TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA PERKERASAN DAN REKOMENDASI PENANGANAN MENGGUNAKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN BINA MARGA 2013 DI JALAN KALIURANG KM 10+000 S/D 12+000

(PAVEMENT PEFORMANCE EVALUATION AND RECOMMENDATION HANDLING USING ROAD PAVEMENT MANUAL DESIGN BINA MARGA 2013 IN KALIURANG STREET KM 10+000 S/D 12+000)

Diajukan Kepada Universitas Islam IndonesiaYogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik sipil

Sulton Ainur Rofiq
11511152

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 DI JALAN KALIURANG KM 000 S/D 12+10+000

(PAVEMENT PEFORMANCE EVALUATION AND RECOMMENDATION HANDLING USING ROAD PAVEMENT MANUAL DESIGN BINA MARGA 2013 IN KALIURANG STREET KM 10+000 S/D 12+000)

disusun oleh

Sulton Ainur Rofiq
11511152

Telah diterima sebagai salah satu penyetaraan
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 14 Agustus 2017

oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Berlian Kushari, S.T., M.Eng.	**Subarkah, Ir., M.T.**	**Faizul C. , S.T., M.Sc.**
21/8/2017		

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 penyelesaian 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 sesuai dengan norma, 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, 17 Agustus 2017
Yang membuat pernyataan,



Sulton Ainur Rofiq
(11511152)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur selalu tercurahkan kehadirat Allah SWT atas pemberian rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul *Evaluasi Kinerja Perkerasan dan Rekomendasi Penanganan Menggunakan Manual Desain Bina Marga 2013 Di Jalan Kaliurang KM 10+000 s/d 12+000*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Program Studi Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
2. Bapak Berlian Kushari, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing,
3. Bapak Subarkah, Ir., M.T. selaku Dosen Penguji,
4. Ibu Faizul Chasanah, ST, M.Sc. selaku Dosen Penguji,
5. Bapak dan Ibu penulis yang telah berkorban begitu banyak baik spiritual maupun material hingga selesainya Tugas Akhir ini,
6. Bapak Sukamto dan Bapak Pranoto selaku Teknisi Laboratorium Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
7. Mardiana Rizki teman terdekat penulis yang selalu memberikan semangat, saran, dan doa selama proses hingga terselesaikanya tugas akhir ini, dan
8. Semua pihak dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu sehingga Tugas Ahir ini dapat terselesaikan.

Penyusun berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun khususnya dan bagi semua pihak yang membutuhkan umumnya.

Yogyakarta, 17 Agustus 2017

Sulton Ainur Rofiq
(11511152)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II STUDI PUSTAKA	5
2.1 Perkerasan Jalan	5
2.2 Kinerja Perkerasan dan Metode Evaluasinya	5
2.3 Pemeliharaan dan Penilikan Jalan	6
2.4 Parameter Rekomendasi Penanganan Jalan	6
2.5 Penilitan Terdahulu	7
BAB III LANDASAN TEORI	12

3.1 Metode Lendutan 12
3.2 Ketidakrataan Jalan 16
3.3 Kerusakan Jalan 19
3.3.1 Jenis Kerusakan Jalan 19
3.3.2 Presentase Kerusakan 27
3.4 Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 27
3.4.1 Lalu – Lintas 28
3.4.2 Level Desain dan Pemicu Penanganan 31
BAB IV METODE PENELITIAN 38
4.1 Bagan Alir Penelitian 38
4.2 Lokasi Penelitian 40
4.3 Metode Pengumpulan Data 40
4.4 Pengambilan Data Primer 41
4.4.1 *Core Drill* 41
4.4.2 Survei Kerusakan Jalan 42
4.5 Analisis Data 42
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 45
5.1 Data 45
5.1.1 Data Struktur Perkerasan Jalan 45
5.1.2 Data Kerusakan Permukaan Jalan 46
5.1.3 Data Volume Lalu Lintas 48
5.1.4 Data Lendutan 52
5.1.5 Data Ketidakrataan Permukaan Jalan 52
5.2 Analisis dan Pembahasan 53
5.2.1 Metode Lendutan 53
5.2.2 Ketidakrataan Jalan 59
5.2.3 Kerusakan Jalan 59

