kegiatan lalu lintas yang lewat, di antaranya adalah aman, nyaman, awet, ekonomis dan sesuai dengan klasifikasi jalanya. Jenis perkerasan jalan yang ada demi memenuhi kebutuhan pelayanan lalu lintas ada tiga yaitu perkerasan kaku (*rigid pavement*) perkerasan lentur (*flexibel pavement*) dan perkerasan gabungan (*composite pavement*).

Hardiyatmo (2007) menyatakan survei evaluasi perkerasan jalan adalah survei untuk menentukan kelayakan/kemantapan struktural dari suatu perkerasan jalan. Evaluasi perkerasan dalam masa layanan merupakan hal yang penting dalam pemeliharaan perkerasan. Kondisi perkerasan ditinjau dari sudut pandang penetapan kriteria perancangan untuk mengadakan pemeliharaan serta program prioritasnya.

2.2 Lendutan Balik

Lendutan merupakan gerakan vertikal pada perkerasan lentur yang diuji menggunakan alat *benkelman beam* yang berfungsi menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan. Pengujian menggunakan alat *benkelman beam* dan dianalisis dengan metode lendutan dapat digunakan untuk menilai kinerja perkerasan. Dalam pedoman PD T-05-2005 yang berjudul Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan disebutkan bahwa kebutuhan struktur perkerasan yang dicerminkan dengan besaran lendutan sejalan dengan akumulasi beban lalu lintas rencana, maka makin banyak lalu lintas yang akan dilayani, lendutan rencana harus semakin kecil.

2.3 Ketidakrataan Jalan

Paterson (1987) menyatakan ketidakrataan jalan adalah penyimpangan dari permukaan jalan yang mempengaruhi dinamika bergerak kendaraan, keselamatan, kenyamanan, kecepatan perjalanan serta dampak pada biaya operasi kendaraan. Ketidakrataan jalan ini disurvei menggunakan alat *roughometer* dari NAASRA, pedoman pelaksanaannya telah diatur pada SNI 03-3426-1994 yang berjudul Survei Kerataan Jalan Menggunakan Alat *Roughometer* NAASRA. Ketidakrataan jalan dinyatakan dalam nilai *IRI* (*International Roughness Index*) dan Direktorat Jenderal Bina Marga mengklasifikasikannya dalam 4 jenis kondisi jalan yaitu baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat.

2.4 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini digunakan juga penelitian terdahulu sebagai studi pustaka, sehingga dapat membedakan penelitian sekarang dengan sebelumnya dan dapat diambil kesimpulan dari penilitan-penelitian terdahulu. Adapun penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*overlay*) Menggunakan Metode Lendutan Dan *Asphalt Institue (MS-17)* 2000

Harahap (2012) menyatakan dalam penelitian yang dilakukan pada Jalan Pakem-Prambanan km 6-8 ini bertujuan mengetahui nilai tebal lapis tambah (*overlay*) beserta parameter yang membedakan hasil analisisnya mengacu pada PD-T-05-2005 yang berjudul Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan dan *Asphalt Institute (MS-17)* 2000. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut.

- a. Hasil analisis nilai lendutan balik menggunakan Bina Marga 2005 mempunyai rentang 0,655-0,744 mm. Sedangkan analisis menggunakan *Asphalt Institute (MS-17)* 2000 mempunyai rentang 0,903-1,108 mm.
- b. Hasil analisis perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan Bina Marga 2005 adalah 6 cm. Sedangkan analisis menggunakan *Asphalt Institute (MS-17)* 2000 adalah 7 cm.

c. Parameter perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dari kedua metode dipengaruhi oleh lalu lintas, faktor regional dan hasil lendutan balik.

2. Analisis Perbandingan Nilai *IRI* Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan *NAASRA*

Siahaan (2014) menyatakan kenyamanan pengemudi dipengaruhi oleh tingkat ketidakrataan permukaan jalan, sehingga digunakan nilai *IRI* (*International Roughness Index*) dengan metode *NAASRA* sebagai acuan penelitiannya. Penelitian dianalisis dengan segmen yang berbeda beda panjangnya dan mengetahui skala prioritas penanganan jalan dari hasil nilai *IRI* (*International Roughness Index*). Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Nilai *IRI* (*International Roughness Index*) dengan panjang segmen 50 m menghasilkan kondisi 12% baik, 65% sedang, 16,50% rusak ringan, dan 6,50% rusak berat. Sedangkan pada panjang segmen 100 m menghasilkan kondisi 3% baik, 53% sedang, 31% rusak ringan, dan 13% rusak berat.
- b. Analisis prioritas penanganan jalan untuk panjang segmen 50 m adalah pemeliharaan rutin, sedangkan untuk panjang segmen 100 m adalah peningkatan jalan.

3. Evaluasi Kinerja Perkerasan Berdasarkan Nilai *PCR* (*Pavement Condition Rating*)

Vernandest (2014) menyatakan dalam penelitiannya metode *SCR* (*Surface Distress Index*) digunakan untuk mengidentifikasi dan tingkat kerusakan perkerasan jalan. Nilai *IRI* (*International Roughness Index*) yang didapatkan menggunakan alat *roughometer NAASRA* digunakan untuk mengestimasi nilai *PSI* (*Present Serviceability Index*). Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil analisis dari nilai *PCR* berada pada kondisi jelek yaitu (84,127%)
2. Hasil analisis dari nilai *PSI* berada pada kondisi kurang yaitu (61,91%)

3. Hasil kondisi jalan menurut metode *PCR* dan metode *PSI* tidak saling berkorelasi dikarenakan metode *PCR* menggunakan dua parameter yaitu *SCR* dan *RCI*. Sedangkan metode *PSI* hanya satu parameter yaitu nilai *IRI*.
4. Mencari Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Menggunakan Metode Lendutan Dan Aplikasi *Roadworks Design System (RDS 5.01)*
 Nababan (2008) menyatakan pada penelitiannya yang dilakukan pada jalan Binjai-Timbang Lawang bertujuan untuk mencari tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan Metode Lendutan yang mengacu pada PD-T-05-2005 yang berjudul Manual Pemeriksaan Jalan Menggunakan Metode Lendutan dan aplikasi *Roadworks Design System (RDS 5.01)*. Pengambilan data lendutan balik di lapangan menggunakan alat *benkelman beam*. Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.
 - a. Hasil tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan Bina Marga 2005 adalah 4 cm untuk *AC-WC* dan 5 cm untuk *AC-BC*. Metode ini digunakan untuk tingkat penanganan tebal lapis tambah (*overlay*) pada permukaan saja.
 - b. Hasil tebal lapis tambah (*overlay*) menggunakan aplikasi *Roadworks Design System (RDS 5.01)* adalah 4 cm untuk *AC-WC*, 5 cm untuk *AC-BC* dan 15 cm Agregat B. Metode ini dapat digunakan untuk berbagai tingkat penanganan mulai dari tebal lapis tambah (*overlay*) sampai rekonstruksi.
5. Perbandingan Penentuan Nilai Ketidakrataan Jalan Berdasarkan Pengamatan Visual Dan Alat *PARVID*
 Sinurat dan Sembiring (2014) menyatakan dalam penelitiannya bertujuan untuk mencari nilai kondisi jalan menggunakan metode visual yaitu *SDI (Surface Distress Index)* dan mencari nilai ketidakrataan jalan yang didapat dari nilai *IRI (International Roughness Index)* menggunakan alat *roughometer NAASRA* dipadukan dengan alat *PARVID (Positioning Accurated Roughness With Video)* sebagai alat pengukur ketidakrataan jalan di lapangan. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut.
 - 1) Hasil analisis kondisi jalan menggunakan metode *SDI* pada ruas jalan yang diteliti mempunyai nilai *SDI*=34,3 yang dikategorikan baik.

- 2) Hasil analisis ketidakrataan jalan menggunakan alat *roughometer NAASRA* mempunyai nilai *IRI*=6,57 yang dikategorikan sedang.
6. Evaluasi Kondisi Jalan Untuk Keperluan Rehabilitasi Dan Pemeliharaan
- Alfredh dkk. (2015) menyatakan dalam penelitiannya yang berada pada ruas jalan Abepura-Kota Raja bertujuan melakukan penilaian kondisi jalan menggunakan metode *PCI (Pavement Condition Index)* dan perencanaan tebal lapis tambah (*Overlay*) menggunakan metode lendutan yang diuji menggunakan alat *benkelman beam*. Kesimpulan yang didapat adalah sebagai berikut.
- a. Hasil analisis menggunakan metode *PCI* pada seksi I=43, seksi II=53, seksi III=64 dan seksi IV=53. Maka pada ruas jalan tersebut perlu dilakukan adanya rehabilitasi pada seluruh seksi.
 - b. Nilai terbesar hasil uji lendutan balik menggunakan alat *benkelman beam* pada tiap seksi adalah seksi I=16, 079 mm, seksi II=21,043 mm, seksi III=11,233 mm, dan seksi IV=16,079 mm
 - c. Tebal lapis tambah (*overlay*) untuk masa layan 10 tahun adalah 60,639 cm
 - d. Tebal lapis tambah perkerasan lentur metode lendutan yang diperoleh untuk masing-masing seksi terhadap umur rencana, dipengaruhi oleh besarnya lendutan wakil, lendutan rencana, dan *CESA* rencana.

Penelitian terdahulu dapat diambil beberapa kategori yang dapat membedakan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu. Beberapa perbedaan tersebut disajikan pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Yang Sekarang

No	Peneliti	Judul	Lokasi	Metode Analisis	Hasil Analisis
1	Harahap	Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan(<i>Overlay</i>) dengan Metode Bina Marga 2005 dan <i>Asphalt Institute (MS-17)</i> 2000	Jalan Pakem-Prambanan Km 6 sampai Km 8	Metode Bina Marga 2005 dan <i>Asphalt Institute (MS-17)</i> 2000	1. Tebal Lapis Tambah (<i>overlay</i>) BM 2005 adalah 6 cm 2. Tebal Lapis Tambah (<i>overlay</i>) AI (<i>MS-17</i>) 2005 adalah 7 cm
2	Siahaan	Analisis Perbandingan Nilai <i>IRI</i> Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan <i>NAASRA</i>	Jalan Parapat-Batas, Jalan Simalungun-Silimbat dan Jalan Silimbat- Batas	Metode <i>IRI</i>	1. Panjang Segmen 50 m adalah pemeliharaan rutin 2. Panjang Segmen 100 m adalah peningkatan jalan
3	Vernandest	Evaluasi Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Pakem-Prambanan	Ruas Jalan Kalasan-Pakem Sta. 07+600 - 9+600	Metode <i>PCR</i> , <i>PSI</i> , <i>IRI</i>	1. Nilai <i>PCR</i> =84,127% 2. Nilai <i>PSI</i> =61,91%
4	Nababan	Studi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Tambahan (<i>Overlay</i>) Pada Proyek Peningkatan Jalan Propinsi Jurusan Binjai-Timbang Lawang (Sta 61+000-62+800)	Jalan Binjai-Timbang Lawang (Sta 61+000-62+800)	Metode Bina Marga 2005	1. Tebal lapis tambah (<i>overlay</i>) BM 2005 <i>AC-WC</i> =4 cm <i>AC-BC</i> = 5 cm 2. Tebal lapis tambah (<i>overlay</i>) <i>Roadworks Design System (RDS 5.01)</i> <i>AC-WC</i> =4 cm <i>AC-BC</i> = 5 cm untuk dan 15 cm Agregat B.
5	Sinurat dan Sembiring	Evaluasi Kondisi Jalan Untuk Keperluan Rehabilitasi Dan Pemeliharaan	Jalan. Setia Budi, Jalan.Simp.Ngumban Surbakti-Simp.GatotSubroto, .Jalan. Simp.Sitonggor- Tobasa, Jalan. Indrapura- Kuala Tanjung	Metode <i>SDI</i> , <i>IRI</i>	1. Nilai <i>SDI</i> =34,3 (Baik) 2. Nilai <i>IRI</i> =6,57 (Sedang)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan Yang Sekarang

No	Peneliti	Judul	Lokasi	Metode Analisis	Hasil Analisis
6	Alfredh dkk.	Evaluasi Kondisi Jalan Untuk Keperluan Rehabilitasi Dan Pemeliharaan	Ruas Jalan Abepura-Kota Raja, Jayapura	Metode Lendutan	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>PCI</i> seksi I=43, seksi II=53, seksi III=64 dan seksi IV=53. 2. Nilai terbesar lendutan balik seksi I=16, 079 mm, seksi II=21,043 mm, seksi III=11,233 mm, dan seksi IV=16,079 mm 3. Tebal lapis tambah (<i>overlay</i>) layan 10 tahun = 60,639 cm
7	Penulis	Evaluasi Kinerja Perkerasan Dan Rekomendasi Penanganan Menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 Pada Jalan Pakem-Turi Km 2,7-4,7	Jalan Pakem-Turi Km 2,7 - 4,7	Manual Desain Perkerasan Jalan 2013	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lajur Pakem-Turi 1 segmen pemeliharaan rutin, 8 segmen <i>heavy patching</i>, dan 1 segmen kupas dan ganti material 2. Lajur Turi-Pakem 8 segmen pemeliharaan rutin dan 2 segmen <i>heavy patching</i>

Sumber : Harahap (2012), Siahaan (2014), Vernandest (2014), Nababan (2008), Sinurat dan Sembiring (2014), Alfredh dkk (2015)

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metode Lendutan

Lendutan merupakan gerakan vertikal pada perkerasan lentur yang diuji menggunakan alat *benkelman beam* yang berfungsi menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan. Dari pengujian menggunakan alat *benkelman beam* didapatkan data yang nantinya dihitung menggunakan metode lendutan. Adapun metode lendutan yang mengacu pada PD T-05-2005 yang berjudul “Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan”, adalah sebagai berikut.

1. Lendutan balik

Lendutan balik adalah nilai lendutan yang telah dikoreksi dengan faktor musim, koreksi temperatur dan koreksi beban uji. Adapun persamaan lendutan balik disajikan pada Persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times Ca \times FK_{BB} \quad (3.1)$$

keterangan :

d_B = Lendutan balik (mm)

d_1 = Lendutan pada saat beban pada titik awal pengujian (mm)

d_3 = Lendutan pada saat beban pada titik akhir pengujian (mm)

F_t = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35⁰ C.

Digunakan Persamaan sebagai berikut.

$$\text{Tebal lapis aspal } (H_L) < 10 \text{ cm} = 4,184 \times T_L^{-0,4025} \quad (3.2)$$

$$\text{Tebal lapis aspal } (H_L) \geq 10 \text{ cm} = 14,785 \times T_L^{-0,7573} \quad (3.3)$$

T_L adalah temperatur tebal lapis beraspal. Digunakan Persamaan 3.4 sebagai berikut.

$$T_L = 1/3 (T_P + T_T + T_B) \quad (3.4)$$

Keterangan :

T_P = Temperatur Permukaan

T_T = Temperatur Tengah

T_B = Temperatur Bawah

C_a = Faktor musim ($C=1,2$ untuk musim kemarau atau $C=0,9$ untuk musim hujan)

F_k = Faktor koreksi beban uji

$$= 77,343 \times (\text{beban uji})^{-2,0715} \quad (3.5)$$

2. Keceragaman lendutan

Keceragaman lendutan adalah keceragaman atau kesamaan dari lendutan balik pada suatu seksi jalan dan dihitung menggunakan Persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100\% < FK \text{ Ijin} \quad (3.6)$$

Keterangan :

FK = Faktor Keceragaman

FK Ijin= Faktor keceragaman yang diijinkan

= 0% - 10% Sangat Baik

= 11% - 20% Baik

= 21% - 30% Cukup Baik

dR = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

$$= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \quad (3.7)$$

s = Deviasi standar

$$= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns(ns-1)}} \quad (3.8)$$

d = Nilai lendutan balik (d_B) tiap titik pemeriksaan suatu seksi jalan

n_s = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

3. Lendutan wakil

Lendutan wakil digunakan untuk menentukan besarnya lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan. Persamaan lendutan wakil tampak pada Persamaan 3.9 sampai 3.11 berikut.

$$D_{\text{wakil}} = dR + 2s \quad (\text{Untuk jalan arteri/tol}) \quad (3.9)$$

$$D_{\text{wakil}} = dR + 1,64s \quad (\text{Untuk jalan kolektor}) \quad (3.10)$$

$$D_{\text{wakil}} = dR + 1,28 \quad (\text{Untuk jalan lokal}) \quad (3.11)$$

Keterangan :

D_{wakil} = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan

dR = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

S = Deviasi standar

3.2 Ketidakrataan Jalan

Ketidakrataan jalan merupakan salah satu faktor atau fungsi pelayanan dari suatu perkerasan jalan yang berpengaruh pada kenyamanan pengemudi. Ketidakrataan jalan dinyatakan dalam *IRI* (*International Roughness Index*) yang didapat dari survei langsung di lapangan menggunakan alat *roughometer* dari *NAASRA*. Adapun rentang nilai *IRI* (*International Roughness Index*) seperti disajikan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.1 Rentang Nilai *IRI*

Nilai	Kategori
> 12	Rusak Berat
> 8 dan ≤ 12	Rusak Ringan
> 4 dan ≤ 8	Sedang
≤ 4	Baik

Sumber: Bina Marga (1994)

3.3 *Core Drill*

Core drill adalah alat yang digunakan untuk melakukan pengambilan sampel perkerasan jalan di lapangan. Uji *core drill* dengan cara pengambilan

contoh silinder beton aspal di beberapa titik uji. Titik uji tersebut dibagi per segmen, satu segmen adalah 200 m. Uji *core drill* disini berfungsi untuk mendapatkan tebal perkerasan eksisting jalan.

3.4 Kerusakan Jalan

Survei kerusakan jalan dilakukan demi memenuhi persyaratan penentuan jenis penanganan jalan menurut Bina Marga 2013. Survei kerusakan jalan ini dilakukan secara visual terhadap jenis kerusakan, luas kerusakan, dan kedalaman kerusakan.

3.4.1 Jenis Kerusakan Jalan

Terdapat banyak jenis kerusakan jalan yang terjadi pada perkerasan lentur jalan. Dalam banyak jenis kerusakan tersebut dapat dikategorikan dalam beberapa jenis kerusakan. Pengkategorian tersebut dijelaskan pada uraian berikut.

1. Retak

Retak adalah kerusakan yang terjadi pada lapisan permukaan jalan. Adapun jenis-jenis retak diuraikan pada uraian berikut.

a. Retak halus

Lebar celah lebih kecil dari 3 mm

b. Retak kulit buaya

Lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Kerusakan jenis ini saling berangkai membentuk kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya.

c. Retak pinggir

Retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu jalan dan terletak dekat bahu jalan.

d. Retak sambungan bahu dan perkerasan

Retak memanjang, umumnya terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan.

e. Retak sambungan jalan

Retak memanjang, yang terjadi pada sambungan 2 jalur lajur lalu lintas.

f. Retak sambungan pelebaran jalan

Retak memanjang yang terjadi pada sambungan antara perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran.

g. Retak refleksi

Retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan dibawahnya.

h. Retak susut

Retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut yang tajam.

i. Retak selip

Retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit.

2. Distorsi

Distorsi atau perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapisan pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Distorsi dapat dibedakan menjadi 5 bagian. Adapun jenis distorsi tersebut adalah sebagai berikut.

a. Alur

Terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat.

b. Keriting

Alur yang terjadi melintang jalan.

c. Sungkur

Deformasi plastis yang terjadi setempat ditempat kendaraan sering berhenti, kelandaian curam dan tikungan tajam.

d. Amblas

Terjadi setempat dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang.

e. Jembul

Terjadi setempat dengan atau tanpa retak. Hal ini terjadi akibat pengembangan tanah dasar pada tanah dasar ekspansip.

3. Cacat permukaan

Kerusakan jenis ini mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Cacat permukaan dibedakan menjadi beberapa bagian. Adapun bagian-bagian kerusakan dari cacat permukaan adalah sebagai berikut.

a. Lubang

Berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar.

b. Pelepasan butir (*raveling*)

Dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.

c. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*)

Disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan.

4. Pengausan

Permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan.

5. Kegemukan

Permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda.

6. Penurunan pada bekas penanaman *utilitas*

Terjadi di sepanjang bekas penanaman *utilitas*.

3.4.2 Persentase Kerusakan

Persentase kerusakan digunakan untuk menentukan persentase besar dan jumlah kerusakan pada suatu seksi jalan. Adapun persamaan persentase kerusakan disajikan pada Persamaan 3.12 berikut.

$$\text{Persentase Kerusakan} = \frac{\text{Luas kerusakan}}{\text{Total area}} \times 100\% \quad (3.12)$$

Keterangan:

Luas kerusakan = Jumlah luas kerusakan jalan

Total area = Luas jalan yang disurvei

3.5 Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013

Manual desain perkerasan jalan Bina Marga 2013 merupakan manual dengan pendekatan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris, dan solusi berdasarkan *chart*. Pedoman ini terdapat dua bagian, pada bagian satu struktur perkerasan baru dan bagian dua rehabilitasi perkerasan. Dalam menilai kinerja perkerasan jalan dan rekomendasi penanganan digunakan bagian dua tetapi tetap mengacu bagian satu. Rekomendasi penanganan menggunakan manual desain perkerasan jalan Bina Marga 2013 seperti pada uraian berikut.

3.5.1 Lalu Lintas

Data yang digunakan untuk analisis lalu lintas adalah data lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT). Dalam melakukan analisis lalu lintas digunakan beberapa tahap perhitungan seperti berikut.

1. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Faktor pertumbuhan lalu lintas ditentukan menggunakan Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain

Fungsi Jalan	2011 - 2020	>2021 - 2030
Arteri Dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor Rural (%)	3,5	2,5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber : Bina Marga (2013)

2. Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas digunakan untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas sesuai umur rencana, digunakan Persamaan 3.13 sebagai berikut.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \quad (3.13)$$

Keterangan:

R = Faktor Pengali Lalu Lintas










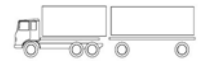


I = Tingkat Pertumbuhan Tahunan (%)

UR = Umur Rencana (tahun)

3. Klasifikasi kendaraan dan nilai *VDF* (*Vehicle Damage Factor*)

Klasifikasi kendaraan disesuaikan dengan peraturan PD T-19-2004-B yang berjudul “Survai Pencacahan Lalu Lintas Dengan Cara Manual”, dimana pada manual Bina Marga 2013 telah dikorelasi dengan nilai *VDF* (*Vehicle Damage Factor*). *VDF* merupakan salah satu faktor perusak yang dinyatakan dalam angka, jika makin berat kendaraan maka nilai *VDF* pun semakin besar. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai *VDF* Standar disajikan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

No	Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	Kode	Nilai VDF 5
1	1	Sepeda Motor, Kendaraan Roda 3 	1.1	-
2	2	Sedan, Jeep, <i>Station Wagon</i> 	1.1	-
3	3	Angkutan Penumpang Sedang 	1.1	-
4	4	<i>Pick Up</i> , <i>Micro Truck</i> , Mobil Hantaran 	1.1	-
5	5a	Bus Kecil 	1.1	0,2
6	5b	Bus Besar 	1.2	1
7	6a	Truk Ringan 2 Sumbu 	1.1	0,8
8	6b	Truk Sedang 2 Sumbu 	1.2	11,2
9	7a	Truk 3 Sumbu 	1.2.2	64,4
10	7b	Truk Gandengan 	1.2.2-2.2	33,3
11	7c	Truk Semitrailer 	1.2.2.2.2	69,7
12	8	Kendaraan Tidak Bermotor 	-	-

Sumber : Bina Marga (2004) dan Bina Marga (2013)

4. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan menggunakan Persamaan 3.15 berikut.

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF) \quad (3.14)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \quad (3.15)$$

Keterangan :

ESA = Lintasan Sumbu Standar Ekivalen (*equivalent standard axle*) Untuk Satu Hari

LHRT = Lintas Harian Rata-Rata Tahunan untuk Jenis Kendaraan Tertentu

CESA = Kumulatif Beban Sumbu Standar Ekivalen Selama Umur Rencana (*cumulative equivalent standard axle*)

R = Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu lintas

3.5.2 Level Desain dan Pemicu Penanganan

Dalam manual desain perkerasan jalan Bina Marga 2013 telah diatur mengenai pemilihan penanganan yang tepat terhadap perkerasan jalan yang disurvei. Dibawah ini diuraikan mengenai level desain dan pemicu penanganan.

1. Tahap analisis dan penanganan perkerasan

Tahap ini berguna untuk menentukan seberapa besar tahap desain yang akan dianalisis. Tahap Analisis dan penanganan perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Tahap Analisis dan Penangan Perkerasan

Tahap Perencanaan Pemrograman (Tingkat Jaringan)	Pemilihan calon ruas secara luas dan penanganan global
Tahap Desain (Tingkat Proyek)	Pengujian dengan interval pendek dan penanganan terinci untuk segmen-segmen yang seragam

Sumber : Bina Marga (2013)

2. Umur rencana, hubungan nilai pemicu penanganan, dan jenis pelapis perkerasan

Dalam desain penanganan ditentukan umur rencana yang di korelasi dengan kriteria beban lalu lintas dan pemicu tahap perencanaan. Hal ini ditentukan menggunakan Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Umur Rencana, Nilai Pemicu Penanganan, dan Jenis Pelapis Perkerasan

Kriteria Beban Lalin (juta $ESAs$)	<0,5	0,5-30	>30
Umur Rencana Perkerasan Lentur	Seluruh Penanganan 10 tahun	Rekonstruksi -20 tahun <i>Overlay</i> struktural -15 tahun <i>Overlay</i> non struktural -10 tahun Penanganan sementara sesuai kebutuhan	
Pemicu Tahap Perencanaan Pemrograman (Tingkat Jaringan)	<i>IRI</i> Visual	<i>IRI</i> Visual Lendutan <i>Interval</i> 500 m	<i>IRI</i> , Visual, Lendutan, <i>core</i> atau <i>test pit</i>

Sumber : Bina Marga (2013)

3. Deskripsi pemicu (*trigger*)

Dalam menentukan rekomendasi penanganan diperlukan beberapa pemicu lendutan, *IRI* dan kondisi. Adapaun deskripsi pemicu tersebut disajikan pada Tabel 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Deskripsi Pemicu (*Trigger*)

Deskripsi	Pengukuran	Tujuan
Pemicu Lendutan 1	Lendutan <i>Benkelman Beam</i>	Titik dimana dibutuhkan <i>overlay</i> struktural
Pemicu Lendutan 2		Titik dimana rekonstruksi lebih murah daripada <i>overlay</i>
Pemicu <i>IRI</i> 1	Nilai <i>IRI</i>	Titik dimana dibutuhkan <i>overlay</i> non struktural

Lanjutan Tabel 3.6 Deskripsi Pemicu (Trigger)

Deskripsi	Pengukuran	Tujuan
Pemicu <i>IRI</i> 2	Nilai <i>IRI</i>	Titik dimana dibutuhkan <i>overlay</i> struktural, tapi lebih diutamakan pemicu lendutan 1
Pemicu <i>IRI</i> 3		Titik dimana rekonstruksi lebih murah daripada <i>overlay</i> , tapi lebih diutamakan pemicu lendutan 2
Pemicu Kondisi 1	Kedalaman alur > 30 mm, visual: retak, pengelupasan, atau indeks kerataan > 8 atau kendala ketinggian. Tidak dibutuhkan rekonstruksi	Titik dimana pengupasan (<i>milling</i>) untuk memperbaiki bentuk sebelum <i>overlay</i> diperlukan

Sumber : Bina Marga (2013)

4. Pemicu ketidakrataan untuk *overlay* dan rekonstruksi

Diatas telah di uraikan mengenai pemicu, salah satunya adalah pemicu *IRI* 1, pemicu *IRI* 2 dan pemicu *IRI* 3. Ketiga pemicu tersebut ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Pemicu Ketidakrataan Untuk *Overlay* dan Rekonstruksi

LHRT (kend/jam)	Pemicu <i>IRI</i> 1 untuk <i>overlay</i> non-struktural	Pemicu <i>IRI</i> 2 Untuk <i>Overlay</i> Struktural Lalu Lintas < 1 Juta <i>ESA</i> ₄ atau Pengupasan (Untuk Lalin > 1 Juta <i>ESA</i> ₄ Harus Digunakan Pemicu Lendutan)	Pemicu <i>IRI</i> 3 Untuk Investigasi Rekonstruksi
< 200	6,75	8	12
> 200 - 500	6,5		6,5
>500 - 7500	6,25		6,25
>7500	6		6

Sumber : Bina Marga (2013)

5. Lendutan pemacu untuk lapis tambah dan rekonstruksi

Diatas telah di uraikan mengenai pemacu, salah satunya adalah pemacu lendutan 1 dan pemacu lendutan 2. Kedua pemacu tersebut ditentukan menggunakan Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Lendutan Pemacu Untuk Lapis Tambah dan Rekonstruksi

Lalu Lintas Untuk 10 Tahun (Juta <i>ESA</i> / Lajur)	Jenis Lapis Permukaan	Lendutan Pemacu Untuk <i>Overlay</i> (Lendutan Pemacu 1)		Lendutan Pemacu Untuk Investigasi Untuk Rekonstruksi Atau Daur Ulang (Lendutan Pemacu 2)	
		Lendutan Karakteristik <i>Benkelman Beam</i> (mm)	Kurva <i>FWD D0-D200</i> (mm)	Lendutan Karakteristik <i>Benkelman Beam</i> (mm)	Kurva <i>FWD D0-D200</i> (mm)
< 0,1	<i>HRS</i>	>2,3	Tidak digunakan	>3,0	Tidak digunakan
0,1 – 0,2	<i>HRS</i>	>2,1	0,63	>3,0	Tidak Digunakan
0,2 – 0,5	<i>HRS</i>	>2,0	0,48	>2,7	
0,5 - 1	<i>HRS</i>	>1,5	0,39	> 2,5	0,66
1 - 2	<i>AC</i>	>1,3	0,31	-	0,54
2 - 3	<i>AC</i>	>1,25	0,28		0,46
3 - 5	<i>AC</i>	>1,2	0,23		0,39
5 - 7	<i>AC</i>	>1,15	0,21		0,35
7 – 10	<i>AC</i>	>1,1	0,19		0,31
10 - 30	<i>AC</i>	>0,95	0,13	1,35	0,180
30 - 50	<i>AC</i> / Perkerasan Kaku	>0,88	0,11	1,2	0,175
50 - 100	<i>AC</i> / Perkerasan Kaku	>0,8	0,091	1,0	0,170
100 – 200	<i>AC</i> / Perkerasan Kaku	>0,75	0,082	0,9	0,160

Sumber : Bina Marga (2013)

6. Pemacu kondisi

Pemacu kondisi adalah salah satu pemacu untuk menentukan jenis rekomendasi penanganan. Pemacu kondisi ini adalah hasil dari perhitungan persentase

kerusakan jalan seperti yang telah disebutkan pada sub bab 3.4.2 tentang persentase kerusakan.

7. Pemilihan jenis penanganan

Pemilihan jenis penanganan ditentukan dari korelasi pemicu lendutan, pemicu *IRI* dan pemicu kondisi dengan besar lalu lintas kumulatif sesuai dengan umur rencana, beban lalu lintas dibagi dalam tiga bagian seperti disebutkan pada uraian berikut.

1. Beban lalin < 1 juta ESA_5

Jenis penanganan dengan beban lalu lintas kurang dari 1 juta ESA_5 yang kemudian dikorelasikan dengan pemicu lendutan, pemicu *IRI* dan pemicu kondisi dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Jenis Penanganan Beban Lalin < 1 Juta ESA_5

No	Penanganan	Pemicu Untuk Setiap Segmen Yang Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin Preventif	<i>IRI</i> di bawah pemicu <i>IRI</i> 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area
2	<i>Heavy Patching</i>	Lendutan melebihi pemicu lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh seksi jalan yang membutuhkan <i>heavy patching</i> tidak lebih dari 30% total area (jika lebih besar lihat 5 atau 6)
3	Kupas Dan Ganti Material Di Area Tertentu	Dibutuhkan jika elevasi harus sama dengan elevasi struktur atau kereb, dll, jika kondisi perkerasan eksisting memiliki alur cukup dalam dan retak cukup parah.
4	Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)	Pemicu <i>IRI</i> 1 dilampaui.
5	Rekonstruksi	Lendutan Pemicu 2 dilampaui, tebal lapisan aspal < 10 cm, atau <i>heavy patching</i> lebih dari 30% total area, atau dinilai lebih dipilih atau lebih murah daripada daur ulang.
6	Daur Ulang	Lendutan di atas lendutan pemicu 2, lapisan aspal > 10 cm atau <i>heavy patching</i> lebih dari 30% total area

Sumber : Bina Marga (2013)

2. Beban lalin 1–30 juta ESA_5

Jenis penanganan dengan beban lalu lintas diantar 1 juta ESA_5 sampai dengan 30 Juta ESA_5 yang kemudian dikorelasikan dengan pemicu lendutan, pemicu *IRI* dan pemicu kondisi dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3.10 Jenis Penanganan Beban Lalin 1–30 Juta ESA_5

Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Segmen Yang Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin	Lendutan dan <i>IRI</i> di bawah Pemicu 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area
2	<i>Heavy Patching</i>	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan <i>heavy patching</i> lebih dari 30% total area (jika lebih besar lihat 6 atau 7)
3	Kupas Dan Ganti Material Di Area Tertentu	Retak buaya yang luas, atau alur > 30 mm atau <i>IRI</i> > Pemicu <i>IRI</i> 2 dan hasil pertimbangan teknis
4	<i>Overlay</i> Non Struktural	Lendutan kurang dari Pemicu Lendutan 1, indeks kerataan lebih besar dari pemicu <i>IRI</i> 1
5	<i>Overlay</i> Struktural	Lebih besar dari Pemicu Lendutan 1 dan kurang dari Pemicu Lendutan 2
6	Rekonstruksi	Lendutan di atas Pemicu Lendutan 2, lapisan aspal <10 cm
7	Daur Ulang	Lendutan di atas Pemicu Lendutan 2, lapisan aspal >10 cm

Sumber : Bina Marga (2013)

3. Beban lalin > 30 juta ESA_5

Jenis penanganan dengan beban lalu lintas diatas 30 Juta ESA_5 yang kemudian dikorelasikan dengan pemicu lendutan, pemicu *IRI* dan pemicu kondisi dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3.11 Jenis Penanganan Beban Lalin > 30 Juta ESA_5

No	Penanganan	Pemicu Untuk Setiap Seksi Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin	Lendutan dan <i>IRI</i> di bawah Pemicu 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area

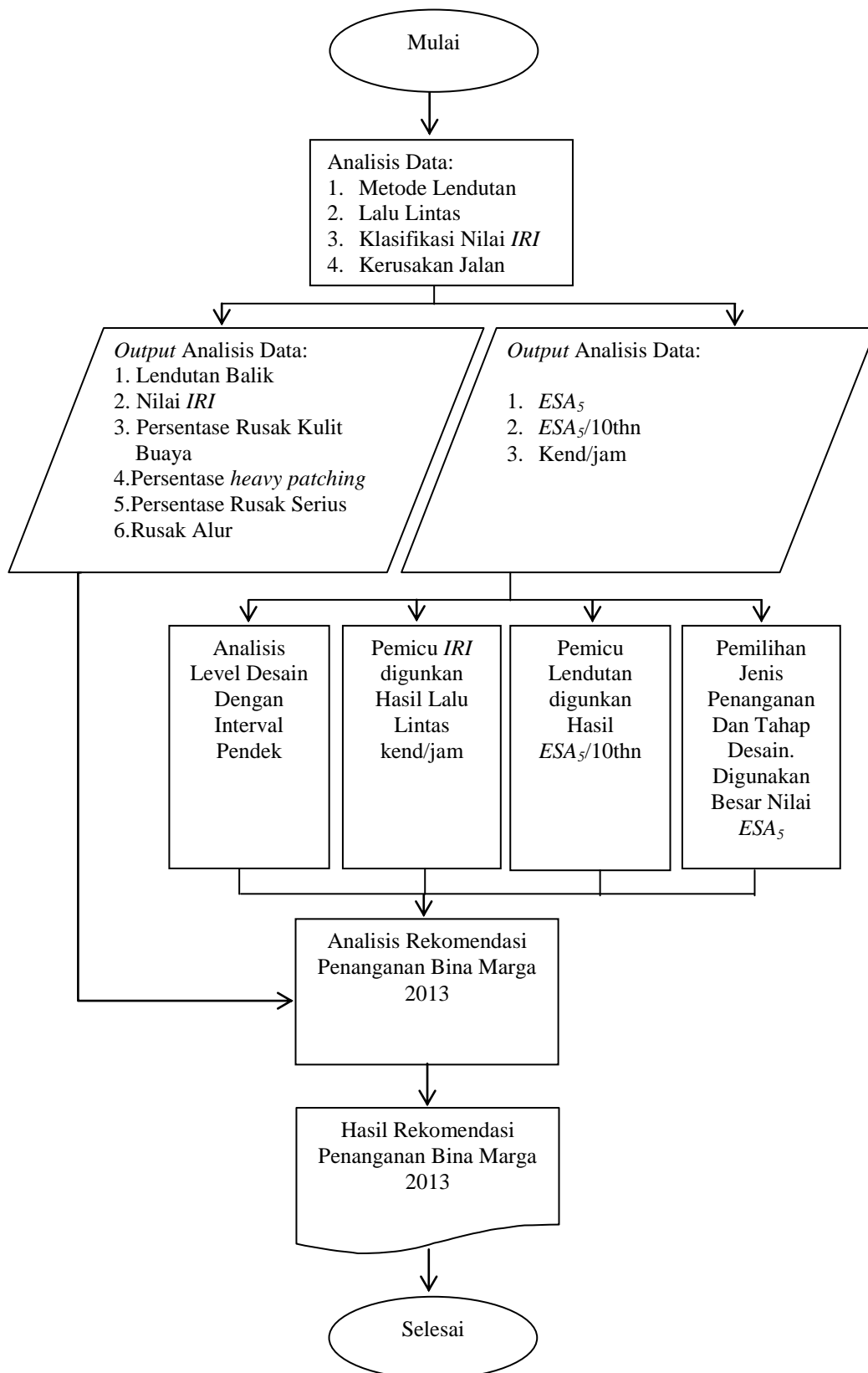
Lanjutan Tabel 3.11 Jenis Penanganan Beban Lalin > 30 Juta ESA_5

Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Seksi Seragam
2	<i>Heavy Patching</i>	Lendutan melebihi Pemicu 1 Lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan <i>heavy patching</i> lebih dari 30% total area (jika lebih besar lihat 5 atau 6)
3	Kupas Dan Ganti Material Di Area Tertentu	Retak buaya yang luas, atau alur > 30 mm atau ketidakrataaan > pemicu <i>IRI 2</i>
4	<i>Overlay Non Struktural</i>	Lendutan kurang dari pemicu lendutan 1, indeks kerataan lebih besar dari pemicu <i>IRI 1</i>
5	<i>Overlay Struktural</i>	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 1 dan kurang dari Pemicu Lendutan 2. Tipe dan tebal penanganan ditentukan dari hasil analisis <i>test pit</i> .
6	Rekonstruksi Atau Daur Ulang	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 2. Tipe dan tebal penanganan ditentukan dari hasil analisis <i>test pit</i> .
7	Daur ulang atau Rekonstruksi	Analisis biaya selama umur pelayanan harus dilakukan terhadap semua opsi yang layak, termasuk daur ulang, rekonstruksi perkerasan lentur dan rekonstruksi perkerasan kaku

Sumber : Bina Marga (2013)

3.6 Bagan Alir Prosedur Analisis Bina Marga 2013

Dalam melakukan analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 diperlukan beberapa acuan. Beberapa acuan tersebut yang mengindikasikan rekomendasi penanganan apa yang dibutuhkan oleh jalan tersebut menurut Bina Marga 2013. Gambar 3.1 dibawah ini disajikan bagan alir (*flow chart*) analisis Bina Marga 2013.



Gambar 3.1 Bagan Alir Analisis Bina Marga 2013

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Cara Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian yang bertempat pada ruas jalan Pakem–Turi km 2,7–4,7 dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Adapun data primer dan data sekunder yang dimaksud adalah sebagai berikut.

1. Data primer

Data primer adalah data yang peneliti dapat secara langsung dengan cara survei langsung di lapangan. Data primer yang diambil adalah sebagai berikut.

- a. Data lendutan dan temperatur perkerasan
- b. Data *IRI (International Roughness Index)*
- c. Tebal lapis perkerasan
- d. Data kerusakan jalan

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang peneliti dapat dari data yang sudah ada. Data didapat dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh pihak yang berkaitan. Data yang diperlukan pada penelitian ini adalah data lalu lintas harian rata-rata tahunan (LHRT) dan data jenis lapis permukaan.

4.2 Pengambilan Data Primer

4.2.1 Survei Lendutan

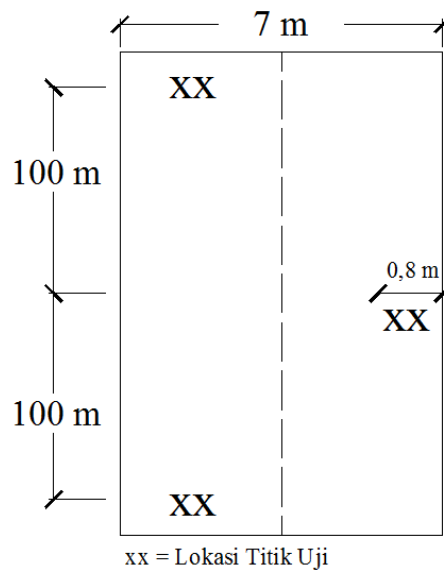
Survei lendutan menggunakan alat *benkelman beam*. Prosedur penggunaan alat *benkelman beam* telah diatur pada SNI 2416-2011 yang berjudul “Cara Uji Lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat *Benkelman Beam*”. Survei ini dilakukan pada siang hari dalam keadaan cerah dan tidak hujan. Foto uji *benkelman beam di lapangan* dilampirkan pada Lampiran 7. Adapun peralatan dan prosedur pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

- a. Truk
- b. Alat *benkelman beam* dan penyetel *benkelman beam*
- c. Termometer
- d. *Waterpass*
- e. Rol Meter
- f. Formulir
 - 1) Formulir pencatatan dimensi alat dan beban gandar roda belakang
 - 2) Formulir pencatatan lendutan balik maksimum dan lendutan balik titik belok
- g. Perlengkapan keamanan
- h. Kamera

2. Pelaksanaan

- a. Tahap persiapan
 - 1) Penyiapan truk
 - a) Digunakan truk dengan berat kosong 4 Ton, berjumlah 2 as dengan roda belakang ganda.
 - b) Truk dimuati hingga beban masing-masing roda belakang ban ganda adalah 4 Ton.
 - c) Tekanan ban tidak kurang dari 80 psi.
 - 2) Penyiapan alat *benkelman beam*
 - a) Batang *benkelman beam* dipasang sampai sambungan kaku.
 - b) Arloji pengukur *benkelman beam* dipasang pada tangkai sehingga arah batang arloji pengukur vertikal pada tangkai *benkelman beam*.
 - 3) Penentuan titik pengujian untuk tipe jalan 2 lajur tampak seperti Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Titik Uji Tipe Jalan 2 Lajur
(Sumber: Bina Marga, 2011)

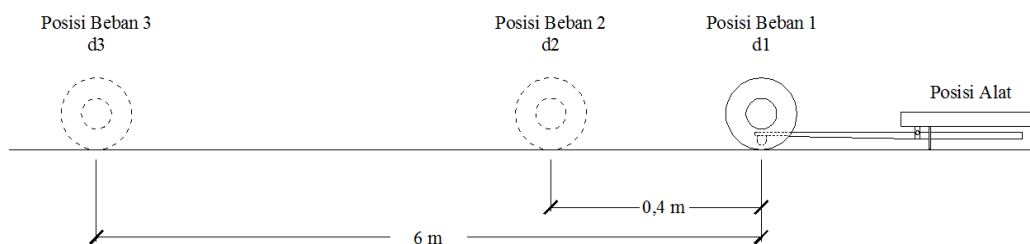
- b. Pengujian lendutan balik maksimum dan lendutan balik titik belok
- 1) Ban ganda dipusatkan pada salah satu titik yang telah ditentukan. Tumit batang *benkelman beam* diselipkan di tengah-tengah ban ganda, sehingga tepat di bawah pusat muatan sumbu gandar dan batang *benkelman beam* dalam keadaan terkunci.
 - 2) Ketiga kaki *benkelmen beam* diatur sehingga keadaanya datar. Kunci *benkelman beam* dilepaskan sehingga batang *benkelman beam* dapat digerakkan naik turun. Batang arloji pengukur diatur sehingga menyinggung dengan bagian atas dari batang belakang.
 - 3) Penggetar (*buzzer*) diaktifkan untuk memeriksa kestabilan jarum arloji pengukur. Sehingga kecepatan perubahan jarum lebih kecil atau sama dengan 0,025 mm/menit atau setelah 3 menit. Dibaca pembacaan kemudian dicatat sebagai pembacaan awal.
 - 4) Truk dijalankan perlahan maju dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 0,4 meter. Setelah truk berhenti dilakukan langkah pada nomor 3 kemudian pembacaan dicatat sebagai pembacaan antara.
 - 5) Truk dijalankan perlahan maju dengan kecepatan maksimum 5 km/jam sejauh 5,6 meter atau tepat 6 meter dari titik uji awal. Setelah truk

berhenti dilakukan langkah pada nomor 3 dan dicatat sebagai pembacaan akhir.

6) Temperatur diukur menggunakan termometer dan dicatat.

c. Posisi beban uji *benkelman beam*

Pengujian lendutan balik maksimum dan lendutan balik titik belok terdapat beberapa titik uji. Sketsa posisi beban uji disajikan pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Posisi Beban Uji *Benkelman Beam*

(Sumber: Bina Marga, 2011)

d. Pengukuran temperatur

1) Pengukuran temperatur udara

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer udara (dapat berupa termometer digital). Pengukuran dilakukan di tempat teduh dan terbuka (di bawah pohon atau pelindung lainnya). Pembacaan dilakukan setelah pengukuran berjalan sekitar 5 menit

2) Pengukuran temperatur permukaan

Pengukuran dilakukan dengan menggunakan termometer permukaan (dapat berupa termometer digital). Permukaan yang akan diukur dibersihkan dari kotoran. Termometer dilindungi dari sinar matahari langsung menggunakan payung atau alat pelindung lainnya. Pembacaan dilakukan setelah pengukuran berjalan sekitar 5 menit. Jika menggunakan termometer digital maka dibuat lubang yang tidak terlalu dalam ($\pm 0,3$ cm) pada permukaan jalan agar batang/kabel sensor dapat masuk dan pada lubang tersebut diberi oli secukupnya.

3) Pengukuran temperatur tengah

Pengukuran temperatur tengah dilakukan secara tidak langsung dan menggunakan tabel. Hasil survei dari temperatur udara dijumlahkan dengan temperatur permukaan, kemudian dicari korelasinya dengan tebal setengah lapis perkerasan.

4) Pengukuran temperatur bawah

Pengukuran temperatur bawah dilakukan secara tidak langsung dan menggunakan tabel. Hasil dari survei temperatur udara dijumlahkan dengan temperatur permukaan, kemudian dicari korelasinya dengan tebal penuh lapis perkerasan.

4.2.2 Survei Ketidakrataan

Survei ketidakrataan jalan demi mendapatkan nilai *IRI* (*International Roughness Index*). Foto pengujian *core drill* di lapangan dilampirkan pada Lampiran 6. Adapun peralatan dan prosedurnya pengujiannya adalah sebagai berikut.

1. Peralatan

- a. Alat *roughometer NAASRA*
- b. Truk
- c. Formulir

2. Pelaksanaan

- a. Truk dan alat *roughometer NAASRA* disiapkan dan diperiksa.
- b. Alat *roughometer NAASRA* dikalibrasi terlebih dahulu sebelum dilakukan survei.
- c. Ujung alat *roughometer NAASRA* dikaitkan pada bagian belakang truk.
- d. Truk dijalankan dengan kecepatan konstan 30 km/jam.
- e. Setelah selesai maka dibaca hasil pembacaan *roughometer NAASRA*, kemudian dicatat pada formulir sebagai pembacaan nilai *IRI*.

4.2.3 Core Drill

Survei ini dilakukan untuk mendapatkan ketebalan lapisan aspal secara langsung di lapangan. Foto pengujian *core drill* di lapangan dilampirkan pada Lampiran 5. Adapun peralatan dan prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut.

- a. Peralatan
 - a. Mesin *core drill*
 - b. Formulir
- b. Pelaksanaan
 - a. Alat diletakkan pada lapisan perkerasan jalan yang akan diuji dengan posisi datar.
 - b. Sediakan air dengan alat yang ada sistem pompa. Kemudian air dimasukkan ke alat *core drill*.
 - c. Setelah semua siap kemudian alat dihidupkan dengan menggunakan tali yang dililitkan pada *starter* alat dan ditarik.
 - d. Setelah alat hidup mata bor diturunkan secara perlahan-lahan pada titik yang telah ditentukan sampai kedalaman tertentu, kemudian setelah kedalaman tertentu alat dimatikan dan mata bor dinaikkan.
 - e. Kemudian hasil dari pengeboran tersebut diambil dengan menggunakan penjepit, kemudian diukur dimensinya dan dicatat hasilnya pada formulir.

4.2.4 Survei Kerusakan Jalan

Survei jenis kerusakan jalan ini dengan mengumpulkan jenis-jenis kerusakan jalan secara visual. Foto kerusakan jalan Pakem-Turi di lapangan dilampirkan pada Lampiran 5. Adapun tata cara pelaksanaan survei jenis kerusakan jalan adalah sebagai berikut.

1. Peralatan
 - a. Formulir
 - b. Penggaris
 - c. Kamera
 - d. Pena

e. Rol Meter

2. Pelaksanaan

Pada ruas jalan yang disurvei dibagi dalam beberapa segmen, satu segmen adalah 200 meter. Panjang ruas jalan yang disurvei 2 km, maka pada ruas jalan yang tersebut terdapat 20 segmen. Adapun tata cara pelaksanaan adalah sebagai berikut.