5.2.4 Lalu Lintas 61
5.2.5 Level Desain dan Pemicu Penanganan 65
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 70
6.1 Kesimpulan 70
6.2 Saran 71
DAFTAR PUSTAKA 72
LAMPIRAN 74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan Penelitian Terdahulu Dengan yang Diusulkan	10
Tabel 3.1	Temperatur Tengah dan Bawah Lapis Beraspal Berdasarkan Data Temperatur Udara dan Temperatur Permukaan	13
Tabel 3.2	Penentuan Kondisi Ruas Jalan	18
Tabel 3.3	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain	29
Tabel 3.4	Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar	30
Tabel 3.5	Tahap Analisis dan Penangan Perkerasan	31
Tabel 3.6	Umur Rencana, Hubungan Nilai Pemicu Penanganan dan Jenis Pelapis Perkerasan	32
Tabel 3.7	Deskripsi Pemicu (*Trigger*)	32
Tabel 3.8	Pemicu Ketidakrataan Untuk *Overlay* dan Rekontruksi	33
Tabel 3.9	Lendutan Pemicu Untuk Lapis Tambah dan Rekontruksi	34
Tabel 3.10	Jenis Penanganan Beban Lalin < 1 Juta Esa_5	35
Tabel 3.11	Jenis Penanganan Beban Lalin 1-30 Juta Esa_5	36
Tabel 3.12	Jenis Penanganan Beban Lalin > 30 Juta Esa_5	36
Tabel 5.1	Pengukuran Tebal Lapis Perkerasan	45
Tabel 5.2	Pengukuran Kerusakan Pada Ruas Jalan	46
Tabel 5.3	Data LHR Ruas Jalan Kaliurang Dari Arah Selatan	49
Tabel 5.4	Data LHR Ruas Jalan Kaliurang Dari Arah Utara	51
Tabel 5.5	Data Lendutan Jalan Kaliurang	52
Tabel 5.6	Data Ketidakrataan Permukaan Jalan Kaliurang	53
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Lendutan Balik Stasiun 0+000 – 1+000	54
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Lendutan Balik Stasiun 1+000 – 2+000	55
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Lendutan Balik Koreksi Stasiun 0+000 – 1+000	57
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Lendutan Balik koreksi Stasiun 1+000 – 2+000	57

Tabel 5.11 Penentuan Kondisi Ruas Jalan 59

Tabel 5.12 Beban Sumbu Standar Kumulatif Ruas Jalan Kaliurang Arah Selatan 63

Tabel 5.13 Beban Sumbu Standar Kumulatif Ruas Jalan Kaliurang Arah Utara 63

Tabel 5.14 Rekapitulasi LHR, ESA_4, dan ESA_5 65

Tabel 5.15 Jenis Rekomendasi Penanganan Stasiun 0+000 – 1+000 67

Tabel 5.15 Jenis Rekomendasi Penanganan Stasiun 0+200 – 0+400 67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi Kerusakan Pada Sta. 11+700 Jalan Kaliurang	2
Gambar 1.2	Kondisi Kerusakan Pada Sta. 11+400 Jalan Kaliurang	2
Gambar 3.1	Alat *Benkelman Beam*	16
Gambar 3.2	Cara Kerja Alat *Benkelman Beam*	16
Gambar 3.3	Hubungan Antara Kondisi, Umur, dan Jenis Penanganan Jalan	18
Gambar 3.4	Alat ukur Roughometer NAASRA	18
Gambar 3.5	Skema Prosedur Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013	28
Gambar 4.1	Bagan Alir (*flowchart*)	39
Gambar 4.2	Lokasi Penelitian	40
Gambar 5.1	Grafik Kerusakan Jalan Sta. 0+000 – 1+000	48
Gambar 5.2	Grafik Kerusakan Jalan Sta. 1+000 – 2+000	48
Gambar 5.3	Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil	56
Gambar 5.4	Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil Koreksi Sta. 0+000 – 1+000	58
Gambar 5.5	Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil Koreksi Sta. 1+000 – 2+000	58
Gambar 5.6	Hasil Perhitungan Persentase Kerusakan	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data LHR Ruas Jalan Kaliurang	75
Lampiran 2.	Data Survei Benkelman Beam Ruas Jalan Kaliurang	77
Lampiran 3.	Data IRI Ruas Jalan Kaliurang	79
Lampiran 4.	Data Survei Kerusakan Permukaan Jalan	80
Lampiran 5.	Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan	85
Lampiran 6.	Foto Kerusakan Permukaan Jalan	92
Lampiran 7.	Data Tebal Perkerasan	95
Lampiran 8.	Foto Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill	99

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

IRI = *International Roughness Index*

LHRT = Lalu-lintas Harian Rerata Tahunan

NASRAA = *National Association Of Australian State Road Authorities*

d_B = Lendutan Balik

FK_{BB} = Faktor Koreksi Beban Uji

FK = Faktor Keseragaman

dR = Lendutan Rata-rata Pada Suatu Seksi Jalan

R = Faktor Pengali Lalu-lintas

VDF = *Vehicle Damage Factor*

ESA = *Equivalent Standart Axle*

CESA = *Cumulative Equivalent Standart Axle*

ABSTRAK

Jalan Kaliurang merupakan jalan Provinsi yang menghubungkan ibukota Provinsi D.I.Yogyakarta dengan Kabupaten/Kota Sleman. Dari tahun ketahun ruas jalan tersebut mengalami kenaikan volume lalu lintasnya. Secara visual Jalan Kaliurang km. 10 - 12 terdapat beberapa kerusakan yang terjadi, diantaranya adalah retak-retak, lubang, dan jalan yang bergelombang. Apabila didiamkan lama-kelamaan akan memperparah penurunan kinerja perkerasan jalan tersebut.

Perlu dilakukan evaluasi untuk mengetahui kondisi perkerasan dan rekomendasi penanganan yang mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013. Data lalu-lintas, nilai lendutan balik, nilai IRI didapatkan dari Dinas Bina Marga. Data yang didapatkan dari pengujian langsung dilapangan adalah tebal perkerasan jalan yang diambil menggunakan alat *core drill*, dan kerusakan jalan yang diambil secara survei visual. Metode analisis menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.

Hasil lendutan balik menunjukkan kinerja perkerasan jalan cukup baik yaitu berkisar 24% – 32%. Nilai IRI sebagai indikator pelayanan jalan menunjukkan hasil baik karena kurang dari 4. Kerusakan jalan yang terjadi didominasi oleh retak kulit buaya dimana nilai tertinggi adalah 564,3525 m^2 pada rentang 100 m. Rekomendasi penanganan pemeliharaan rutin pada stasiun 0+000 – 1+000. Sedangkan penanganan kupas dan ganti material pada stasiun 1+000 – 2+000.

Kata Kunci: *Bekleman Beam*, IRI, Kerusakan Jalan, Bina Marga 2013

ABSTRACT

Kaliurang road is the higway that connects capital the provincial capital of D.I.Yogyakarta and Sleman district. Over the years, these roads has increased its traffic volume. Visually, part of the Kaliurang road Km 10 – 12 sustained severe damage, wich are cracks, holes and bumps. If left will eventually worsen the decline in peformance of road pavement.

Need to be evaluated to determine the condition of the pavement and handling recommendations referring to Road Pavement Manual Design Bina Marga 2013. Traffic data, deflection values, the value of IRI are obtained from the Bina Marga Departement. Data obtained from testing directly behind the field test are, road pavement thickness taken using a core drill device, and damage to roads taken by visual survey. The method of analisys is utilizing Road Pavement Manual Design Bina Marga 2013.

The result showed a deflection behind the quite superior peformance of the pavement which ranges from 24% - 32%. IRI result as an indicator of service not exceeds number 4, which means the road was good. The road damage that occured is dominated by a crocodile skin type cracks where the highest value is 564,3525 m^2 in the range of 100 m. The recommended actions are the handling of routine maintenance on station 0+000 – 1+000. While peel handling and material replacement on station 1+000 – 2+000.