- a. Survei dilakukan dengan berjalan kaki.
- b. Survei dilakukan tiap segmen dari awal sampai akhir dan secara berurutan.
- c. Dilakukan pencatatan dan pengukuran kerusakan jalan pada tiap segmen yang terdapat kerusakan. Pengklasifikasian kerusakan jalan seperti disebutkan pada sub bab 3.4. Pengukuran kerusakan meliputi luas area kerusakan dan kedalaman kerusakan.

4.3 Pengambilan Data Sekunder

Data sekunder pada penelitian ini meliputi lalu lintas harian tahunan rata-rata didapatkan dari dinas Bina Marga.

4.4 Metode Analisis Data

Data primer dan data sekunder yang telah didapatkan kemudian dianalisis untuk mendapatkan rekomendasi penanganan Bina Marga 2013. Tahapan analisis tersebut adalah sebagai berikut.

1. Metode lendutan

Analisis menggunakan metode lendutan bertujuan untuk mengetahui besar lendutan balik dari survei yang dilakukan menggunakan alat *benkelman beam*. Dalam melakukan analisis data dibagi per segmen, tiap satu segmen adalah 200 m. Adapun tahapan analisa metode lendutan adalah sebagai berikut.

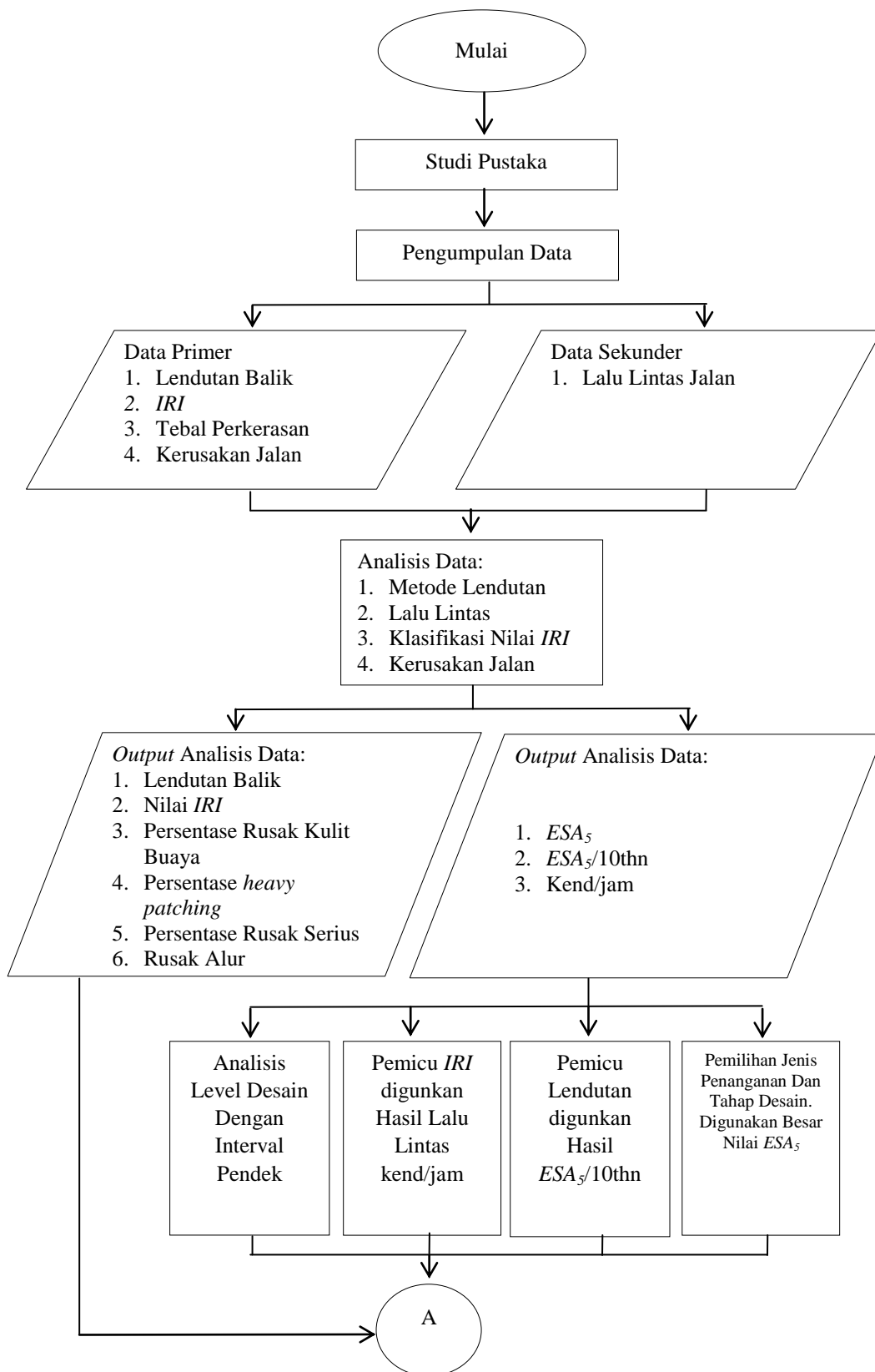
- a. Lendutan balik maksimum dicari menggunakan Persamaan 3.1. Demi memenuhi data untuk mendapatkan lendutan balik maksimum maka dilakukan beberapa perhitungan sebagai berikut.

- 1) Dilakukan perhitungan faktor penyesuaian temperatur menggunakan Persamaan 3.2 atau Persamaan 3.3.
 - 2) Dilakukan perhitungan temperatur tepal lapis beraspal menggunakan Persamaan 3.4.
 - 3) Dilakukan perhitungan faktor koreksi beban uji menggunakan Persamaan 3.5. Setelah itu maka Persamaan 3.1 dapat digunakan.
- b. Besar nilai keseragaman lendutan dicari menggunakan Persamaan 3.6. Demi memenuhi data untuk mendapatkan nilai keseragaman lendutan maka dilakukan beberapa perhitungan sebagai berikut.
- 1) Dilakukan perhitungan lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan menggunakan Persamaan 3.7.
 - 2) Dilakukan perhitungan deviasi standar menggunakan Persamaan 3.8. Setelah itu maka Persamaan 3.6 dapat digunakan.
- c. Nilai lendutan wakil ditentukan menggunakan Persamaan 3.9 atau Persamaan 3.10 atau Persamaan 3.11
2. Nilai *IRI*
Nilai *IRI* yang telah didapatkan dari survei menggunakan alat *roughometer NAASRA* lalu di rekap dan dibagi per segmen, tiap segmen adalah 200 m. Kemudian digunakan Tabel 3.1 untuk diketahui tingkat kerataan jalan.
 3. Kerusakan jalan
Data kerusakan jalan yang telah didapat kemudian dibagi per segmen, satu segmen adalah 200 m. Tiap tipe kerusakan dikelompokkan sesuai tipe kerusakannya dan dihitung persentase kerusakan menggunakan Persamaan 3.12.
 4. Lalu lintas
 - a. Ditentukan faktor pertumbuhan lalu lintas sesuai Tabel 3.2.
 - b. Dihitung faktor pengali pertumbuhan lalu lintas menggunakan Persamaan 3.13.
 - c. Data LHRT (lalu lintas harian rata-rata tahunan) yang didapatkan dari Dinas Bina Marga dijumlahkan tiap jenis kendaraan. Jenis kendaraan yang dimaksud sesuai dengan Tabel 3.3.

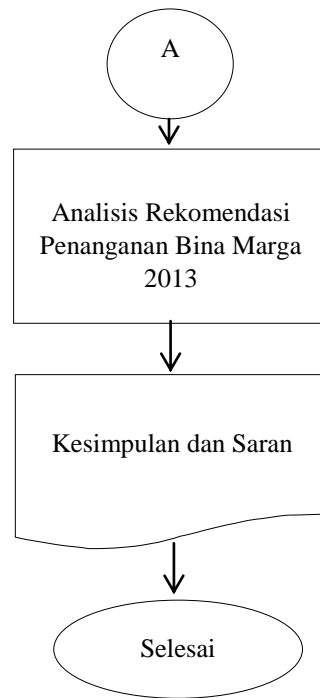
- d. *ESA (Equivalent Standard Axle)* dihitung menggunakan Persamaan 3.14. Nilai *VDF (Vehicle Damage Vector)* disesuaikan Tabel 3.3.
 - e. *CESA (Cumulative Equivalent Standard Axle)* dihitung menggunakan Persamaan 3.15.
5. Rekomendasi Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013
- a. Tahap analisis dan penanganan perkerasan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.4.
 - b. Umur desain ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.5.
 - c. Pemicu ketidakrataan jalan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.10
 - d. Pemicu lendutan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.11.
 - e. Rekomendasi penanganan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.7 atau Tabel 3.8 atau Tabel 3.9.

4.5 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian bertujuan untuk menggambarkan alur proses penelitian dari awal sampai akhir secara berurutan. Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian



Lanjutan Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Rekapitulasi Data

Hasil yang didapat adalah data primer dan data sekunder dari jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7. Hasil data primer yang diambil adalah nilai lendutan balik, nilai *IRI*, tebal perkerasan dan nilai kerusakan jalan. Sedangkan data sekunder adalah data LHRT. Data tersebut dibagi per segmen, adapun pembagian tiap segmen tampak pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Pembagian Segmen

No	Nama Segmen		Sta. Awal	Sta. Akhir	Panjang (m)
	Pakem - Turi	Turi - Pakem			
1	Segmen 1 PT	Segmen 1 TP	2 + 700	2 + 900	200
2	Segmen 2 PT	Segmen 2 TP	2 + 900	3 + 100	200
3	Segmen 3 PT	Segmen 3 TP	3 + 100	3 + 300	200
4	Segmen 4 PT	Segmen 4 TP	3 + 300	3 + 500	200
5	Segmen 5 PT	Segmen 5 TP	3 + 500	3 + 700	200
6	Segmen 6 PT	Segmen 6 TP	3 + 700	3 + 900	200
7	Segmen 7 PT	Segmen 7 TP	3 + 900	4 + 100	200
8	Segmen 8 PT	Segmen 8 TP	4 + 100	4 + 300	200
9	Segmen 9 PT	Segmen 9 TP	4 + 300	4 + 500	200
10	Segmen 10 PT	Segmen 10 TP	4 + 500	4 + 700	200

Keterangan :

Segmen 1 PT = Segmen 1 lajur Pakem-Turi

Segmen 1 TP = Segmen 1 lajur Turi-Pakem

5.1.1 Data Lendutan Balik

Data lendutan balik yang didapat dengan menggunakan alat *benkelman beam* ditampilkan pada Lampiran 2, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.2 Data Lendutan Balik Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan(°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
1	Segmen 1 PT	2 + 700	0	0,25	0,5	27	23
		2 + 900	0	0	0	27	23
2	Segmen 2 PT	2 + 900	0	0	0	27	23
		3 + 100	0	0	0,5	27	23
3	Segmen 3 PT	3 + 100	0	0	0,5	27	23
		3 + 300	0	0	1	27	23
4	Segmen 4 PT	3 + 300	0	0	1	27	23
		3 + 500	0	5	4	27	23
5	Segmen 5 PT	3 + 500	0	5	4	27	23
		3 + 700	0	5	25	27	23
6	Segmen 6 PT	3 + 700	0	5	25	27	23
		3 + 900	0	1	3,5	27	23
7	Segmen 7 PT	3 + 900	0	1	3,5	27	23
		4 + 100	0	1	1	27	23
8	Segmen 8 PT	4 + 100	0	1	1	27	23
		4 + 300	0	0	1	27	23
9	Segmen 9 PT	4 + 300	0	0	1	27	23
		4 + 500	0	2	8	27	23
10	Segmen 10 PT	4 + 500	0	2	8	27	23
		4 + 700	0	0	1	27	23

Keterangan :

d1 = Lendutan Balik Pada Titik Awal Pengujian

d2 = Lendutan Balik Pada Jarak 0,4 m Dari Titik Awal Pengujian

d3 = Lendutan Balik Pada Jarak 6 m Dari Titik Awal Pengujian

Tabel 5.3 Data Lendutan Balik Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan (°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
1	Segmen 1 TP	2 + 700	0	0	0	27	23
		2 + 900	0	0,25	2,5	27	23
2	Segmen 2 TP	2 + 900	0	0	1	27	23
		3 + 100	0	0,25	2,5	27	23
3	Segmen 3 TP	3 + 100	0	0,25	2,5	27	23
		3 + 300	0	1	7	27	23
4	Segmen 4 TP	3 + 300	0	1	7	27	23
		3 + 500	0	0,5	6	27	23
5	Segmen 5 TP	3 + 500	0	0,5	6	27	23
		3 + 700	0	1	9	27	23
6	Segmen 6 TP	3 + 700	0	1	9	27	23
		3 + 900	0	1	34	27	23

Lanjutan Tabel 5.3 Data Lendutan Balik Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan (°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
7	Segmen 7 TP	3 + 900	0	1	34	27	23
		4 + 100	0	0	2	27	23
8	Segmen 8 TP	4 + 100	0	0	2	27	23
		4 + 300	0	1	4	27	23
9	Segmen 9 TP	4 + 300	0	1	4	27	23
		4 + 500	0	0	2	27	23
10	Segmen 10 TP	4 + 500	0	0	2	27	23
		4 + 700	0	0	0,5	27	23

Keterangan :

d1 = Lendutan Balik Pada Titik Awal Pengujian

d2 = Lendutan Balik Pada Jarak 0,4 m Dari Titik Awal Pengujian

d3 = Lendutan Balik Pada Jarak 6 m Dari Titik Awal Pengujian

5.1.2 Data IRI

Data *IRI* (*International Roughness Indeks*) yang didapat dengan menggunakan alat *roughometer NAASRA* pada lajur Pakem-Turi disajikan pada Lampiran 4, Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.4 Data IRI Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
1	Segmen 1 PT	2 + 700	0	0	0	0
		2 + 900	0	4	1	3
2	Segmen 2 PT	2 + 900	0	8	1	3
		3 + 100	3	16	5	12
3	Segmen 3 PT	3 + 100	4	30	6	12
		3 + 300	6	47	6	32
4	Segmen 4 PT	3 + 300	8	71	10	44
		3 + 500	18	102	10	63
5	Segmen 5 PT	3 + 500	19	112	10	70
		3 + 700	49	165	19	99
6	Segmen 6 PT	3 + 700	52	173	19	107
		3 + 900	57	186	20	114

Lanjutan Tabel 5.4 Data IRI Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
7	Segmen 7 PT	3 + 900	77	214	28	150
		4 + 100	77	227	30	160
8	Segmen 8 PT	4 + 100	82	260	30	172
		4 + 300	82	262	33	187
9	Segmen 9 PT	4 + 300	111	293	47	247
		4 + 500	112	314	49	272
10	Segmen 10 PT	4 + 500	156	336	49	272
		4 + 700	156	346	49	279

Keterangan :

1 = Pembacaan Dial Ke 1

2 = Pembacaan Dial Ke 2

3 = Pembacaan Dial Ke 3

4 = Pembacaan Dial Ke 4

Data nilai *IRI* lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Data IRI Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Bacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
1	Segmen 1 TP	2 + 700	0	0	0	0
		2 + 900	1	21	2	12
2	Segmen 2 TP	2 + 900	1	27	2	12
		3 + 100	1	35	2	21
3	Segmen 3 TP	3 + 100	12	58	5	23
		3 + 300	36	81	8	23
4	Segmen 4 TP	3 + 300	36	90	8	24
		3 + 500	38	102	8	24
5	Segmen 5 TP	3 + 500	44	114	9	24
		3 + 700	74	136	12	48
6	Segmen 6 TP	3 + 700	78	153	13	58
		3 + 900	82	174	19	72
7	Segmen 7 TP	3 + 900	90	200	23	96
		4 + 100	91	211	24	100

Lanjutan Tabel 5.5 Data IRI Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Bacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
8	Segmen 8 TP	4 + 100	93	220	27	113
		4 + 300	93	227	28	119
9	Segmen 9 TP	4 + 300	93	234	29	127
		4 + 500	95	239	29	129
10	Segmen 10 TP	4 + 500	95	243	29	131
		4 + 700	95	246	29	132

Keterangan :

1 = Pembacaan Dial Ke 1

2 = Pembacaan Dial Ke 2

3 = Pembacaan Dial Ke 3

4 = Pembacaan Dial Ke 4

5.1.3 Data Tebal Perkerasan

Data tebal perkerasan dan lokasi titik uji yang didapat dengan menggunakan alat *core drill* disajikan pada Lampiran 3 dan Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Data Tebal Perkerasan

No	Segmen PT dan TP	Tebal (cm)					
		Lapis 1	Lapis 2	Lapis 3	Lapis 4	Lapis 5	Lapis 6
1	Segmen 1	3,3	2,5	4,5	3	4,5	3
2	Segmen 2	4	5	11			
3	Segmen 3	4	5	7			
4	Segmen 4	2,5	3,5	4	2,5	7,5	
5	Segmen 5	3	5	17			
6	Segmen 6	3	4	5,5	9		
7	Segmen 7	7,5	2,5	13			
8	Segmen 8	5,5	8,5	4,5			
9	Segmen 9	4	5,5				
10	Segmen 10	4	2	8	2		

5.1.4 Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan yang didapat dengan mencatat kerusakan dari awal hingga akhir. Kerusakan jalan dibagi menjadi dua, yaitu pada lajur Turi-Pakem dan Pakem-Turi. Sketsa kerusakan jalan Pakem-Turi dilampirkan pada Lampiran 9. Rekapitulasi kerusakan jalan ditampilkan pada Tabel 5.7 berikut

Tabel 5.7 Data Kerusakan Jalan Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Tipe Kerusakan										
		Kekasaran				Lubang (m ²)	Tambalan (m ²)	Retak (m ²)			Alur (m ²)	Ambblas (m ²)
		P	F	H	D			R	KB	M		
1	Segmen 1 PT		✓				0,046		0			
							5,07		2,799	0,1344		
2	Segmen 2 PT						6,457		3,351			
							0		5,42			
3	Segmen 3 PT			✓		0,697	81,06		2,3945			
				✓			83,1		22,96			
4	Segmen 4 PT					2,2444	25,58		74,008		0,1197	
		✓					116,14		39,3754		0,2175	
5	Segmen 5 PT			✓			106,45		141,67			
				✓		0,639	30,88		62,978			
6	Segmen 6 PT		✓	✓			31,2		85,01		0,912	
							58,2		157		3	
7	Segmen 7 PT						54,85		159		2	
							8,1025		126,05		1,125	
8	Segmen 8 PT			✓			81,2		103,12			
				✓			24,92		69,9			
9	Segmen 9 PT			✓			3,15	6,8	76,324	22,68		
							20,8		47,96	0,35		
10	Segmen 10 PT						10,5		120,6			
							0		45,36			7,875
Jumlah						3,5804	747,7055	6,8	1345,2799	23,1644	7,3742	7,875

Keterangan :

P = Pelepasan Butir

F = Fatty

H = Hungry

D = Disinterigation

R = Retak Rambut

KB = Retak Kulit Buaya

M = Retak Memanjang

Rekapitulasi kerusakan jalan pada lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Data Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Tipe Kerusakan										
		Kekasaran				Lubang (m ²)	Tambalan (m ²)	Retak (m ²)			Alur (m ²)	Ambilas (m ²)
		P	F	H	D			R	KB	M		
1	Segmen 1 PT		✓						14,6			
									22,4			
2	Segmen 2 PT								38,3			
									48,25			
3	Segmen 3 PT			✓					71,62			
				✓					64,6			
4	Segmen 4 PT								22,3	1,6		
		✓							52,55			
5	Segmen 5 PT			✓					63,9			
				✓					85,4			
6	Segmen 6 PT		✓	✓		24,5	0	25,2	36,6			
						0	0		25			
7	Segmen 7 PT					0	0		0			
						0	0		8,8			
8	Segmen 8 PT			✓		0,6193	21		1,25			
				✓		0	1,75		0			
9	Segmen 9 PT			✓		0	0		4,95			
						0	0		9	0,35		
10	Segmen 10 PT					0	0		8,7			
						0	21,6		15			
Jumlah						25,1193	44,35	25,2	593,22	1,95	0	0

Keterangan :

P = Pelepasan Butir

F = Fatty

H = Hungry

D = Disinterigation

R = Retak Rambut

KB = Retak Kulit Buaya

M = Retak Memanjang

5.1.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data LHR pada jalan Pakem-Turi yang didapatkan dari dinas Bina Marga adalah LHR pada tahun 2015. Data LHR dibagi menjadi dua yaitu lajur Pakem-

Turi dan lajur Turi-Pakem. LHR lajur Pakem-Turi disajikan pada Lampiran 1, Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.9 LHR Lajur Pakem-Turi

No	Waktu	Golongan Kendaraan											Kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	1060	80	4	20	1		9				34	1208
2	07 - 08	770	83	5	29			13				44	944
3	08 - 09	585	98	4	26	1	1	17	1			24	757
4	09 - 10	525	115	4	55	3		11				3	716
5	10 - 11	660	144	5	46	4		13					872
6	11 - 12	600	142	4	48	1		27					822
7	12 - 13	650	126	3	45		1	22					847
8	13 - 14	730	188	3	37	1	6	15				3	983
9	14 - 15	755	192	1	63	5	4	23					1043
10	15 - 16	690	140	4	34	5	3	19					895
11	16 - 17	730	131	3	28	2	2	12				2	910
12	17 - 18	585	74	1	13	2	1	5					681
13	18 - 19	415	33		7		1	3					459
14	19 - 20	270	16		3			1					290
15	20 - 21	175	8		1			2					186
16	21 - 22	145	5		2			1					153
Kend/hari												11766	

Sumber : Bina Marga (2015)

Kerusakan jalan lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 LHR Lajur Turi-Pakem

No	Waktu	Golongan Kendaraan											kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	1387	120	3	18			12				6	1546
2	07 - 08	940	93	4	22		1	10	1			13	1084
3	08 - 09	687	126	3	38			8					862
4	09 - 10	492	116	5	53		2	14				3	685
5	10 - 11	647	125	4	56	1	4	14					851
6	11 - 12	525	167	2	43	3	2	18					760
7	12 - 13	496	140	2	53			21					712
8	13 - 14	534	185	2	48	1	3	14					787
9	14 - 15	638	217	2	32	4	6	24					923
10	15 - 16	516	152	1	60		2	13					744
11	16 - 17	535	147		57		3	9					751
12	17 - 18	487	118		42		2	8					657
13	18 - 19	567	85		35			6					693
14	19 - 20	530	56		15			2					603

Lanjutan Tabel 5.10 LHR Lajur Turi-Pakem

No	Waktu	Golongan Kendaraan											kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
15	20 - 21	415	42		8								465
16	21 - 22	210	35		3								248
Kend/hari												12371	

Sumber: Bina Marga (2015)

5.2 Analisis Dan Pembahasan

Analisis dilakukan sesuai dengan segmen yang telah disebutkan pada sub bab 5.1. Sehingga didapatkan analisis yang terinci pada tiap-tiap segmen tersebut.

5.2.1 Metode Lendutan

Analisis metode lendutan dilakukan untuk mengetahui kinerja perkerasan jalan dari hasil uji langsung di lapangan menggunakan alat *benkelman beam*. Tahapan analisis metode lendutan adalah sebagai berikut.

a. Analisis

a. Lendutan balik

Lendutan balik dianalisis menggunakan Persamaan 3.1 dengan tebal lapis aspal digunakan Persamaan 3.3 dikarenakan rata-rata tebal lapis aspal adalah 20 cm, temperatur tebal lapis aspal digunakan Persamaan 3.4 dan faktor koreksi beban uji menggunakan Persamaan 3.5. Adapun contoh analisis hitungan diuraikan pada uraian berikut.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{BB}$$

$$d_B = 2 \times (0,5 - 0) \times (14,785 \times (1/3 \times (27 + 25,2 + 23,1))^{-0,7573})$$

$$\times 0,9 \times (77,343 \times 14^{-2,0715})$$

$$d_B = 0,3787 \text{ mm}$$

b. Keseragaman lendutan

Keseragaman lendutan digunakan Persamaan 3.6 dengan rata-rata lendutan menggunakan Persamaan 3.7 dan deviasi standar menggunakan Persamaan 3.8. Contoh analisis hitungan seperti disajikan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
S &= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns(ns-1)}} \\
&= \sqrt{\frac{(2 \times 1,434) - (0,3787)^2}{2 \times (2-1)}} \\
&= 0,2677 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
dR &= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \\
&= \frac{0,3787}{2} \\
&= 0,1894 \text{ mm}
\end{aligned}$$

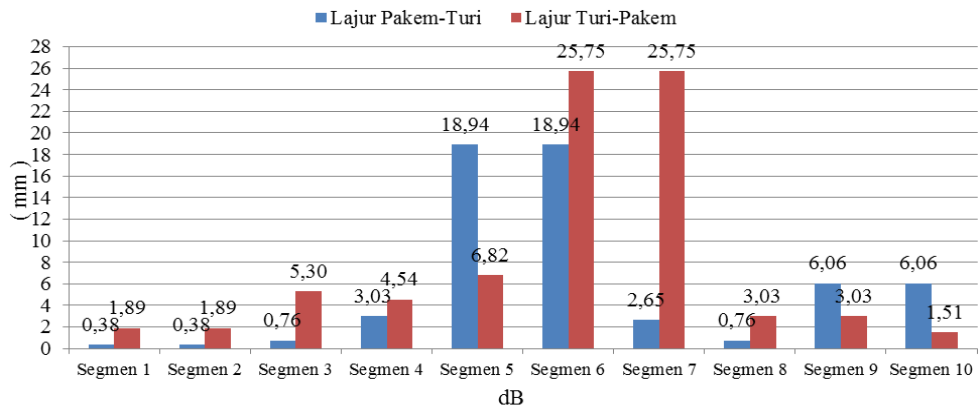
$$\begin{aligned}
FK &= \frac{S}{dR} \times 100\% < FK \text{ Ijin} \\
&= \frac{0,1894}{0,2677} \times 100\% < FK \text{ Ijin} \\
&= 1,4142 \% < 10\% \text{ Sangat Baik}
\end{aligned}$$

c. Lendutan wakil

Jalan Pakem-Turi merupakan jalan kolektor maka digunakan Persamaan 3.10. Analisis hitungan diuraikan dibawah ini.

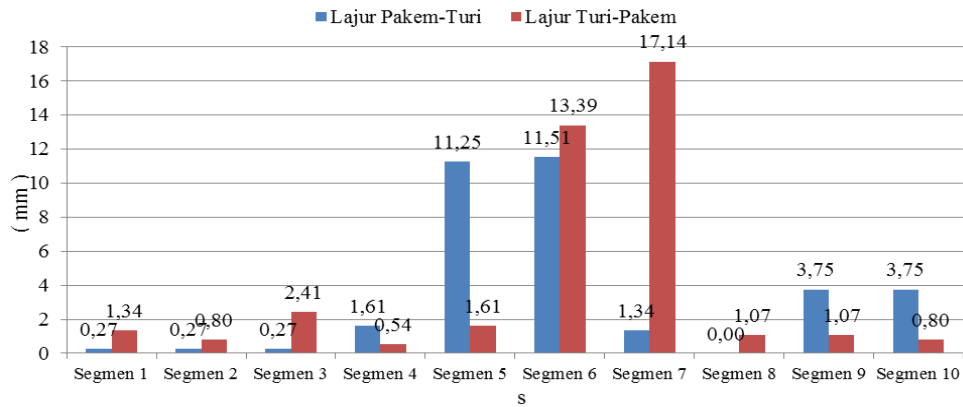
$$\begin{aligned}
D_{\text{wakil}} &= dR + 1,64s \\
&= 0,1894 + 1,64 \times 0,2677 \\
&= 0,6285 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil analisis metode lendutan lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.4 berikut.



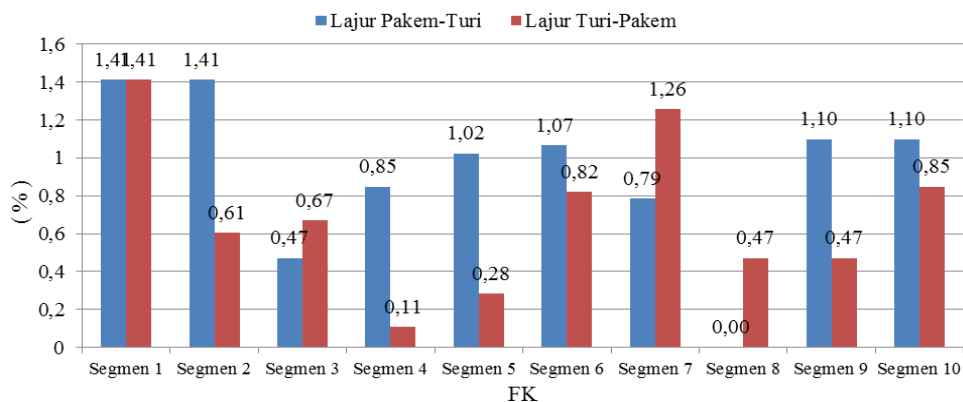
Gambar 5.1 Hasil Analisis Lendutan Balik

Hasil analisis standar deviasi ditampilkan pada Gambar 5.2 berikut.



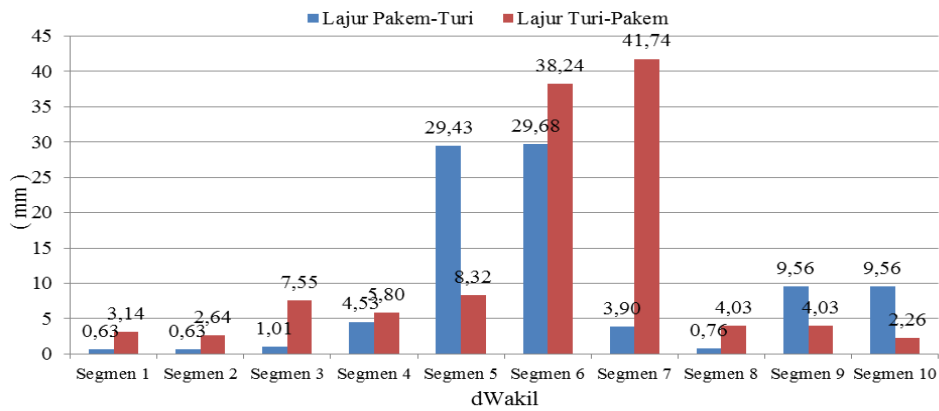
Gambar 5.2 Hasil Analisis Standar Deviasi

Hasil analisis faktor keseragaman lendutan ditampilkan pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Hasil Analisis Faktor Keseragaman Lendutan

Hasil analisis lendutan wakil ditampilkan pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Hasil Analisis Lendutan Wakil

b. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Nilai lendutan balik maksimum pada lajur Pakem-Turi mempunyai hasil yang beragam. Pada Gambar 5.1 tersaji hasil analisis lendutan balik dengan nilai tertinggi adalah 18,9335 mm. Hasil yang beragam ini dipengaruhi oleh kondisi eksisting jalan saat pengujian lendutan balik. Kerusakan di sekitar lokasi pengujian menghasilkan nilai lendutan yang tinggi. Pada Gambar 5.3 tersaji hasil analisis faktor keseragaman lendutan balik, dengan rentang 0%-1,4142 dikategorikan kondisi jalan baik. Artinya kinerja jalan lajur Pakem-Turi masih baik.

b. Lajur Turi-Pakem

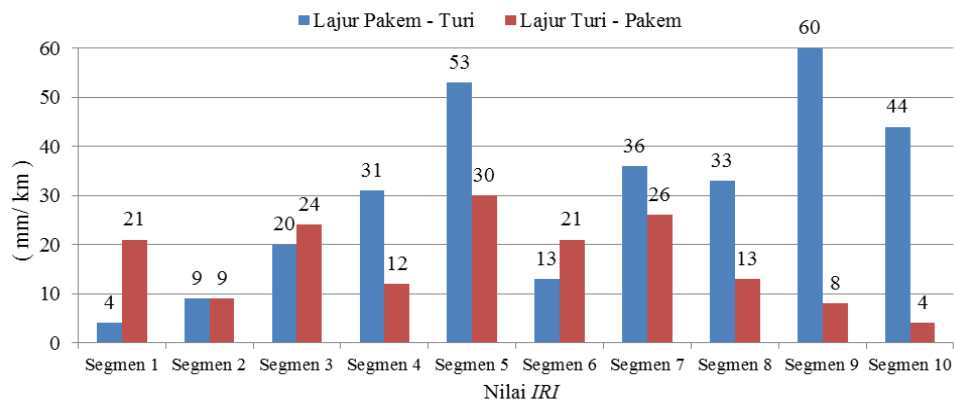
Nilai lendutan balik maksimum pada lajur Pakem-Turi mempunyai hasil yang beragam. Pada Gambar 5.1 tersaji hasil analisis lendutan balik dengan nilai tertinggi adalah 25,7523 mm. Hasil yang beragam ini dipengaruhi oleh kondisi eksisting jalan saat pengujian lendutan balik. Kerusakan di sekitar lokasi pengujian menghasilkan nilai lendutan yang tinggi. Pada Tabel 5.3 tersaji hasil analisis faktor keseragaman lendutan balik, dengan rentang dengan rentang 0,4714%-1,4142 dikategorikan kondisi jalan baik. Artinya kinerja jalan lajur Pakem-Turi masih baik.

5.2.2 IRI (*International Roughness Index*)

Nilai *IRI* jalan didapatkan dari hasil uji di lapangan menggunakan alat *roughometer NAASRA*. Adapun analisis *IRI* adalah sebagai berikut.

1. Analisis

Hasil analisis nilai *IRI* ditampilkan pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Analisis Nilai IRI

Rekapitulasi analisis kategori nilai *IRI* ditampilkan pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Kategori Nilai IRI

No	Kategori	Pakem - Turi	Turi - Pakem
1	Baik	1	1
2	Sedang	0	1
3	Rusak Ringan	1	2
4	Rusak Berat	8	6

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada Gambar 5.13 disajikan hasil analisis nilai *IRI* (*International Roughness Index*) mempunyai rentang 4–60. Hasil analisis yang didapatkan, 8 segmen dikategorikan rusak berat, 1 segmen dikategorikan rusak ringan dan 1 segmen dikategorikan baik. Nilai *IRI* yang terlalu besar ini dikarenakan jalan Pakem-Turi banyak dilalui truk pengangkut bahan material bangunan. Kerusakan yang tidak cepat ditangani dan memperparah kerusakan juga menyebabkan nilai *IRI* yang tinggi.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada Gambar 5.3 disajikan hasil analisis nilai *IRI* (*International Roughness Index*) mempunyai rentang 4–30. Hasil analisis yang didapatkan, 6 segmen dikategorikan rusak berat, 2 segmen dikategorikan rusak ringan, 1 segmen dikategorikan sedang dan 1 segmen dikategorikan baik. Jalan Turi-Pakem banyak dilalui truk namun tidak disertai muatan, dan bus pariwisata. Kerusakan yang tidak cepat ditangani dan memperparah kerusakan juga menyebabkan nilai *IRI* yang tinggi.

5.2.3 Kerusakan Jalan

Analisis kerusakan yang didapat di lapangan dianalisis dan dikategorikan menjadi lima kategori. Lima kategori yang dimaksud adalah kerusakan total, kerusakan yang memerlukan *heavy patching*, kerusakan alur, kerusakan retak kulit buaya dan kerusakan serius. Berikut ditampilkan analisis untuk lajur Pakem-Turi stasiun 2+700 sampai 2+900.

1. Analisis

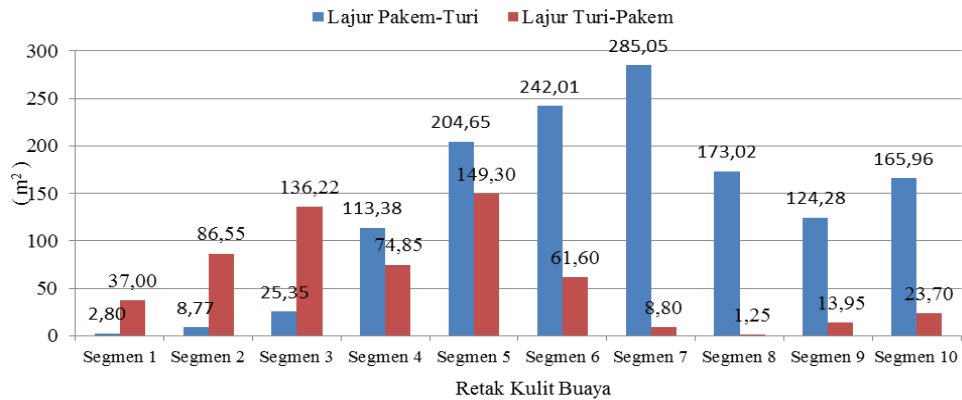
$$\begin{aligned} \text{a. Kerusakan Seluruh} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{8,0494}{700} \times 100\% \\ &= 1,1499 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kerusakan Heavy Patching} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{700} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kerusakan Serius} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{700} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

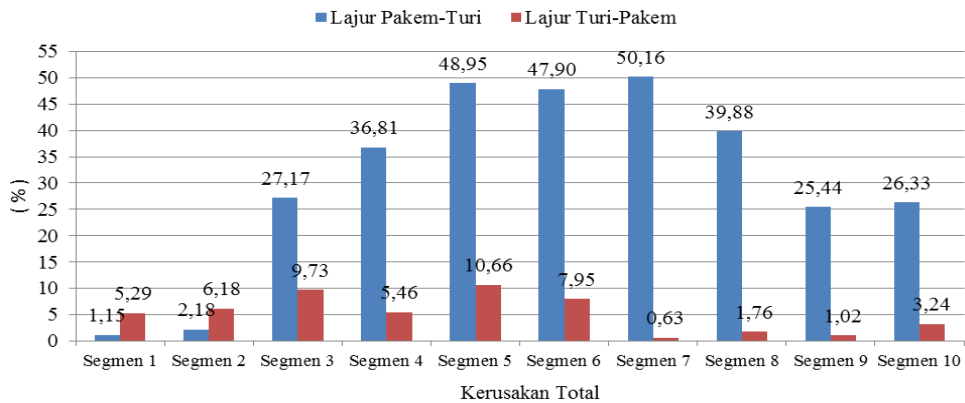
$$\begin{aligned} \text{d. Kerusakan Retak Kulit Buaya} &= \text{Luas Kerusakan Retak Kulit Buaya} \\ &= 2,799 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi analisis hitungan kerusakan jalan lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.6 sampai Gambar 5.9 berikut.



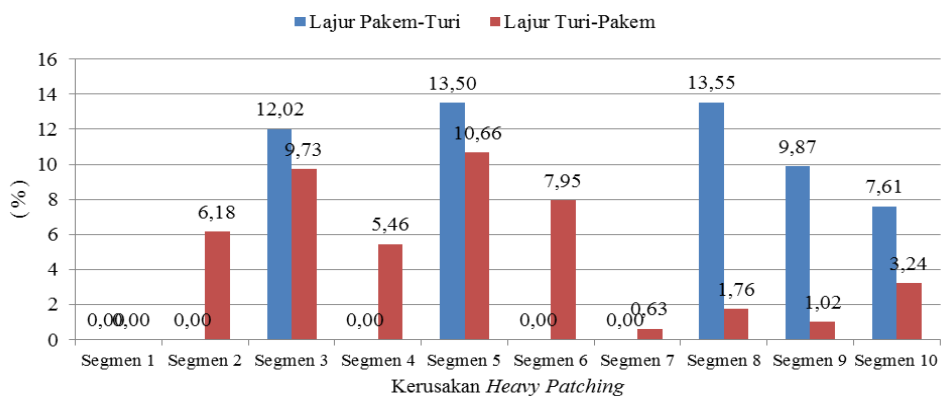
Gambar 5.6 Analisis Retak Kulit Buaya

Analisis kerusakan total ditampilkan pada Gambar 5.7 berikut.



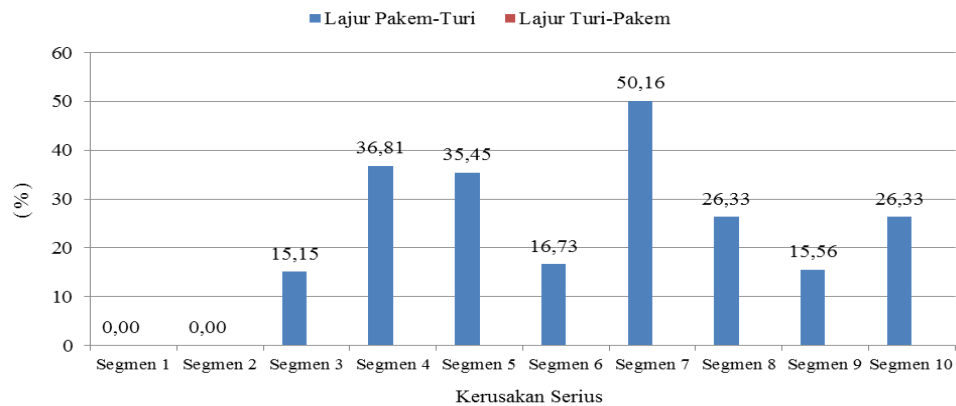
Gambar 5.7 Analisis Kerusakan Total

Analisis kerusakan *heavy patching* ditampilkan pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Analisis Kerusakan Heavy Patching

Analisis kerusakan serius ditampilkan pada Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Analisis Kerusakan Serius

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada lajur Pakem-Turi mempunyai rentang kerusakan retak kulit buaya sebesar 2,80-285,05 m² dan mempunyai rentang kerusakan total sebesar 1,15-50,16 %. Rusak retak buaya dan kerusakan total yang luas ini disebabkan oleh beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh perkerasan. Mengingat lajur Pakem-Turi dilalui oleh muatan truk yang mengangkut material bangunan. Kerusakan alur yang terjadi mempunyai kedalaman 30 mm, hal ini terjadi karena perkerasan yang kurang padat.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada lajur Pakem-Turi mempunyai rentang kerusakan retak kulit buaya sebesar 1,25-149,30 m² dan mempunyai rentang kerusakan total sebesar 1,02-10,66 %. Rusak retak kulit buaya dan kerusakan total ini disebabkan oleh beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh perkerasan. Lajur Turi-Pakem dilalui oleh muatan truk yang akan mengangkut material bangunan dari lereng Gunung Merapi. Kerusakan alur tidak terjadi pada lajur ini, yang artinya perkerasan pada lajur ini padat dan mampu menerima beban dari kendaraan.

5.2.4 Lalu Lintas

Analisis lalu lintas dilakukan untuk memenuhi syarat pemicu rekomendasi penanganan Bina Marga 2013. Analisis lalu lintas diuraikan pada uraian berikut.

1. Analisis

a. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jalan Pakem-Turi merupakan jalan kolektor, sesuai Tabel 3.2 maka faktor pertumbuhan lalu lintas untuk jalan Pakem-Turi dalam rentang waktu tahun 2011-2020 adalah 3,5 %

b. Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

$$R = \frac{(1+0,01 \times 3,5)^{10} - 1}{0,01 \times 3,5}$$

$$R = 11,7314$$

c. Beban sumbu standar kumulatif

Dalam analisis beban sumbu standar kumulatif dicari untuk nilai ESA_5 dan $CESA_5$. Analisis hitungan dibawah ini dicontohkan untuk kendaraan jenis 5a pada lajur Pakem-Turi.

$$ESA_5 = 25 \times 0,2$$

$$= 5 \text{ } ESA_5/\text{hari}$$

$$CESA_5 = 5 \times 365 \times 11,7314$$

$$= 21409,7925 \text{ } CESA_5/\text{hari}$$

Rekap analisis hitungan beban sumbu standar kumulatif dari lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumulatif Lajur Pakem-Turi

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA_5	$CESA_5$
1	1	9345	9345	40014902,2163
2	2	1575	1575	6744084,6432

Lanjutan Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumatif Lajur Pakem-Turi

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA ₅	CESA ₅
3	3	41	41	175560,2986
4	4	457	457	1956855,0362
5	5a	25	5	21409,7925
6	5b	19	19	81357,2116
7	6	193	154.4	661134,3930
8	7a	1	11.2	47957,9352
9	7b	0		
10	7c	0		
11	8	110		
Jumlah		11766	11607,6	49703261,5266

Rekap analisis hitungan beban sumbu standar kumulatif dari lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumatif Lajur Turi-Pakem

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA ₅	CESA ₅
1	1	9606	9606	41132493,3858
2	2	1924	1924	8238488,1610
3	3	28	28	119894,8381
4	4	583	583	2496381,8076
5	5a	9	1,8	7707,5253
6	5b	25	25	107048,9626
7	6	173	138,4	592623,0569
8	7a	1	11,2	47957,9352
9	7b	0		
10	7c	0		
11	8	22		
Jumlah		12371	12317,4	52742595,6725

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Seperti disebutkan pada Tabel 5.8 dalam sehari jumlah kendaraan yang melintas pada lajur Pakem-Turi adalah 11.766 kend/hari. Jumlah kendaraan terbanyak yang mempunyai nilai *VDF* (*Vehicle Damage Factor*) adalah kendaraan golongan 6, telah disebutkan pada Tabel 5.8 sebanyak 193 kend/hari. Kendaraan golongan 6 adalah truk ringan 2 sumbu, truk ini biasanya membawa muatan yaitu material bangunan berupa pasir ataupun batu yang diangkutnya dari lereng Gunung Merapi.

Banyaknya jumlah kendaraan berat yang mengangkut muatan sangat berpengaruh terhadap masa layan perkerasan dan kinerja perkerasan.

b. Lajur Turi-Pakem

Seperti disebutkan pada Tabel 5.9 dalam sehari jumlah kendaraan yang melintas pada lajur Turi-Pakem adalah 12.371 kend/hari. Jumlah kendaraan terbanyak yang mempunyai nilai *VDF (Vehicle Damage Factor)* adalah kendaraan golongan 6, telah disebutkan pada Tabel 5.9 sebanyak 173 kend/hari. Kendaraan golongan 6 adalah truk ringan 2 sumbu, truk ini biasanya menuju ke lereng Gunung Merapi tanpa membawa muatan material bangunan berupa pasir ataupun batu. Banyaknya kendaraan golongan 6 yang melintas tanpa membawa material bangunan mempengaruhi kinerja perkerasan. Perkerasan dapat menerima beban tanpa kelebihan kapasitas.

5.2.5 Level Desain Dan Pemicu

Tahap analisis level desain dan pemicu penanganan sebagai syarat penentuan rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 adalah sebagai berikut.

1. Analisis

Analisis level desain dan pemicu penanganan ditampilkan pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Level Desain Dan Pemicu Penanganan

No	Kriteria			Lajur Pakem-Turi	Lajur Turi-Pakem
1	Level desain			Tahap desain tingkat proyek. Pengujian dengan interval pendek dan penanganan terinci untuk segmen-segmen yang seragam.	
2	UR, Pemicu dan Jenis Lapis Perkerasan	LHR	kend/hr	11766	12371
		Kriteria Beban Lalin	Juta ESA_5	11607,6	12317,4
		UR	Tahun	10	10

Lanjutan Tabel 5.14 Level Desain Dan Pemicu Penanganan

No	Kriteria		Lajur Pakem-Turi	Lajur Turi-Pakem	
3	Pemicu Ketidakrataan	LHR	kend/jam	1208	1546
		IRI 1	mm/km	6,25	6,25
		IRI 2		8	8
		IRI 3		6,25	6,25
4	Pemicu Lendutan	LHRT	kend/hr/10th	49.703.261,53	52.742.595,67
		Jenis Perkerasan		AC/Kaku	AC/Kaku
		Lendutan 1	mm	>0,88	>0,88
		Lendutan 2		1,2	1

2. Pembahasan

Dalam analisis level desain dan pemicu penanganan mengacu pada analisis lalu lintas. Perbedaan pemicu pada kedua lajur adalah pada pemicu lendutan. Pada lajur Pakem-Turi didapatkan 49.703.261,53 kend/hr/10th maka pemicu lendutan 1 adalah >0,88 mm dan pemicu lendutan 2 adalah 1,2 mm. Pada lajur Turi-Pakem didapatkan 52.742.595,67 kend/hr/10th maka pemicu lendutan 1 adalah >0,88 mm dan pemicu lendutan 2 adalah 1,0 mm. Kriteria beban lalu lintas kurang dari 1 juta ESA_5 maka digunakan Tabel 3.9 sebagai acuan rekomendasi penanganan Bina Marga 2013.

5.2.6 Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

Rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 memberikan jenis penanganan dengan pemicu untuk setiap segmen yang seragam. Analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 mengacu pada Tabel 3.9.

1. Analisis

Contoh analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 ditampilkan pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Lajur Pakem-Turi Stasiun 2 + 900 Sampai 3 + 100

Pemicu Penanganan		Analisis	Pemeliharaan Rutin	Heavy Patching	Kupas dan Ganti	Overlay	Rekons-truksi	Daur Ulang
Lendutan 1	0,88(mm)	1,4142						
Lendutan 2	>1.2(mm)	1,4142		✓			✓	✓
IRI 1	6,25(mm/km)	9	*			✓		
IRI 2	8(mm/km)	9						
IRI 3	6,25(mm/km)	9						
Kondisi Serius	<5%	0	✓					
Heavy Patching	<30%	0		✓				
	>30%					*	*	
Buaya	Luas(m ²)	8,7710			*			
Alur	Cukup dalam dan parah	0			*			
Tebal Aspal	< 10 cm	20					*	
	> 10 cm							✓

Penentuan pemilihan rekomendasi penanganan dari Tabel 5.19 adalah sebagai berikut.

- Jika hasil analisis tidak memenuhi dari nilai pemicu penanganan maka diberi tanda *
- Jika hasil analisis memenuhi dari nilai acuan maka diberi tanda ✓
- Rekomendasi penanganan dipilih jika memenuhi semua syarat pemicu penanganan

Rekapitulasi hasil analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 tampak pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.3 berikut.

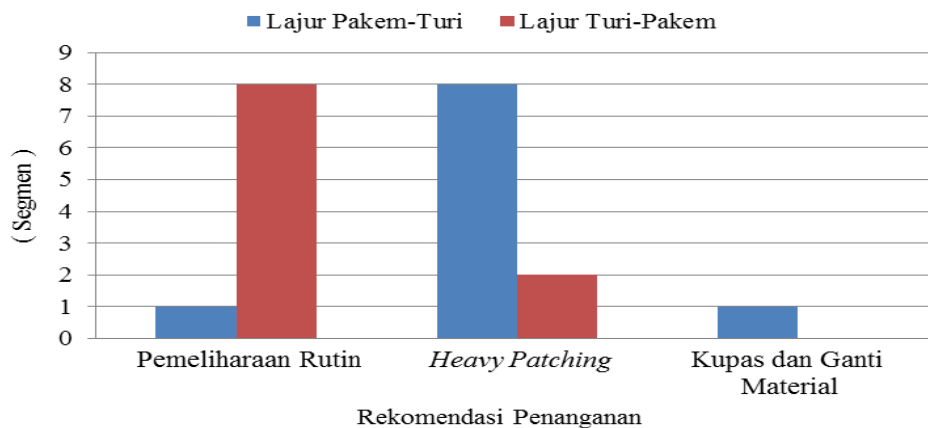
Tabel 5.16 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

No	Segmen	Rekomendasi Penanganan	
		Lajur Pakem-Turi	Lajur Pakem-Turi
1	Segmen 1	Pemeliharaan Rutin	Heavy Patching
2	Segmen 2	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
3	Segmen 3	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
4	Segmen 4	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin
5	Segmen 5	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
6	Segmen 6	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
7	Segmen 7	Kupas Dan Ganti Material	Heavy Patching

Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

No	Segmen	Rekomendasi Penanganan	
		Lajur Pakem-Turi	Lajur Pakem-Turi
8	Segmen 8	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin
9	Segmen 9	<i>Heavy Patching</i>	Pemeliharaan Rutin
10	Segmen 10	<i>Heavy Patching</i>	Pemeliharaan Rutin

Rekapitulasi hasil analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 tampak Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada lajur tersebut didapatkan 1 rekomendasi pemeliharaan rutin, 8 rekomendasi *heavy patching* dan 1 rekomendasi kupas dan ganti material. Satu segmen dapat dilakukan pemeliharaan rutin dikarenakan mempunyai nilai *IRI* kurang dari 6,25 sehingga memenuhi pemicu pemeliharaan rutin artinya pada segmen tersebut mempunyai pelayanan jalan yang baik. Delapan segmen yang mendapat rekomendasi *heavy patching* mempunyai nilai lendutan diatas 1,2 mm, nilai lendutan balik yang tinggi berpengaruh pada kinerja perkerasan, dan mempunyai kerusakan kulit buaya yang luas dengan rentang 113,383-285,050 m²,

kerusakan ini terjadi karena beban yang diterima perkerasan terlalu besar. Satu segmen dilakukan kupas dan ganti material dikarenakan mempunyai alur sedalam 30 mm, kerusakan alur ini disebabkan beban kendaraan yang melebihi kemampuan perkerasan.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada lajur tersebut didapatkan 8 rekomendasi pemeliharaan rutin dan 2 rekomendasi *heavy patching* Satu segmen dapat dilakukan pemeliharaan rutin dikarenakan mempunyai nilai *IRI* kurang dari 6,25 sehingga memenuhi pemicu pemeliharaan rutin artinya pada segmen tersebut mempunyai pelayanan jalan yang baik. Delapan segmen yang mendapat rekomendasi *heavy patching* mempunyai nilai lendutan diatas 1,2 mm, nilai lendutan balik yang tinggi berpengaruh pada kinerja perkerasan, dan mempunyai kerusakan kulit buaya yang luas dengan rentang 116,45-122 m², kerusakan ini terjadi karena beban yang diterima perkerasan terlalu besar.

3. Bentuk penanganan hasil analisis Rekomendasi Bina Marga 2013

a. Pemeliharaan Rutin

- 1) Pemeliharaan dan pembersihan pada bahu jalan
- 2) Pemeliharaan pada sistem drainase
- 3) Pemeliharaan dan pembersihan pada rumija
- 4) Pemeliharaan dengan pemotongan tanaman liar
- 5) Pengisian retak pada permukaan jalan
- 6) Pemeliharaan pada bangunan pelengkap

b. *Heavy patching*

Tata cara pelaksanaan penanganan *heavy patching* adalah sebagai berikut.

1) Langkah 1

- a) Mobilisasi peralatan, pekerja, dan material di lapangan
- b) Rambu pengaman ditempatkan pada area perbaikan (Gambar 5.11)
- c) Peralatan disiapkan



Gambar 5.11 Penempatan Rambu Pengaman

(Sumber: Bina Marga, 2011)

2) Langkah 2

- a) Area kerusakan dibersihkan menggunakan *air compressor*
- b) Memberi tanda pada daerah yang akan diperbaiki (Gambar 5.12)
- c) Aspal emulsi dan pasir kasar diaduk menggunakan *concrete mixer*



Gambar 5.12 Tanda Pada Daerah Yang Diperbaiki

(Sumber: Bina Marga, 2011)

3) Langkah 3

- a) *Tack coat* disemprotkan pada daerah yang diperbaiki
- b) Campuran aspal ditaburkan pada daerah yang diperbaiki dengan tebal minimal 10 mm
- c) Hamparan aspal dipadatkan menggunakan *baby roller* (Gambar 5.13)

d) Rambu pengaman diangkat dan demobilisasi



Gambar 5.13 Pematatan Menggunakan *Baby Roller*

(Sumber: Bina Marga, 2011)

c. Kupas dan ganti material

Tata cara pelaksanaan penanganan kupas dan ganti material adalah sebagai berikut.

1) Langkah 1

- a) Mobilisasi peralatan, pekerja, dan material di lapangan
- b) Rambu pengaman ditempatkan pada area perbaikan (Gambar 5.14)
- c) Peralatan disiapkan



Gambar 5.14 Penempatan Rambu Pengaman

(Sumber: Bina Marga, 2011)

2) Langkah 2

- a) Area kerusakan dibersihkan menggunakan *air compressor*

- b) Daerah yang akan diperbaiki ditandai
- c) Material pondasi jalan digali dengan kedalaman 150-200 mm
(Gambar 5.15)



Gambar 5.15 Penggalian Pada Daerah Yang Diperbaiki
(Sumber: Bina Marga, 2011)

- 3) Langkah 3
 - a) Digunakan *vibrating hammer* untuk memadatkan material lapisan dasar
 - b) Ditambahkan agregat dengan ketebalan 100 mm dan dipadatkan hingga ketebalan 40 mm di bawah permukaan (Gambar 5.16)
 - c) *Prime coat* dilaburkan menggunakan *asphalt sprayer*



Gambar 5.16 Pemasangan Agregat
(Sumber: Bina Marga, 2011)

- 4) Langkah 4
 - a) Agregat diaduk menggunakan *concrete mixer*
 - b) Ditambahkan aspal kemudian diaduk selama 4 menit

- c) Aspal ditaburkan (Gambar 5.17) pada lokasi kerusakan dan dipadatkan menggunakan *baby roller*
- d) Permukaan lokasi kerusakan dibersihkan
- e) Rambu pengaman diangkat dan demobilisasi



Gambar 5.17 Penghamparan Aspal

(Sumber: Bina Marga, 2011)

BAB V

DATA, ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Rekapitulasi Data

Hasil yang didapat adalah data primer dan data sekunder dari jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7. Hasil data primer yang diambil adalah nilai lendutan balik, nilai *IRI*, tebal perkerasan dan nilai kerusakan jalan. Sedangkan data sekunder adalah data LHRT. Data tersebut dibagi per segmen, adapun pembagian tiap segmen tampak pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Pembagian Segmen

No	Nama Segmen		Sta. Awal	Sta. Akhir	Panjang (m)
	Pakem - Turi	Turi - Pakem			
1	Segmen 1 PT	Segmen 1 TP	2 + 700	2 + 900	200
2	Segmen 2 PT	Segmen 2 TP	2 + 900	3 + 100	200
3	Segmen 3 PT	Segmen 3 TP	3 + 100	3 + 300	200
4	Segmen 4 PT	Segmen 4 TP	3 + 300	3 + 500	200
5	Segmen 5 PT	Segmen 5 TP	3 + 500	3 + 700	200
6	Segmen 6 PT	Segmen 6 TP	3 + 700	3 + 900	200
7	Segmen 7 PT	Segmen 7 TP	3 + 900	4 + 100	200
8	Segmen 8 PT	Segmen 8 TP	4 + 100	4 + 300	200
9	Segmen 9 PT	Segmen 9 TP	4 + 300	4 + 500	200
10	Segmen 10 PT	Segmen 10 TP	4 + 500	4 + 700	200

Keterangan :

Segmen 1 PT = Segmen 1 lajur Pakem-Turi

Segmen 1 TP = Segmen 1 lajur Turi-Pakem

5.1.1 Data Lendutan Balik

Data lendutan balik yang didapat dengan menggunakan alat *benkelman beam* ditampilkan pada Lampiran 2, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.2 Data Lendutan Balik Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan(°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
1	Segmen 1 PT	2 + 700	0	0,25	0,5	27	23
		2 + 900	0	0	0	27	23
2	Segmen 2 PT	2 + 900	0	0	0	27	23
		3 + 100	0	0	0,5	27	23
3	Segmen 3 PT	3 + 100	0	0	0,5	27	23
		3 + 300	0	0	1	27	23
4	Segmen 4 PT	3 + 300	0	0	1	27	23
		3 + 500	0	5	4	27	23
5	Segmen 5 PT	3 + 500	0	5	4	27	23
		3 + 700	0	5	25	27	23
6	Segmen 6 PT	3 + 700	0	5	25	27	23
		3 + 900	0	1	3,5	27	23
7	Segmen 7 PT	3 + 900	0	1	3,5	27	23
		4 + 100	0	1	1	27	23
8	Segmen 8 PT	4 + 100	0	1	1	27	23
		4 + 300	0	0	1	27	23
9	Segmen 9 PT	4 + 300	0	0	1	27	23
		4 + 500	0	2	8	27	23
10	Segmen 10 PT	4 + 500	0	2	8	27	23
		4 + 700	0	0	1	27	23

Keterangan :

d1 = Lendutan Balik Pada Titik Awal Pengujian

d2 = Lendutan Balik Pada Jarak 0,4 m Dari Titik Awal Pengujian

d3 = Lendutan Balik Pada Jarak 6 m Dari Titik Awal Pengujian

Tabel 5.3 Data Lendutan Balik Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan (°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
1	Segmen 1 TP	2 + 700	0	0	0	27	23
		2 + 900	0	0,25	2,5	27	23
2	Segmen 2 TP	2 + 900	0	0	1	27	23
		3 + 100	0	0,25	2,5	27	23
3	Segmen 3 TP	3 + 100	0	0,25	2,5	27	23
		3 + 300	0	1	7	27	23
4	Segmen 4 TP	3 + 300	0	1	7	27	23
		3 + 500	0	0,5	6	27	23
5	Segmen 5 TP	3 + 500	0	0,5	6	27	23
		3 + 700	0	1	9	27	23
6	Segmen 6 TP	3 + 700	0	1	9	27	23
		3 + 900	0	1	34	27	23

Lanjutan Tabel 5.3 Data Lendutan Balik Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan			Suhu Permukaan (°C)	Suhu Udara (°C)
			d1	d2	d3		
7	Segmen 7 TP	3 + 900	0	1	34	27	23
		4 + 100	0	0	2	27	23
8	Segmen 8 TP	4 + 100	0	0	2	27	23
		4 + 300	0	1	4	27	23
9	Segmen 9 TP	4 + 300	0	1	4	27	23
		4 + 500	0	0	2	27	23
10	Segmen 10 TP	4 + 500	0	0	2	27	23
		4 + 700	0	0	0,5	27	23

Keterangan :

d1 = Lendutan Balik Pada Titik Awal Pengujian

d2 = Lendutan Balik Pada Jarak 0,4 m Dari Titik Awal Pengujian

d3 = Lendutan Balik Pada Jarak 6 m Dari Titik Awal Pengujian

5.1.2 Data IRI

Data *IRI* (*International Roughness Indeks*) yang didapat dengan menggunakan alat *roughometer NAASRA* pada lajur Pakem-Turi disajikan pada Lampiran 4, Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.4 Data IRI Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
1	Segmen 1 PT	2 + 700	0	0	0	0
		2 + 900	0	4	1	3
2	Segmen 2 PT	2 + 900	0	8	1	3
		3 + 100	3	16	5	12
3	Segmen 3 PT	3 + 100	4	30	6	12
		3 + 300	6	47	6	32
4	Segmen 4 PT	3 + 300	8	71	10	44
		3 + 500	18	102	10	63
5	Segmen 5 PT	3 + 500	19	112	10	70
		3 + 700	49	165	19	99
6	Segmen 6 PT	3 + 700	52	173	19	107
		3 + 900	57	186	20	114

Lanjutan Tabel 5.4 Data IRI Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Stasiun	Hasil Pembacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
7	Segmen 7 PT	3 + 900	77	214	28	150
		4 + 100	77	227	30	160
8	Segmen 8 PT	4 + 100	82	260	30	172
		4 + 300	82	262	33	187
9	Segmen 9 PT	4 + 300	111	293	47	247
		4 + 500	112	314	49	272
10	Segmen 10 PT	4 + 500	156	336	49	272
		4 + 700	156	346	49	279

Keterangan :

1 = Pembacaan Dial Ke 1

2 = Pembacaan Dial Ke 2

3 = Pembacaan Dial Ke 3

4 = Pembacaan Dial Ke 4

Data nilai *IRI* lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Data IRI Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Bacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
1	Segmen 1 TP	2 + 700	0	0	0	0
		2 + 900	1	21	2	12
2	Segmen 2 TP	2 + 900	1	27	2	12
		3 + 100	1	35	2	21
3	Segmen 3 TP	3 + 100	12	58	5	23
		3 + 300	36	81	8	23
4	Segmen 4 TP	3 + 300	36	90	8	24
		3 + 500	38	102	8	24
5	Segmen 5 TP	3 + 500	44	114	9	24
		3 + 700	74	136	12	48
6	Segmen 6 TP	3 + 700	78	153	13	58
		3 + 900	82	174	19	72
7	Segmen 7 TP	3 + 900	90	200	23	96
		4 + 100	91	211	24	100

Lanjutan Tabel 5.5 Data IRI Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Stasiun	Bacaan (mm/km)			
			1	2	3	4
8	Segmen 8 TP	4 + 100	93	220	27	113
		4 + 300	93	227	28	119
9	Segmen 9 TP	4 + 300	93	234	29	127
		4 + 500	95	239	29	129
10	Segmen 10 TP	4 + 500	95	243	29	131
		4 + 700	95	246	29	132

Keterangan :

1 = Pembacaan Dial Ke 1

2 = Pembacaan Dial Ke 2

3 = Pembacaan Dial Ke 3

4 = Pembacaan Dial Ke 4

5.1.3 Data Tebal Perkerasan

Data tebal perkerasan dan lokasi titik uji yang didapat dengan menggunakan alat *core drill* disajikan pada Lampiran 3 dan Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 Data Tebal Perkerasan

No	Segmen PT dan TP	Tebal (cm)					
		Lapis 1	Lapis 2	Lapis 3	Lapis 4	Lapis 5	Lapis 6
1	Segmen 1	3,3	2,5	4,5	3	4,5	3
2	Segmen 2	4	5	11			
3	Segmen 3	4	5	7			
4	Segmen 4	2,5	3,5	4	2,5	7,5	
5	Segmen 5	3	5	17			
6	Segmen 6	3	4	5,5	9		
7	Segmen 7	7,5	2,5	13			
8	Segmen 8	5,5	8,5	4,5			
9	Segmen 9	4	5,5				
10	Segmen 10	4	2	8	2		

5.1.4 Data Kerusakan Jalan

Data kerusakan jalan yang didapat dengan mencatat kerusakan dari awal hingga akhir. Kerusakan jalan dibagi menjadi dua, yaitu pada lajur Turi-Pakem dan Pakem-Turi. Sketsa kerusakan jalan Pakem-Turi dilampirkan pada Lampiran 9. Rekapitulasi kerusakan jalan ditampilkan pada Tabel 5.7 berikut

Tabel 5.7 Data Kerusakan Jalan Lajur Pakem-Turi

No	Segmen	Tipe Kerusakan										
		Kekasaran				Lubang (m ²)	Tambalan (m ²)	Retak (m ²)			Alur (m ²)	Ambblas (m ²)
		P	F	H	D			R	KB	M		
1	Segmen 1 PT		✓				0,046		0			
							5,07		2,799	0,1344		
2	Segmen 2 PT						6,457		3,351			
							0		5,42			
3	Segmen 3 PT			✓		0,697	81,06		2,3945			
				✓			83,1		22,96			
4	Segmen 4 PT					2,2444	25,58		74,008		0,1197	
		✓					116,14		39,3754		0,2175	
5	Segmen 5 PT			✓			106,45		141,67			
				✓		0,639	30,88		62,978			
6	Segmen 6 PT		✓	✓			31,2		85,01		0,912	
							58,2		157		3	
7	Segmen 7 PT						54,85		159		2	
							8,1025		126,05		1,125	
8	Segmen 8 PT			✓			81,2		103,12			
				✓			24,92		69,9			
9	Segmen 9 PT			✓			3,15	6,8	76,324	22,68		
							20,8		47,96	0,35		
10	Segmen 10 PT						10,5		120,6			
							0		45,36			7,875
Jumlah						3,5804	747,7055	6,8	1345,2799	23,1644	7,3742	7,875

Keterangan :

P = Pelepasan Butir

F = Fatty

H = Hungry

D = Disinterigation

R = Retak Rambut

KB = Retak Kulit Buaya

M = Retak Memanjang

Rekapitulasi kerusakan jalan pada lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Data Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem

No	Segmen	Tipe Kerusakan										
		Kekasaran				Lubang (m ²)	Tambalan (m ²)	Retak (m ²)			Alur (m ²)	Ambilas (m ²)
		P	F	H	D			R	KB	M		
1	Segmen 1 PT		✓						14,6			
									22,4			
2	Segmen 2 PT								38,3			
									48,25			
3	Segmen 3 PT			✓					71,62			
				✓					64,6			
4	Segmen 4 PT								22,3	1,6		
		✓							52,55			
5	Segmen 5 PT			✓					63,9			
				✓					85,4			
6	Segmen 6 PT		✓	✓		24,5	0	25,2	36,6			
						0	0		25			
7	Segmen 7 PT					0	0		0			
						0	0		8,8			
8	Segmen 8 PT			✓		0,6193	21		1,25			
				✓		0	1,75		0			
9	Segmen 9 PT			✓		0	0		4,95			
						0	0		9	0,35		
10	Segmen 10 PT					0	0		8,7			
						0	21,6		15			
Jumlah						25,1193	44,35	25,2	593,22	1,95	0	0

Keterangan :

P = Pelepasan Butir

F = Fatty

H = Hungry

D = Disinterigation

R = Retak Rambut

KB = Retak Kulit Buaya

M = Retak Memanjang

5.1.5 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data LHR pada jalan Pakem-Turi yang didapatkan dari dinas Bina Marga adalah LHR pada tahun 2015. Data LHR dibagi menjadi dua yaitu lajur Pakem-

Turi dan lajur Turi-Pakem. LHR lajur Pakem-Turi disajikan pada Lampiran 1, Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.9 LHR Lajur Pakem-Turi

No	Waktu	Golongan Kendaraan											Kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	1060	80	4	20	1		9				34	1208
2	07 - 08	770	83	5	29			13				44	944
3	08 - 09	585	98	4	26	1	1	17	1			24	757
4	09 - 10	525	115	4	55	3		11				3	716
5	10 - 11	660	144	5	46	4		13					872
6	11 - 12	600	142	4	48	1		27					822
7	12 - 13	650	126	3	45		1	22					847
8	13 - 14	730	188	3	37	1	6	15				3	983
9	14 - 15	755	192	1	63	5	4	23					1043
10	15 - 16	690	140	4	34	5	3	19					895
11	16 - 17	730	131	3	28	2	2	12				2	910
12	17 - 18	585	74	1	13	2	1	5					681
13	18 - 19	415	33		7		1	3					459
14	19 - 20	270	16		3			1					290
15	20 - 21	175	8		1			2					186
16	21 - 22	145	5		2			1					153
Kend/hari												11766	

Sumber : Bina Marga (2015)

Kerusakan jalan lajur Turi-Pakem disajikan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 LHR Lajur Turi-Pakem

No	Waktu	Golongan Kendaraan											kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	1387	120	3	18			12				6	1546
2	07 - 08	940	93	4	22		1	10	1			13	1084
3	08 - 09	687	126	3	38			8					862
4	09 - 10	492	116	5	53		2	14				3	685
5	10 - 11	647	125	4	56	1	4	14					851
6	11 - 12	525	167	2	43	3	2	18					760
7	12 - 13	496	140	2	53			21					712
8	13 - 14	534	185	2	48	1	3	14					787
9	14 - 15	638	217	2	32	4	6	24					923
10	15 - 16	516	152	1	60		2	13					744
11	16 - 17	535	147		57		3	9					751
12	17 - 18	487	118		42		2	8					657
13	18 - 19	567	85		35			6					693
14	19 - 20	530	56		15			2					603

Lanjutan Tabel 5.10 LHR Lajur Turi-Pakem

No	Waktu	Golongan Kendaraan											kend/jam
		1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
15	20 - 21	415	42		8								465
16	21 - 22	210	35		3								248
Kend/hari												12371	

Sumber: Bina Marga (2015)

5.2 Analisis Dan Pembahasan

Analisis dilakukan sesuai dengan segmen yang telah disebutkan pada sub bab 5.1. Sehingga didapatkan analisis yang terinci pada tiap-tiap segmen tersebut.

5.2.1 Metode Lendutan

Analisis metode lendutan dilakukan untuk mengetahui kinerja perkerasan jalan dari hasil uji langsung di lapangan menggunakan alat *benkelman beam*. Tahapan analisis metode lendutan adalah sebagai berikut.

a. Analisis

a. Lendutan balik

Lendutan balik dianalisis menggunakan Persamaan 3.1 dengan tebal lapis aspal digunakan Persamaan 3.3 dikarenakan rata-rata tebal lapis aspal adalah 20 cm, temperatur tebal lapis aspal digunakan Persamaan 3.4 dan faktor koreksi beban uji menggunakan Persamaan 3.5. Adapun contoh analisis hitungan diuraikan pada uraian berikut.

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{BB}$$

$$d_B = 2 \times (0,5 - 0) \times (14,785 \times (1/3 \times (27 + 25,2 + 23,1))^{-0,7573}) \times 0,9 \times (77,343 \times 14^{-2,0715})$$

$$d_B = 0,3787 \text{ mm}$$

b. Keseragaman lendutan

Keseragaman lendutan digunakan Persamaan 3.6 dengan rata-rata lendutan menggunakan Persamaan 3.7 dan deviasi standar menggunakan Persamaan 3.8. Contoh analisis hitungan seperti disajikan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
S &= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d)^2}{ns(ns-1)}} \\
&= \sqrt{\frac{(2 \times 1,434) - (0,3787)^2}{2 \times (2-1)}} \\
&= 0,2677 \text{ mm}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
dR &= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \\
&= \frac{0,3787}{2} \\
&= 0,1894 \text{ mm}
\end{aligned}$$

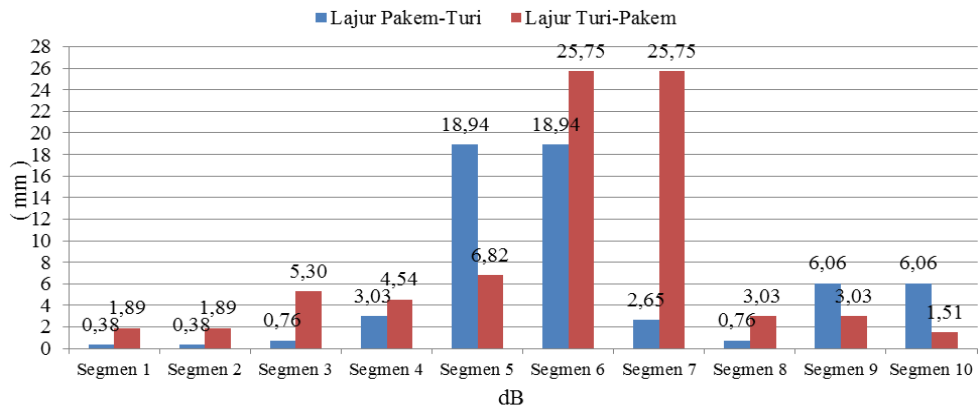
$$\begin{aligned}
FK &= \frac{S}{dR} \times 100\% < FK \text{ Ijin} \\
&= \frac{0,1894}{0,2677} \times 100\% < FK \text{ Ijin} \\
&= 1,4142 \% < 10\% \text{ Sangat Baik}
\end{aligned}$$

c. Lendutan wakil

Jalan Pakem-Turi merupakan jalan kolektor maka digunakan Persamaan 3.10. Analisis hitungan diuraikan dibawah ini.

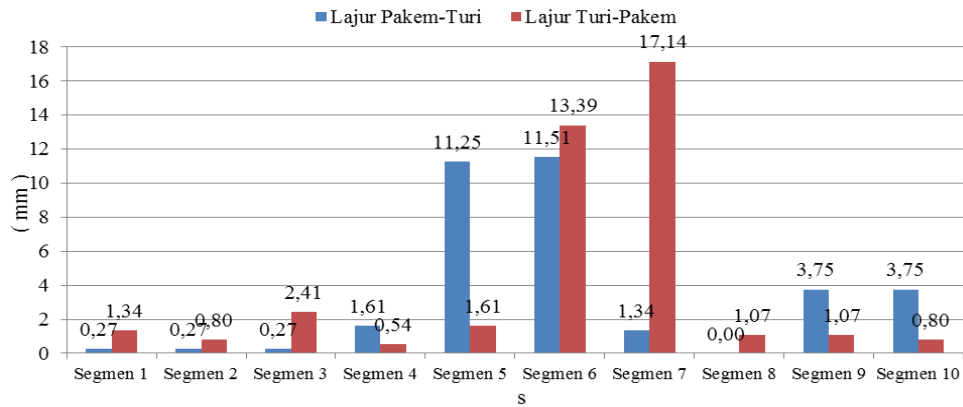
$$\begin{aligned}
D_{\text{wakil}} &= dR + 1,64s \\
&= 0,1894 + 1,64 \times 0,2677 \\
&= 0,6285 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil analisis metode lendutan lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Gambar 5.1 sampai Gambar 5.4 berikut.



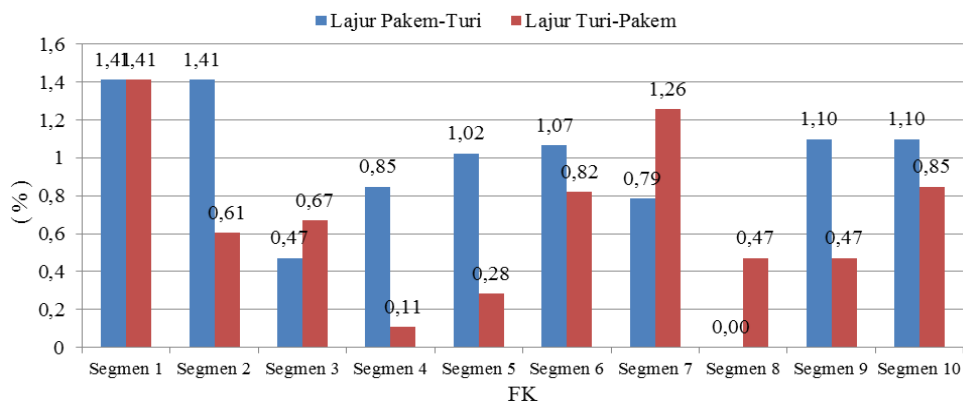
Gambar 5.1 Hasil Analisis Lendutan Balik

Hasil analisis standar deviasi ditampilkan pada Gambar 5.2 berikut.



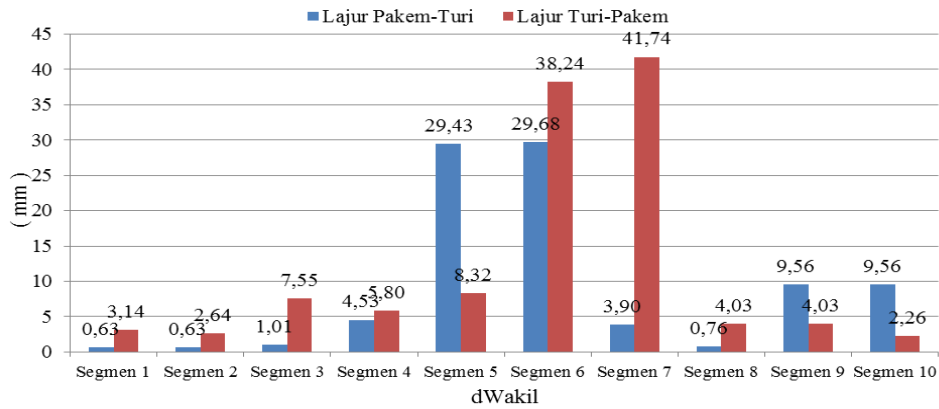
Gambar 5.2 Hasil Analisis Standar Deviasi

Hasil analisis faktor keseragaman lendutan ditampilkan pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Hasil Analisis Faktor Keseragaman Lendutan

Hasil analisis lendutan wakil ditampilkan pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5.4 Hasil Analisis Lendutan Wakil

b. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Nilai lendutan balik maksimum pada lajur Pakem-Turi mempunyai hasil yang beragam. Pada Gambar 5.1 tersaji hasil analisis lendutan balik dengan nilai tertinggi adalah 18,9335 mm. Hasil yang beragam ini dipengaruhi oleh kondisi eksisting jalan saat pengujian lendutan balik. Kerusakan di sekitar lokasi pengujian menghasilkan nilai lendutan yang tinggi. Pada Gambar 5.3 tersaji hasil analisis faktor keseragaman lendutan balik, dengan rentang 0%-1,4142 dikategorikan kondisi jalan baik. Artinya kinerja jalan lajur Pakem-Turi masih baik.

b. Lajur Turi-Pakem

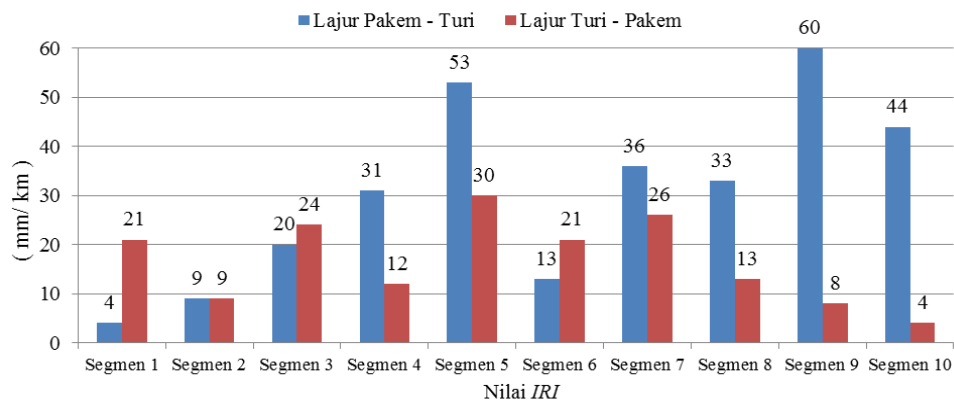
Nilai lendutan balik maksimum pada lajur Pakem-Turi mempunyai hasil yang beragam. Pada Gambar 5.1 tersaji hasil analisis lendutan balik dengan nilai tertinggi adalah 25,7523 mm. Hasil yang beragam ini dipengaruhi oleh kondisi eksisting jalan saat pengujian lendutan balik. Kerusakan di sekitar lokasi pengujian menghasilkan nilai lendutan yang tinggi. Pada Tabel 5.3 tersaji hasil analisis faktor keseragaman lendutan balik, dengan rentang dengan rentang 0,4714%-1,4142 dikategorikan kondisi jalan baik. Artinya kinerja jalan lajur Pakem-Turi masih baik.

5.2.2 IRI (*International Roughness Index*)

Nilai *IRI* jalan didapatkan dari hasil uji di lapangan menggunakan alat *roughometer NAASRA*. Adapun analisis *IRI* adalah sebagai berikut.

1. Analisis

Hasil analisis nilai *IRI* ditampilkan pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.5 Analisis Nilai IRI

Rekapitulasi analisis kategori nilai *IRI* ditampilkan pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Rekapitulasi Kategori Nilai IRI

No	Kategori	Pakem - Turi	Turi - Pakem
1	Baik	1	1
2	Sedang	0	1
3	Rusak Ringan	1	2
4	Rusak Berat	8	6

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada Gambar 5.13 disajikan hasil analisis nilai *IRI* (*International Roughness Index*) mempunyai rentang 4–60. Hasil analisis yang didapatkan, 8 segmen dikategorikan rusak berat, 1 segmen dikategorikan rusak ringan dan 1 segmen dikategorikan baik. Nilai *IRI* yang terlalu besar ini dikarenakan jalan Pakem-Turi banyak dilalui truk pengangkut bahan material bangunan. Kerusakan yang tidak cepat ditangani dan memperparah kerusakan juga menyebabkan nilai *IRI* yang tinggi.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada Gambar 5.3 disajikan hasil analisis nilai *IRI* (*International Roughness Index*) mempunyai rentang 4–30. Hasil analisis yang didapatkan, 6 segmen dikategorikan rusak berat, 2 segmen dikategorikan rusak ringan, 1 segmen dikategorikan sedang dan 1 segmen dikategorikan baik. Jalan Turi-Pakem banyak dilalui truk namun tidak disertai muatan, dan bus pariwisata. Kerusakan yang tidak cepat ditangani dan memperparah kerusakan juga menyebabkan nilai *IRI* yang tinggi.

5.2.3 Kerusakan Jalan

Analisis kerusakan yang didapat di lapangan dianalisis dan dikategorikan menjadi lima kategori. Lima kategori yang dimaksud adalah kerusakan total, kerusakan yang memerlukan *heavy patching*, kerusakan alur, kerusakan retak kulit buaya dan kerusakan serius. Berikut ditampilkan analisis untuk lajur Pakem-Turi stasiun 2+700 sampai 2+900.

1. Analisis

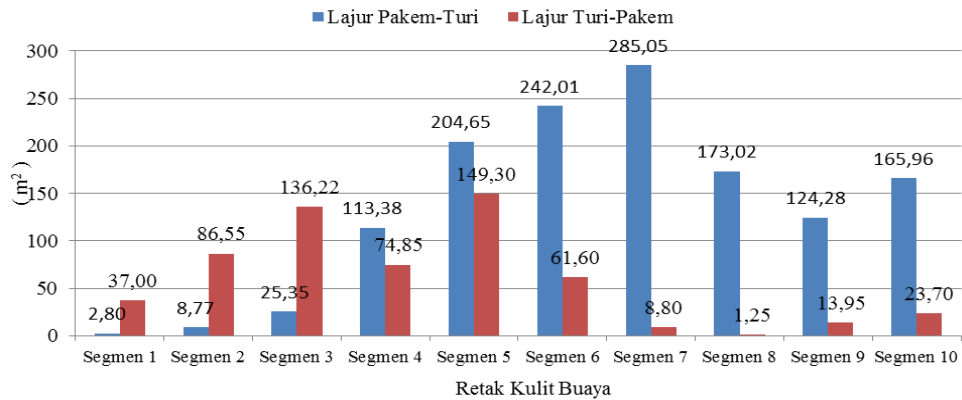
$$\begin{aligned} \text{a. Kerusakan Seluruh} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{8,0494}{700} \times 100\% \\ &= 1,1499 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Kerusakan Heavy Patching} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{700} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kerusakan Serius} &= \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \times 100\% \\ &= \frac{0}{700} \times 100\% \\ &= 0 \% \end{aligned}$$

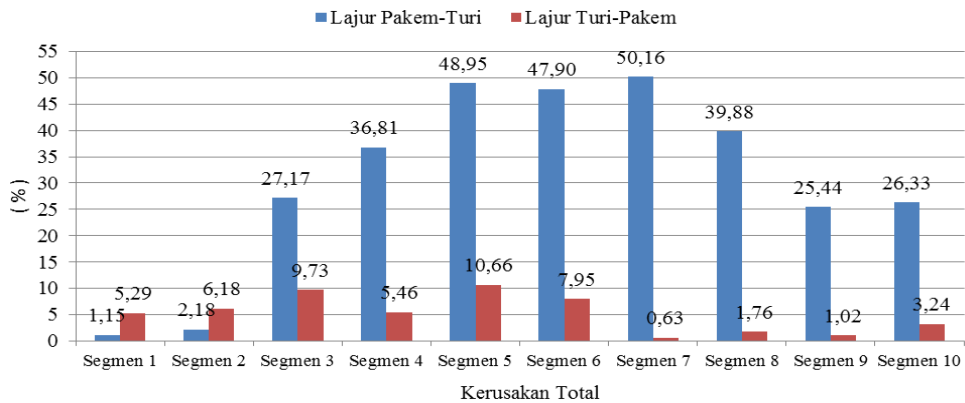
$$\begin{aligned} \text{d. Kerusakan Retak Kulit Buaya} &= \text{Luas Kerusakan Retak Kulit Buaya} \\ &= 2,799 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi analisis hitungan kerusakan jalan lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.6 sampai Gambar 5.9 berikut.



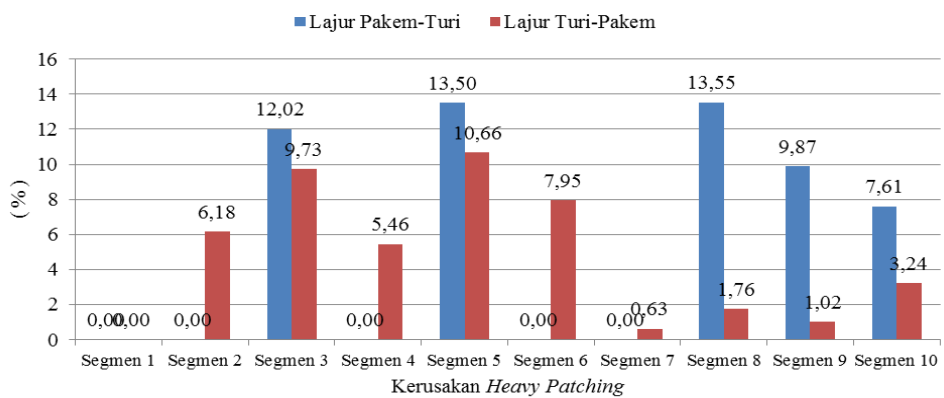
Gambar 5.6 Analisis Retak Kulit Buaya

Analisis kerusakan total ditampilkan pada Gambar 5.7 berikut.



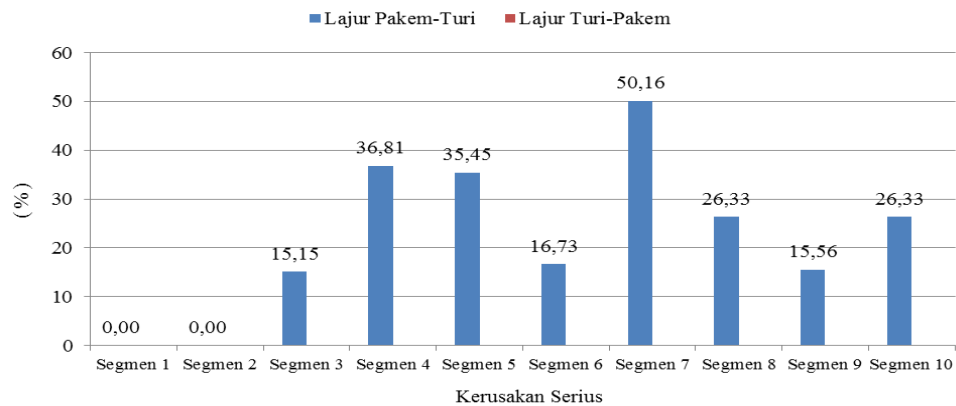
Gambar 5.7 Analisis Kerusakan Total

Analisis kerusakan *heavy patching* ditampilkan pada Gambar 5.8 berikut.



Gambar 5.8 Analisis Kerusakan Heavy Patching

Analisis kerusakan serius ditampilkan pada Gambar 5.9 berikut.



Gambar 5.9 Analisis Kerusakan Serius

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada lajur Pakem-Turi mempunyai rentang kerusakan retak kulit buaya sebesar 2,80-285,05 m² dan mempunyai rentang kerusakan total sebesar 1,15-50,16 %. Rusak retak buaya dan kerusakan total yang luas ini disebabkan oleh beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh perkerasan. Mengingat lajur Pakem-Turi dilalui oleh muatan truk yang mengangkut material bangunan. Kerusakan alur yang terjadi mempunyai kedalaman 30 mm, hal ini terjadi karena perkerasan yang kurang padat.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada lajur Pakem-Turi mempunyai rentang kerusakan retak kulit buaya sebesar 1,25-149,30 m² dan mempunyai rentang kerusakan total sebesar 1,02-10,66 %. Rusak retak kulit buaya dan kerusakan total ini disebabkan oleh beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh perkerasan. Lajur Turi-Pakem dilalui oleh muatan truk yang akan mengangkut material bangunan dari lereng Gunung Merapi. Kerusakan alur tidak terjadi pada lajur ini, yang artinya perkerasan pada lajur ini padat dan mampu menerima beban dari kendaraan.

5.2.4 Lalu Lintas

Analisis lalu lintas dilakukan untuk memenuhi syarat pemicu rekomendasi penanganan Bina Marga 2013. Analisis lalu lintas diuraikan pada uraian berikut.

1. Analisis

a. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Jalan Pakem-Turi merupakan jalan kolektor, sesuai Tabel 3.2 maka faktor pertumbuhan lalu lintas untuk jalan Pakem-Turi dalam rentang waktu tahun 2011-2020 adalah 3,5 %

b. Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

$$R = \frac{(1+0,01 \times 3,5)^{10} - 1}{0,01 \times 3,5}$$

$$R = 11,7314$$

c. Beban sumbu standar kumulatif

Dalam analisis beban sumbu standar kumulatif dicari untuk nilai ESA_5 dan $CESA_5$. Analisis hitungan dibawah ini dicontohkan untuk kendaraan jenis 5a pada lajur Pakem-Turi.

$$ESA_5 = 25 \times 0,2$$

$$= 5 \text{ } ESA_5/\text{hari}$$

$$CESA_5 = 5 \times 365 \times 11,7314$$

$$= 21409,7925 \text{ } CESA_5/\text{hari}$$

Rekap analisis hitungan beban sumbu standar kumulatif dari lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumulatif Lajur Pakem-Turi

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA_5	$CESA_5$
1	1	9345	9345	40014902,2163
2	2	1575	1575	6744084,6432

Lanjutan Tabel 5.12 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumatif Lajur Pakem-Turi

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA ₅	CESA ₅
3	3	41	41	175560,2986
4	4	457	457	1956855,0362
5	5a	25	5	21409,7925
6	5b	19	19	81357,2116
7	6	193	154.4	661134,3930
8	7a	1	11.2	47957,9352
9	7b	0		
10	7c	0		
11	8	110		
Jumlah		11766	11607,6	49703261,5266

Rekap analisis hitungan beban sumbu standar kumulatif dari lajur Pakem-Turi ditampilkan pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Beban Sumbu Standar Kumatif Lajur Turi-Pakem

No	Gol. Kendaraan	kend/hari	ESA ₅	CESA ₅
1	1	9606	9606	41132493,3858
2	2	1924	1924	8238488,1610
3	3	28	28	119894,8381
4	4	583	583	2496381,8076
5	5a	9	1,8	7707,5253
6	5b	25	25	107048,9626
7	6	173	138,4	592623,0569
8	7a	1	11,2	47957,9352
9	7b	0		
10	7c	0		
11	8	22		
Jumlah		12371	12317,4	52742595,6725

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Seperti disebutkan pada Tabel 5.8 dalam sehari jumlah kendaraan yang melintas pada lajur Pakem-Turi adalah 11.766 kend/hari. Jumlah kendaraan terbanyak yang mempunyai nilai *VDF* (*Vehicle Damage Factor*) adalah kendaraan golongan 6, telah disebutkan pada Tabel 5.8 sebanyak 193 kend/hari. Kendaraan golongan 6 adalah truk ringan 2 sumbu, truk ini biasanya membawa muatan yaitu material bangunan berupa pasir ataupun batu yang diangkutnya dari lereng Gunung Merapi.

Banyaknya jumlah kendaraan berat yang mengangkut muatan sangat berpengaruh terhadap masa layan perkerasan dan kinerja perkerasan.

b. Lajur Turi-Pakem

Seperti disebutkan pada Tabel 5.9 dalam sehari jumlah kendaraan yang melintas pada lajur Turi-Pakem adalah 12.371 kend/hari. Jumlah kendaraan terbanyak yang mempunyai nilai *VDF (Vehicle Damage Factor)* adalah kendaraan golongan 6, telah disebutkan pada Tabel 5.9 sebanyak 173 kend/hari. Kendaraan golongan 6 adalah truk ringan 2 sumbu, truk ini biasanya menuju ke lereng Gunung Merapi tanpa membawa muatan material bangunan berupa pasir ataupun batu. Banyaknya kendaraan golongan 6 yang melintas tanpa membawa material bangunan mempengaruhi kinerja perkerasan. Perkerasan dapat menerima beban tanpa kelebihan kapasitas.

5.2.5 Level Desain Dan Pemicu

Tahap analisis level desain dan pemicu penanganan sebagai syarat penentuan rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 adalah sebagai berikut.

1. Analisis

Analisis level desain dan pemicu penanganan ditampilkan pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Level Desain Dan Pemicu Penanganan

No	Kriteria			Lajur Pakem-Turi	Lajur Turi-Pakem
1	Level desain			Tahap desain tingkat proyek. Pengujian dengan interval pendek dan penanganan terinci untuk segmen-segmen yang seragam.	
2	UR, Pemicu dan Jenis Lapis Perkerasan	LHR	kend/hr	11766	12371
		Kriteria Beban Lalin	Juta ESA_5	11607,6	12317,4
		UR	Tahun	10	10

Lanjutan Tabel 5.14 Level Desain Dan Pemicu Penanganan

No	Kriteria		Lajur Pakem-Turi	Lajur Turi-Pakem	
3	Pemicu Ketidakrataan	LHR	kend/jam	1208	1546
		IRI 1	mm/km	6,25	6,25
		IRI 2		8	8
		IRI 3		6,25	6,25
4	Pemicu Lendutan	LHRT	kend/hr/10th	49.703.261,53	52.742.595,67
		Jenis Perkerasan		AC/Kaku	AC/Kaku
		Lendutan 1	mm	>0,88	>0,88
		Lendutan 2		1,2	1

2. Pembahasan

Dalam analisis level desain dan pemicu penanganan mengacu pada analisis lalu lintas. Perbedaan pemicu pada kedua lajur adalah pada pemicu lendutan. Pada lajur Pakem-Turi didapatkan 49.703.261,53 kend/hr/10th maka pemicu lendutan 1 adalah >0,88 mm dan pemicu lendutan 2 adalah 1,2 mm. Pada lajur Turi-Pakem didapatkan 52.742.595,67 kend/hr/10th maka pemicu lendutan 1 adalah >0,88 mm dan pemicu lendutan 2 adalah 1,0 mm. Kriteria beban lalu lintas kurang dari 1 juta ESA_5 maka digunakan Tabel 3.9 sebagai acuan rekomendasi penanganan Bina Marga 2013.

5.2.6 Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

Rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 memberikan jenis penanganan dengan pemicu untuk setiap segmen yang seragam. Analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 mengacu pada Tabel 3.9.

1. Analisis

Contoh analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 ditampilkan pada Tabel 5.15 berikut.

Tabel 5.15 Lajur Pakem-Turi Stasiun 2 + 900 Sampai 3 + 100

Pemicu Penanganan		Analisis	Pemeliharaan Rutin	Heavy Patching	Kupas dan Ganti	Overlay	Rekons-truksi	Daur Ulang
Lendutan 1	0,88(mm)	1,4142						
Lendutan 2	>1.2(mm)	1,4142		✓			✓	✓
IRI 1	6,25(mm/km)	9	*			✓		
IRI 2	8(mm/km)	9						
IRI 3	6,25(mm/km)	9						
Kondisi Serius	<5%	0	✓					
Heavy Patching	<30%	0		✓				
	>30%					*	*	
Buaya	Luas(m ²)	8,7710			*			
Alur	Cukup dalam dan parah	0			*			
Tebal Aspal	< 10 cm	20					*	
	> 10 cm							✓

Penentuan pemilihan rekomendasi penanganan dari Tabel 5.19 adalah sebagai berikut.

- Jika hasil analisis tidak memenuhi dari nilai pemicu penanganan maka diberi tanda *
- Jika hasil analisis memenuhi dari nilai acuan maka diberi tanda ✓
- Rekomendasi penanganan dipilih jika memenuhi semua syarat pemicu penanganan

Rekapitulasi hasil analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 tampak pada Tabel 5.16 dan Gambar 5.3 berikut.

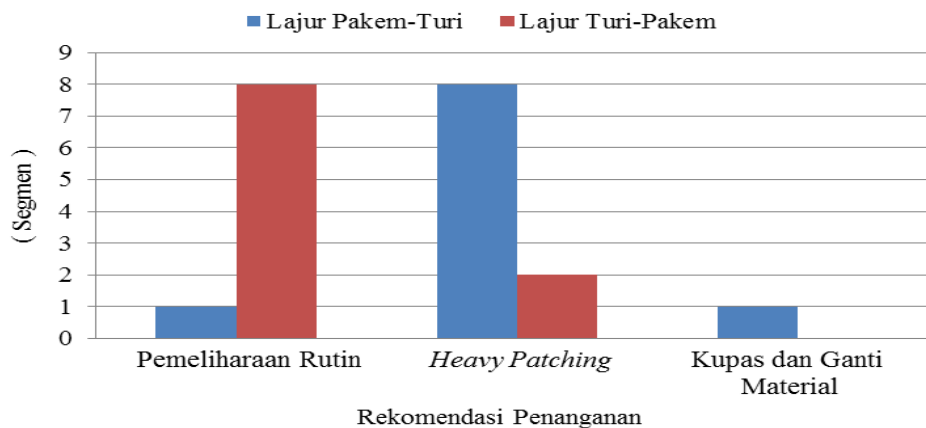
Tabel 5.16 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

No	Segmen	Rekomendasi Penanganan	
		Lajur Pakem-Turi	Lajur Pakem-Turi
1	Segmen 1	Pemeliharaan Rutin	Heavy Patching
2	Segmen 2	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
3	Segmen 3	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
4	Segmen 4	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin
5	Segmen 5	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
6	Segmen 6	Heavy Patching	Pemeliharaan Rutin
7	Segmen 7	Kupas Dan Ganti Material	Heavy Patching

Lanjutan Tabel 5.16 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

No	Segmen	Rekomendasi Penanganan	
		Lajur Pakem-Turi	Lajur Pakem-Turi
8	Segmen 8	Pemeliharaan Rutin	Pemeliharaan Rutin
9	Segmen 9	<i>Heavy Patching</i>	Pemeliharaan Rutin
10	Segmen 10	<i>Heavy Patching</i>	Pemeliharaan Rutin

Rekapitulasi hasil analisis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 tampak Gambar 5.10 berikut.



Gambar 5.10 Rekapitulasi Analisis Rekomendasi Penanganan Bina Marga 2013

2. Pembahasan

a. Lajur Pakem-Turi

Pada lajur tersebut didapatkan 1 rekomendasi pemeliharaan rutin, 8 rekomendasi *heavy patching* dan 1 rekomendasi kupas dan ganti material. Satu segmen dapat dilakukan pemeliharaan rutin dikarenakan mempunyai nilai *IRI* kurang dari 6,25 sehingga memenuhi pemicu pemeliharaan rutin artinya pada segmen tersebut mempunyai pelayanan jalan yang baik. Delapan segmen yang mendapat rekomendasi *heavy patching* mempunyai nilai lendutan diatas 1,2 mm, nilai lendutan balik yang tinggi berpengaruh pada kinerja perkerasan, dan mempunyai kerusakan kulit buaya yang luas dengan rentang 113,383-285,050 m²,

kerusakan ini terjadi karena beban yang diterima perkerasan terlalu besar. Satu segmen dilakukan kupas dan ganti material dikarenakan mempunyai alur sedalam 30 mm, kerusakan alur ini disebabkan beban kendaraan yang melebihi kemampuan perkerasan.

b. Lajur Turi-Pakem

Pada lajur tersebut didapatkan 8 rekomendasi pemeliharaan rutin dan 2 rekomendasi *heavy patching* Satu segmen dapat dilakukan pemeliharaan rutin dikarenakan mempunyai nilai *IRI* kurang dari 6,25 sehingga memenuhi pemicu pemeliharaan rutin artinya pada segmen tersebut mempunyai pelayanan jalan yang baik. Delapan segmen yang mendapat rekomendasi *heavy patching* mempunyai nilai lendutan diatas 1,2 mm, nilai lendutan balik yang tinggi berpengaruh pada kinerja perkerasan, dan mempunyai kerusakan kulit buaya yang luas dengan rentang 116,45-122 m², kerusakan ini terjadi karena beban yang diterima perkerasan terlalu besar.

3. Bentuk penanganan hasil analisis Rekomendasi Bina Marga 2013

a. Pemeliharaan Rutin

- 1) Pemeliharaan dan pembersihan pada bahu jalan
- 2) Pemeliharaan pada sistem drainase
- 3) Pemeliharaan dan pembersihan pada rumija
- 4) Pemeliharaan dengan pemotongan tanaman liar
- 5) Pengisian retak pada permukaan jalan
- 6) Pemeliharaan pada bangunan pelengkap

b. *Heavy patching*

Tata cara pelaksanaan penanganan *heavy patching* adalah sebagai berikut.

1) Langkah 1

- a) Mobilisasi peralatan, pekerja, dan material di lapangan
- b) Rambu pengaman ditempatkan pada area perbaikan (Gambar 5.11)
- c) Peralatan disiapkan



Gambar 5.11 Penempatan Rambu Pengaman

(Sumber: Bina Marga, 2011)

2) Langkah 2

- a) Area kerusakan dibersihkan menggunakan *air compressor*
- b) Memberi tanda pada daerah yang akan diperbaiki (Gambar 5.12)
- c) Aspal emulsi dan pasir kasar diaduk menggunakan *concrete mixer*



Gambar 5.12 Tanda Pada Daerah Yang Diperbaiki

(Sumber: Bina Marga, 2011)

3) Langkah 3

- a) *Tack coat* disemprotkan pada daerah yang diperbaiki
- b) Campuran aspal ditaburkan pada daerah yang diperbaiki dengan tebal minimal 10 mm
- c) Hamparan aspal dipadatkan menggunakan *baby roller* (Gambar 5.13)

d) Rambu pengaman diangkat dan demobilisasi



Gambar 5.13 Pematatan Menggunakan *Baby Roller*

(Sumber: Bina Marga, 2011)

c. Kupas dan ganti material

Tata cara pelaksanaan penanganan kupas dan ganti material adalah sebagai berikut.

1) Langkah 1

- a) Mobilisasi peralatan, pekerja, dan material di lapangan
- b) Rambu pengaman ditempatkan pada area perbaikan (Gambar 5.14)
- c) Peralatan disiapkan



Gambar 5.14 Penempatan Rambu Pengaman

(Sumber: Bina Marga, 2011)

2) Langkah 2

- a) Area kerusakan dibersihkan menggunakan *air compressor*

- b) Daerah yang akan diperbaiki ditandai
- c) Material pondasi jalan digali dengan kedalaman 150-200 mm
(Gambar 5.15)



Gambar 5.15 Penggalian Pada Daerah Yang Diperbaiki
(Sumber: Bina Marga, 2011)

- 3) Langkah 3
 - a) Digunakan *vibrating hammer* untuk memadatkan material lapisan dasar
 - b) Ditambahkan agregat dengan ketebalan 100 mm dan dipadatkan hingga ketebalan 40 mm di bawah permukaan (Gambar 5.16)
 - c) *Prime coat* dilaburkan menggunakan *asphalt sprayer*



Gambar 5.16 Pemasangan Agregat
(Sumber: Bina Marga, 2011)

- 4) Langkah 4
 - a) Agregat diaduk menggunakan *concrete mixer*
 - b) Ditambahkan aspal kemudian diaduk selama 4 menit

- c) Aspal ditaburkan (Gambar 5.17) pada lokasi kerusakan dan dipadatkan menggunakan *baby roller*
- d) Permukaan lokasi kerusakan dibersihkan
- e) Rambu pengaman diangkat dan demobilisasi



Gambar 5.17 Penghamparan Aspal

(Sumber: Bina Marga, 2011)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab 5, jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7 didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Pada lajur Turi-Pakem dan lajur Pakem-Turi mempunyai kinerja yang baik dikarenakan mempunyai faktor keseragaman tidak lebih dari 10%.
2. Nilai *IRI* pada jalan Pakem-Turi mempunyai nilai yang tinggi dan dikategorikan rusak berat. Pada lajur Pakem-Turi mempunyai nilai *IRI* jalan 80% yang dikategorikan rusak berat. Pada lajur Turi-Pakem mempunyai nilai *IRI* jalan 54.5% yang dikategorikan rusak berat.
3. Kerusakan terbesar yang terjadi pada lajur Pakem-Turi adalah retak kulit buaya yaitu 285 m² dan retak alur dengan kedalaman teringgi yaitu 30 mm. Pada lajur Turi-Pakem retak kulit buaya terbesar adalah 122 m².
4. Terdapat 3 jenis rekomendasi penanganan Bina Marga 2013 pada lajur Pakem-Turi. Satu segmen perlu rekomendasi penanganan kupas dan ganti material, satu perlu segmen rekomendasi penanganan pemeliharaan rutin, dan delapan segmen perlu rekomendasi penanganan *heavy patching*. Pada lajur Turi-Pakem terdapat dua jenis rekomendasi penanganan. Dua segmen perlu rekomendasi penanganan *heavy patching* dan delapan segmen perlu rekomendasi penanganan pemeliharaan rutin.

6.2 Saran

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat diambil beberapa saran. Adapun saran-saran tersebut adalah sebagai berikut.

1. Sebaiknya kerusakan yang terjadi dapat ditangani secara dini sehingga tidak menimbulkan kerusakan yang semakin parah. Kerusakan awal yang terjadi apabila tidak cepat ditangani, maka kerusakan tersebut akan melebar pada bagian lain dan memperparah kerusakan.

2. Perlu dilakukan penanganan terhadap tingkat pelayanan jalan. Hal ini dikarenakan jalan Pakem-Turi km 2,7-4,7 merupakan jalan kolektor, dan merupakan jalur alternatif yang mana sangat banyak dilalui oleh pengguna kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- Austroroads. 2009. *Pavement Evaluation And Treatment Design*. Austroroads. Australia.
- Bina Marga.1990. *Tata Cara Penyusunan Pemeliharaan Jalan Kota*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga.1994. *Tata Cara Survei Kerataan Permukaan Perkerasan Jalan Dengan Alat Ukur Kerataan NASSRA*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga.2005. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga.2011. *Cara Uji lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga.2011. *Perbaikan Standar Untuk Pemeliharaan Rutin Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Bina Marga.2013. *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga. Jakarta.
- Harahap, A.R.2012. *Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan(Overlay) dengan Metode Bina Marga 2005 dan Asphalt Institute(MS-17) 2000*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta
- Hardiatmo, H.C.2009. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kanggunum dkk. 2015 *Evaluasi Kondisi Jalan Untuk Keperluan Rehabilitasi Dan Pemeliharaan*. Vol.III.No.1-Maret 2015. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Nababan, I.S. N.2008. *Studi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Tambahan (Overlay) Pada Proyek Peningkatan Jalan Propinsi Jurusan Binjai-Timbang Lawang (Sta 61+000-62+800)*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum.2011. *Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan*. Menteri Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Siahaan, D.A.2014. *Analisis Perbandingan Nilai IRI Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan NAASRA*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.
- Sinurat dan Sembiring. *Studi Perbandingan Penentuan Nilai Ketidakrataan Jalan Berdasarkan Pengamatan Visual Dan Alat PARVID*. Sumatera Utara.

- Sukirman, S.1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.
- Vernandest, E.2014. *Evaluasi Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Pakem Prambanan*.
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia.
Yogyakarta.
- Paterson W.D.O. 1987. *International Roughness Index: Relationship to Other
Measures of Roughness and Riding Quality*. Washington D.C.

Lampiran 1 Data LHR

Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jenderal Bina Marga

Formulir SPL 2-2
Lembar ke... dari...

**FORMULIR HIMPINAN PERHITUNGAN LALU LINTAS
SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPANGAN)**

Provinsi : 0 2 6
Provinsi : D A E R A H I S T I M E W A Y O G Y A K A R T A
Kantor Pos : C 0 6 5
Korwil : Y 0 6 1 9 2
Korwil : 0 3 1 0 2 0 1 5
(Hari) (Bulan) (Tahun)

Arah Lalu Lintas
Dari : S E D I O G A M
Ke : P A K E M

Waktu	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
	Sepeda motor, skuter, sepeda kumbang dan roda tiga	Sedan, jeep dan jenis wagen	Opel, pick-up, opel, sub urban, combi dan mini bus	Pick-up, micro truk dan mobil handian	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 sumbu	Truk 3 sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer	Kendaraan tidak bermotor
07	1387	120	3	18			12				6
08	940	93	4	22		1	10	1			13
09	687	126	3	38			8				
10	492	116	5	53		2	14				3
11	647	125	4	56	1	4	14				
12	525	167	2	43	3	2	18				
13	496	140	2	53			21				
14	534	185	2	48	1	3	14				
15	638	217	2	32	4	6	24				
16	516	152	1	60		2	13				
17	535	147		57		3	9				
18	487	118		42		2	8				
19	567	85		35			6				
20	530	56		15			2				
21	415	42		8							
22	210	35		3							
23											
24											
01											
02											
03											
04											
05											
06											
JH	9606	1.924	28	583	9	25	173	1			22

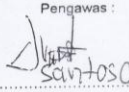
Pengawas :
A Sep

Gambar L-1.1 LHR Lajur Pakem-Turi

FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS
SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPANGAN)


Provinsi : 0 2 6
Provinsi : D A E R A H I S T I M E W A Y O G Y A K A R T A
Kode Pos : C 0 6 5
Jalan : 5 0 6 1 9 2
Tahun : 0 3 1 0 2 0 1 5
(Hari) (Bulan) (Tahun)

Arah Lalu Lintas
Dari : P A K E M
Ke : S E D O G A N

COL	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
	Sepeda motor, seveler, sepeda kumbang dan roda tiga	Sedan, jeep dan station wagon	Opellet, pick-up, opellet, sub urban, combi dan mini bus	Pick-up, micro truck dan mobil hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 sumbu	Truk 3 sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer	Kendaraan tidak bermotor
07	1060	80	4	20	1		9				34
08	770	83	7	29			13				44
09	585	98	4	26	1	1	17	1			24
10	525	115	4	57	3		11				3
11	660	144	5	46	4		13				
12	600	142	4	48	1		27				
13	650	126	3	47		1	22				
14	730	108	3	37	1	6	15				3
15	755	192	1	63	5	4	23				
16	690	140	4	34	5	3	19				
17	730	131	3	28	2	2	12				2
18	585	74	1	13	2	1	7				
19	415	33		7		1	3				
20	270	16		3			1				
21	175	8		1			2				
22	145	5		2			1				
23											
24											
01											
02											
03											
04											
05											
06											
JAH	9345	1575	41	457	25	19	193	1			110
Waktu :											
Pengawas :	 (..... Santoso) (.....)										

Gambar L-1.2 LHR Lajur Pakem-Turi

Lampiran 2 Hasil Uji *Benkelman Beam*



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
 KAMPUS : Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. (0274) 898471, 898472, 896440, 898583, 898585; Fax : 895330
 Email : dekanat.ftsp@uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

PERHITUNGAN PENGUJIAN BENKELMAN BEAM
SNI 2416 : 2011

Pekerjaan Dar = Penelitian Tugas Akhir Prodi Teknik Sipil
 Nama ruas jal = Jl. Pakem - Turi KM 2,7 s/d 4,7 Kec. Pakem, Kab. Sleman
 Dikerjakan = Hertanto Indra Pratama

Tanggal : 12 Mei 2016
 Diperiksa : Ir. Subarkah, MT
 No. Mhs 11 511 134

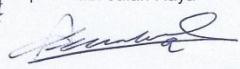
No	Sta	d1	Hasil pembacaan			d max	Suhu Permukaan Beton Aspal (°C)	Keterangan
			d2	d3	d4			
1	0 + 025	0	0,25	0,50	0,50	1,00	27	Kiri Jalan
2	0 + 100	0	0,00	0,50	1,00	2,01	27	Kanan Jalan
3	0 + 200	0	0,00	0,00	0,00	0,00	27	Kiri Jalan
4	0 + 300	0	0,25	1,00	2,50	5,02	27	Kanan Jalan
5	0 + 400	0	0,00	0,00	0,50	1,00	27	Kiri Jalan
6	0 + 500	0	1,00	4,00	7,00	14,06	27	Kanan Jalan
7	0 + 600	0	0,00	1,00	1,00	2,01	27	Kiri Jalan
8	0 + 700	0	0,50	3,00	6,00	12,05	27	Kanan Jalan
9	0 + 800	0	5,00	2,00	4,00	8,03	27	Kiri Jalan
10	0 + 900	0	1,00	3,00	9,00	18,07	27	Kanan Jalan
11	1 + 000	0	5,00	13,00	25,00	50,21	27	Kiri Jalan
12	1 + 100	0	1,00	20,00	34,00	68,28	27	Kanan Jalan
13	1 + 200	0	1,00	2,50	3,50	7,03	27	Kiri Jalan
14	1 + 300	0	0,00	0,00	2,00	4,02	27	Kanan Jalan
15	1 + 400	0	1,00	1,00	1,00	2,01	27	Kiri Jalan
16	1 + 500	0	1,00	3,00	4,00	8,03	27	Kanan Jalan
17	1 + 600	0	0,00	0,50	1,00	2,01	27	Kiri Jalan
18	1 + 700	0	0,00	1,00	2,00	4,02	27	Kanan Jalan
19	1 + 800	0	2,00	4,00	8,00	16,07	27	Kiri Jalan
20	1 + 900	0	0,00	0,00	0,50	1,00	27	Kanan Jalan
21	1 + 000	0	0,00	1,00	1,00	2,01	27	Kiri Jalan

a = 2,3 m
 b = 1,08 m
 w = 10 ton

FM(a/b) = 2,1296
 FL(8.2/w) = 0,8200
 FE(1 - 1.15) = 1,1500

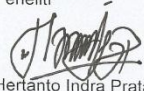
d max = FM x FL x FE x (d4 - d1)

Mengetahui
 Kepala Lab. Jalan Raya



Ir. Subarkah, MT.

Yogyakarta, 12 Mei 2016
 Peneliti



Hertanto Indra Pratama

Gambar L-2 Hasil Uji *Benkelman Beam*

Lampiran 3 Hasil Uji Core Drill



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN

KAMPUS : Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. (0274) 898471, 898472, 896440, 898583, 898585; Fax : 895330
 Email : dekanat.ftsp@uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

LAPORAN HASIL PENGUJIAN CORE DRIL

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| 1. Nama Jalan : Pakem - Turi | Tgl Core : 30 Mei 2016 |
| 2. Lokasi : Pulo watu, Hargobinangun | Dikerjakan : Sukanto
Pranoto |

No.	Sta	Tebal beton aspal (cm)						Rata-rata tebal	Lokasi			Keterangan
		Lapis-1	Lapis-2	Lapis-3	Lapis-4	Lapis-5	Lapis-6		Kiri	As	Kanan	
1	0 + 025	3,30	2,50	4,50	3,00	4,50	3,00	20,80	√			130 cm
2	0 + 200	4,00	5,80	6,00	4,20			20,00	√			185 cm
3	0 + 400	4,00	5,00	11,00				20,00			√	170 cm
4	0 + 600	4,00	5,00	7,00				16,00	√			190 cm
5	0 + 800	2,50	3,50	4,00	2,50	7,50		20,00			√	90 cm
6	1 + 000	3,00	5,00	17,00				25,00	√			75 cm
7	1 + 200	3,00	4,00	5,50	9,00			21,50			√	220 cm
8	1 + 300	7,50	2,50	13,00				23,00		√		CL
9	1 + 600	5,50	8,50	4,50				18,50			√	200 cm
10	1 + 800	4,00	5,50					9,50	√			100 cm
11	2 + 000	3,00	2,00	8,00	2,00			15,00		√		CL

Mengetahui
Kepala Lab. Jalan Raya

Ir. Subarkah, MT.

Yogyakarta, 30 Mei 2016
Peneliti

Hartanto Indra

Gambar L-3 Hasil Uji Core Drill

Lampiran 4 Hasil Uji *Roughmtere* NAASRA

Lampiran 5 Formulir Survei IRI

Nama Jalan : Pakem - Turi
 Lokasi : Sleman
 Waktu : 11.00 WIB
 Tanggal : 04 Mei 2016
 Cuaca : Cerah banget
 Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa :

No	Sta.	Bacaan				Ket.
		1	2	3	4	
1	2+000	-	-	-	-	Laku-lalu
2	1+900	1	21	2	12	L-konsum
3	1+800	1	27	2	12	
4	1+700	1	35	2	12	
5	1+600	12	58	5	21	
6	1+500	36	81	8	23	
7	1+400	36	90	8	23	
8	1+300	38	102	8	24	
9	1+200	44	114	9	24	
10	1+100	74	136	12	48	
11	0+000	78	153	13	58	
12	0+900	82	174	14	72	
13	0+800	90	200	23	96	
14	0+700	91	211	24	100	
15	0+600	93	210	27	113	
16	0+500	93	217	28	119	
17	0+400	92	234	29	127	
18	0+300	95	239	29	129	
19	0+200	95	243	29	131	
20	0+100	95	246	29	132	
21	0+000	98	254	29	134	
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

Gambar L-4.1 Hasil Uji *Roughometer* NAASRA Lajur Turi-Pakem

Lampiran 5 Formulir Survei IRI

Nama Jalan : Pakem-Turi
 Lokasi : Sleman
 Waktu : 10.30 WIB
 Tanggal : 04 MEI 2016
 Cuaca : cerah banyak
 Dikerjakan Oleh :
 Diperiksa :

6.1 6.2 6.3 6.4
 1 2 3 4

No	Sta.	Bacaan				Ket.
		1	2	3	4	
1	0+100	0	4	1	3	2.kiri
2	0+200	0	8	1	3	1.kiri
3	0+300	3	16	5	12	
4	0+400	4	30	6	12	
5	0+500	6	7	6	32	
6	0+600	8	71	10	44	
7	0+700	18	102	10	63	
8	0+800	19	112	10	70	
9	0+900	49	165	19	99	
10	1+000	52	173	19	107	
11	1+100	57	186	20	114	
12	1+200	77	214	28	150	
13	1+300	77	227	30	160	
14	1+400	82	260	30	172	
15	1+500	82	262	33	184	
16	1+600	111	293	47	247	
17	1+700	112	319	49	272	
18	1+800	156	336	49	272	
19	1+900	156	346	49	279	
20	2+000	175	375	50	290	
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						

Gambar L-4.2 Hasil Uji Roughometer NAASRA Lajur Turi-Pakem

Lampiran 5 Foto Pengujian *Core Drill*



Gambar L-5.1 Pengambilan Uji *Core Drill* Lajur Turi-Pakem Sta. 2+800



Gambar L-5.2 Uji *Core Drill* Lajur Pakem-Turi Sta. 3+500

Lampiran 6 Foto Pengujian *Roughness NAASRA*



Gambar L-6.1 Uji *Roughness NAASRA* Lajur Pakem-Turi Sta. 2+700



Gambar L-6.2 Uji *Roughness NAASRA* Lajur Pakem-Turi Sta. 2+700

Lampiran 7 Foto Pengujian *Benkelman Beam*



Gambar L-7.1 Uji *Benkelman Beam* Lajur Pakem-Turi Sta. 4+200



Gambar L-7.2 Uji *Benkelman Beam* Lajur Pakem-Turi Sta. 2+700

Lampiran 8 Foto Kerusakan Jalan



Gambar L-8.1 Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem Sta. 3+700



Gambar L-8.2 Kerusakan Jalan Lajur Pakem-Turi Sta. 3+200

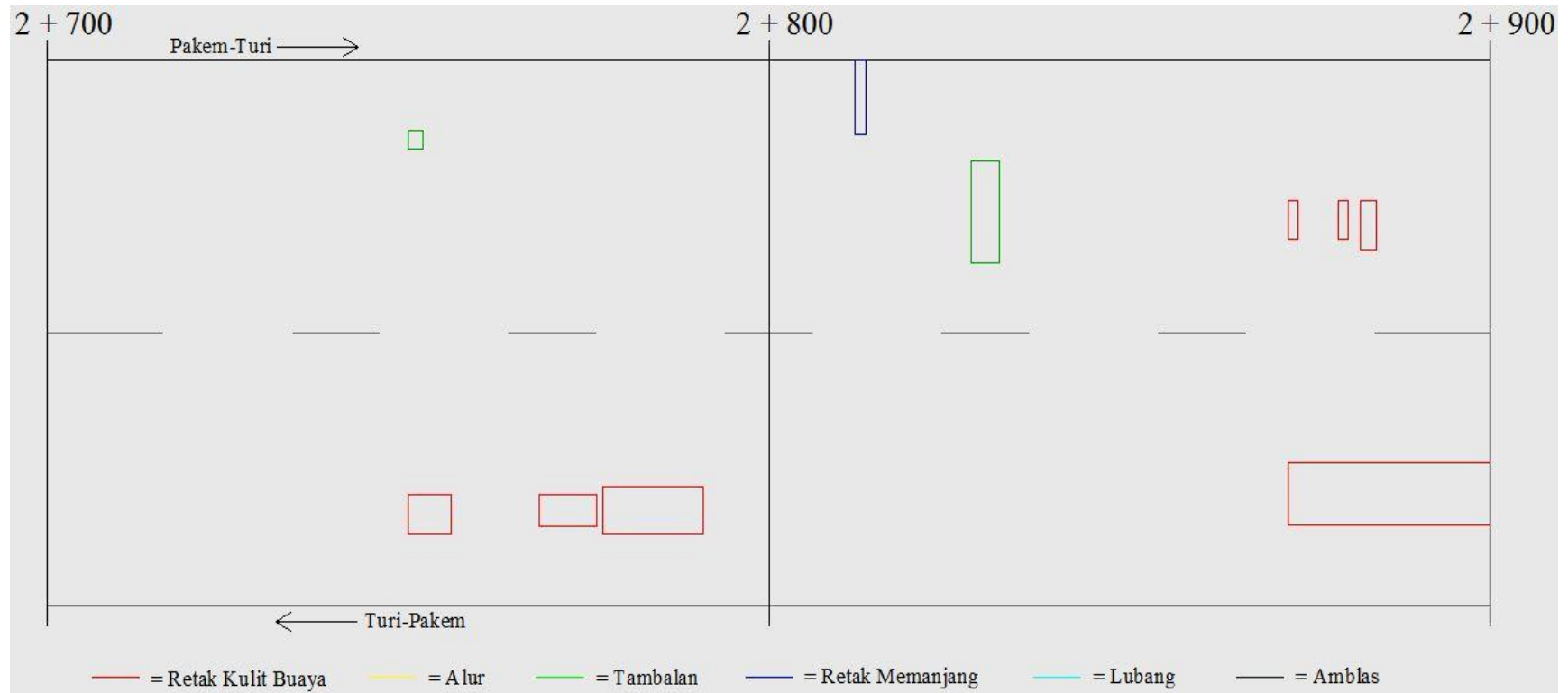


Gambar L-8.3 Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem Sta. 3+700

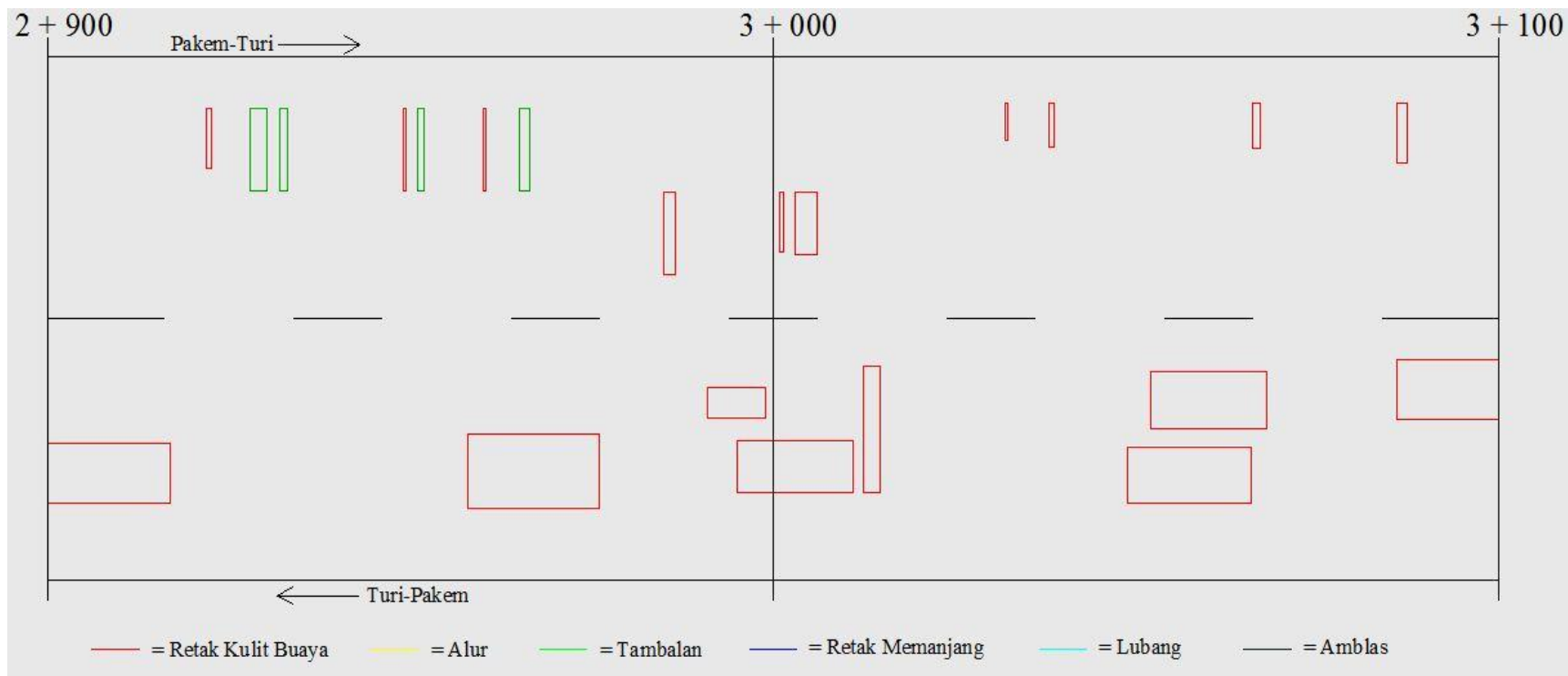


Gambar L-8.4 Kerusakan Jalan Lajur Turi-Pakem Sta. 2+800

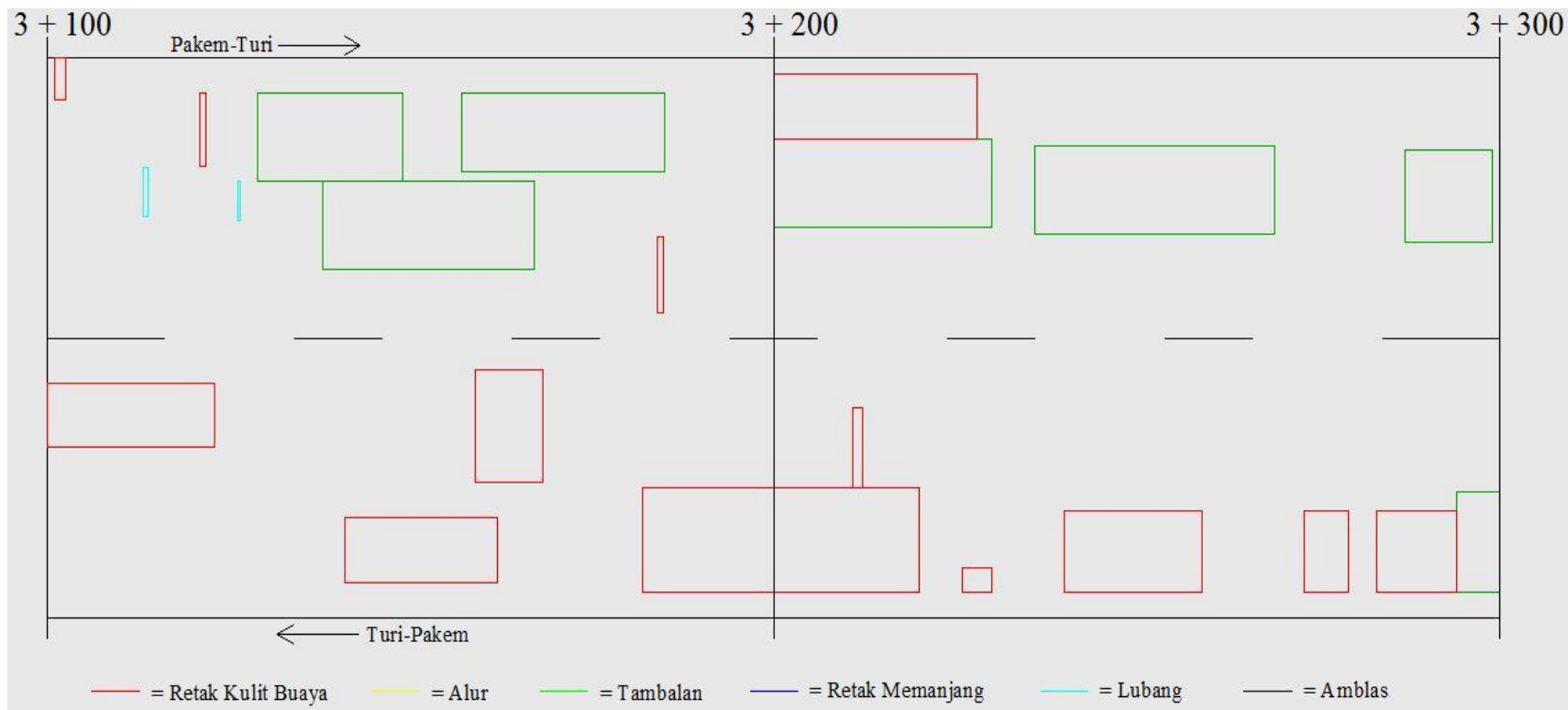
Lampiran 9 Sketsa Kerusakan Jalan



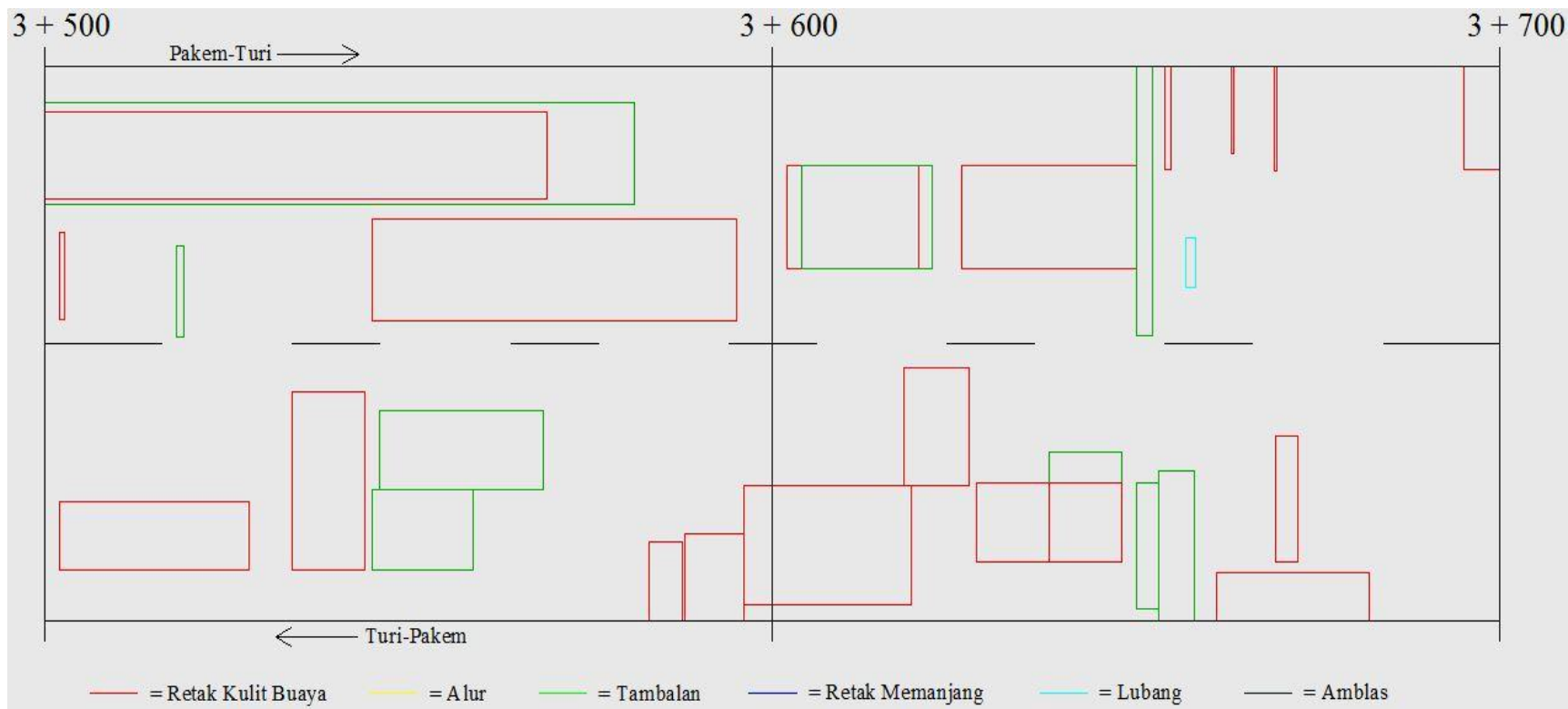
Gambar L-9.1 Stasiun 2+700 Sampai 2+900



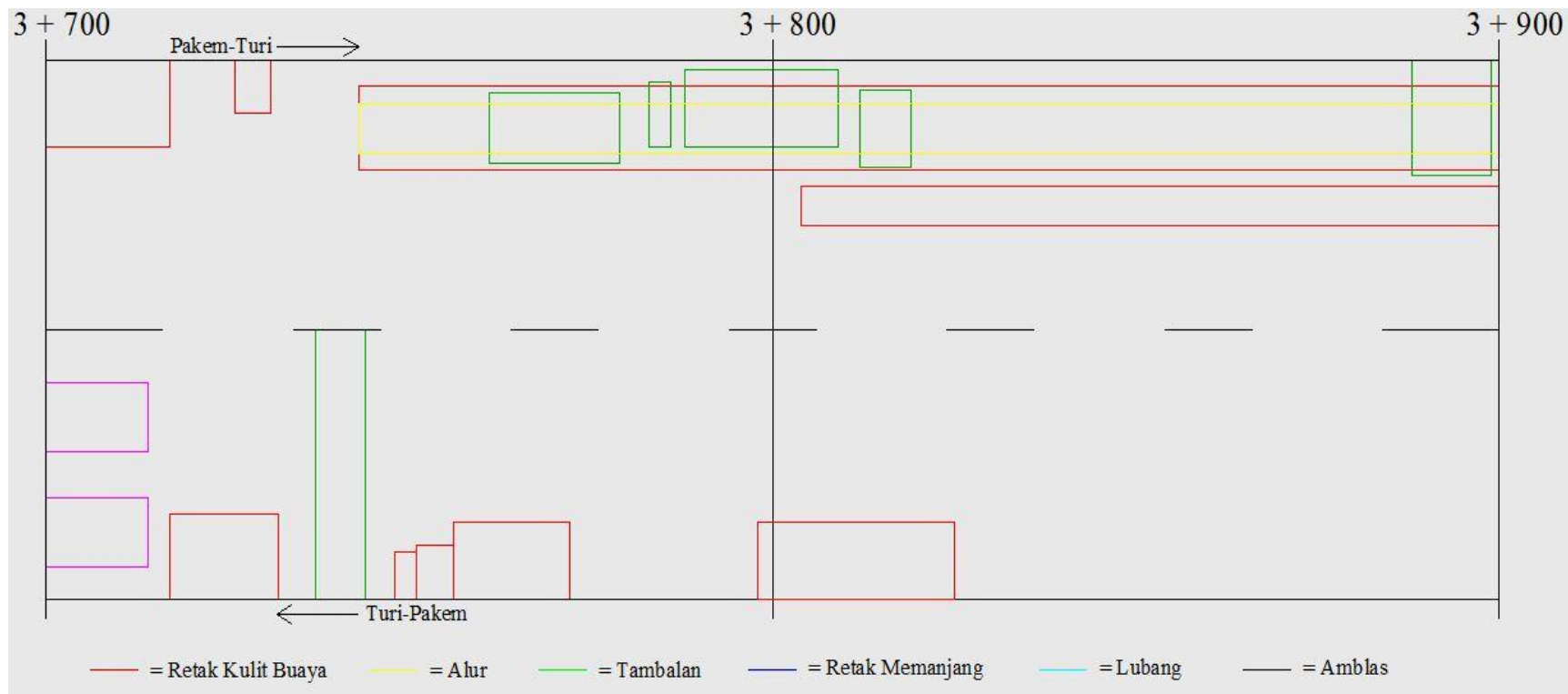
Gambar L-9.2 Stasiun 2+900 Sampai 3+100



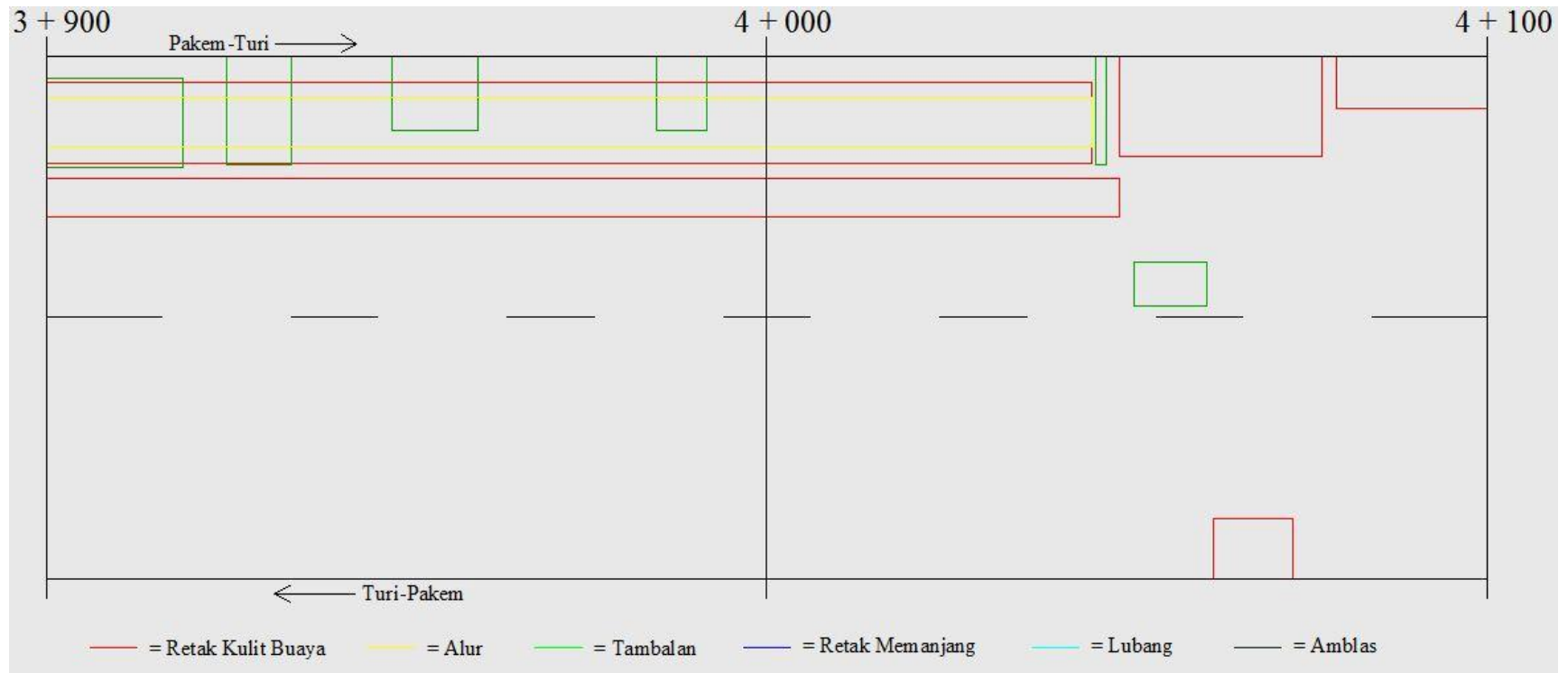
Gambar L-9.3 Stasiun 3+100 Sampai 3+300



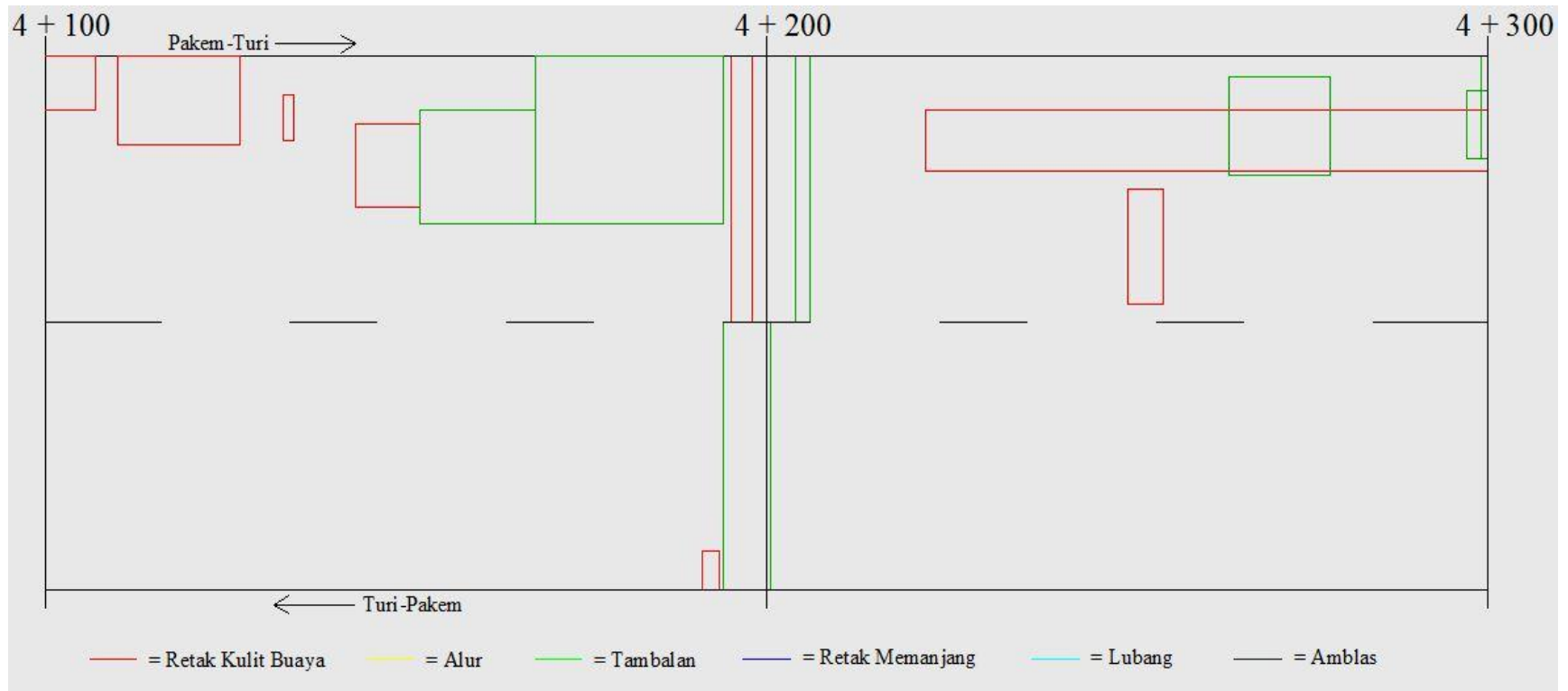
Gambar L-9.5 Stasiun 3+500 Sampai 3+700

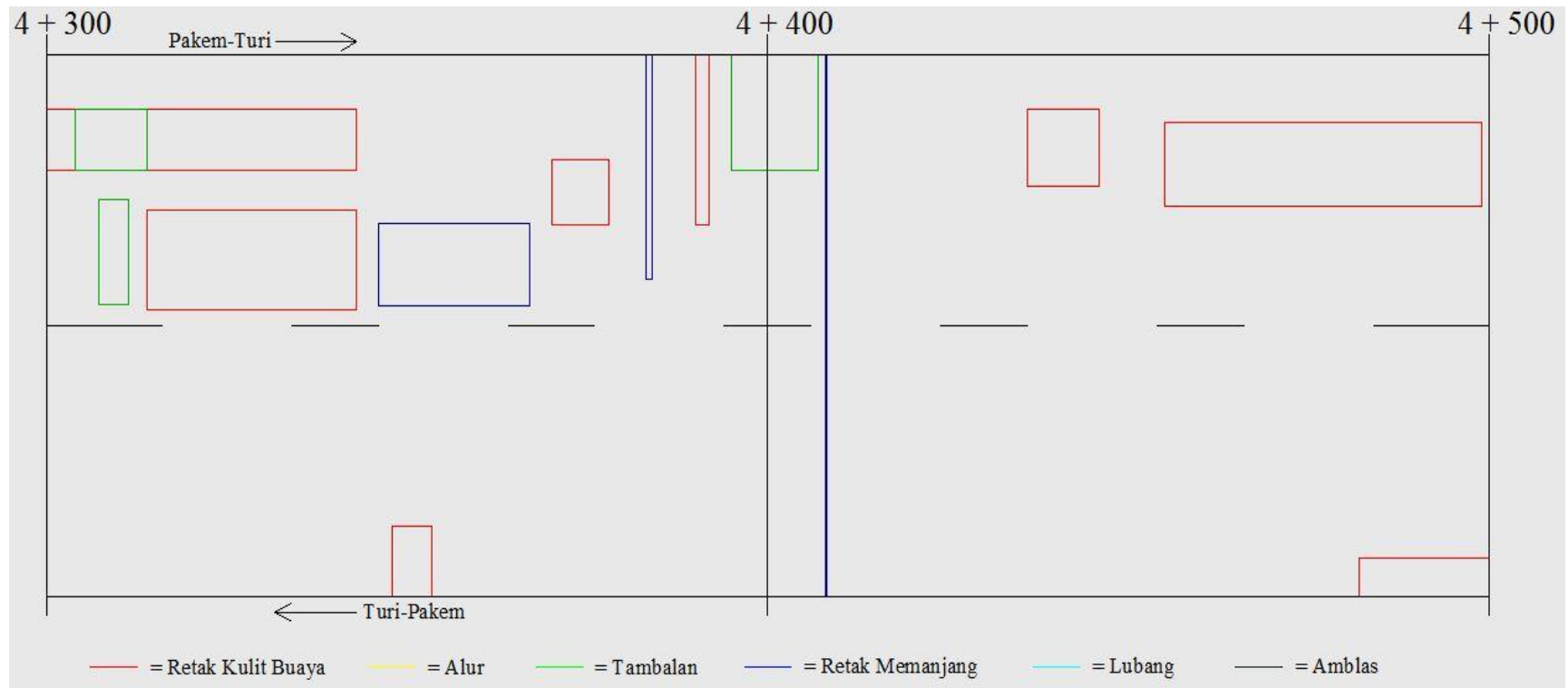


Gambar L-9.6 Stasiun 3+700 Sampai 3+900



Gambar L-9.7 Stasiun 3+900 Sampai 4+100





Gambar L-9.9 Stasiun 4+300 Sampai 4+500