Keywords: Benkelman Beam, IRI, Road Damage, Bina Marga 2013

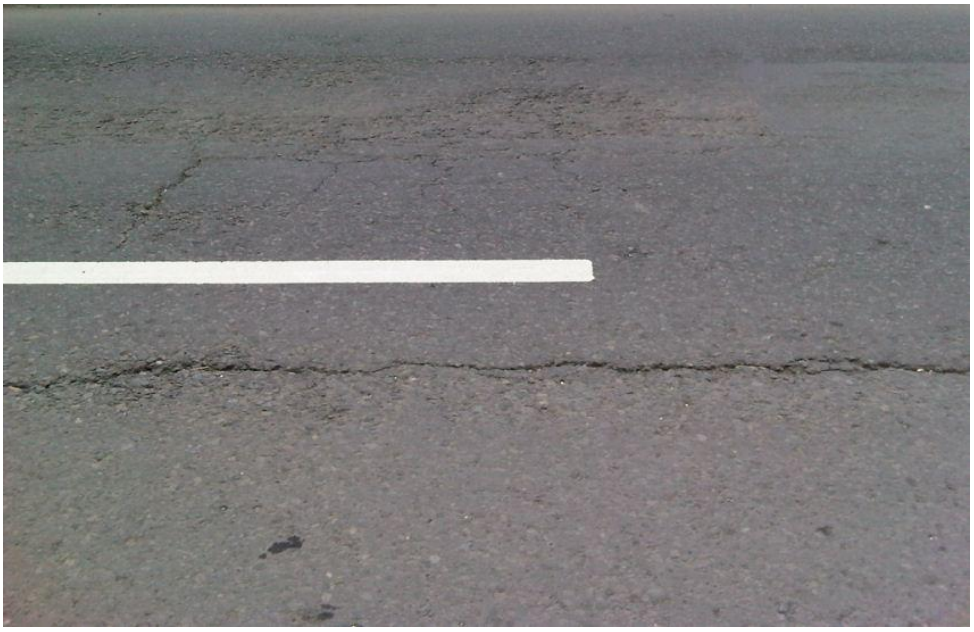
BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana penting dalam pertumbuhan dan pengembangan suatu daerah baik dalam hubungan sosial, ekonomi, dan budaya. Pesatnya pertumbuhan dan perkembangan suatu daerah mengakibatkan peningkatan lalulintas yang semakin padat. Prasarana jalan yang terbebani oleh volume lalulintas yang tinggi dan berulang-ulang akan mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas jalan, sebagai indikatornya yang dapat diketahui yaitu dari kondisi permukaan jalan, baik kondisi struktural maupun fungsionalnya yang mengalami kerusakan.

Jalan Kaliruang merupakan jalan Provinsi yang difungsikan sebagai jalan kolektor primer yang menghubungkan ibukota Provinsi D.I.Yogyakarta dengan ibukota Kabupaten/Kota Sleman. Jalan Kaliurang terletak di Provinsi D.I.Yogyakarta bagian utara. Daerah yang dilalui ruas jalan ini merupakan daerah yang sedang berkembang, ditandai dengan semakin padatnya pemukiman masyarakat dan tumbuhnya perumahan-perumahan di daerah tersebut. Tingginya volume lalulintas di ruas jalan Kaliurang dipengaruhi oleh keberadaan berbagai kawasan aktivitas masyarakat seperti: kampus Universitas Islam Indonesia, kawasan pariwisata Kaliurang, pasar-pasar tradisional Gentan, Degolan, Pakem dan Ngaglik, Rumah Sakit Panti Nugroho serta Rumah Sakit Jiwa Pakem. Jalan Kaliurang juga merupakan jalan alternatif menuju Magelang dan Solo.

Secara visual, Jalan Kaliurang khususnya Km.10 sampai dengan Km.12 telah menunjukkan gejala kerusakan berupa retak, distorsi, cacat permuakaan, pengausan dan ketidakrataan jalan. Beberapa sampel jenis kerusakan tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2 berikut.



Gambar 1.1 Kondisi Kerusakan Pada Sta. 11+700 Jalan Kaliurang



Gambar 1.2 Kondisi Kerusakan Pada Sta. 11+400 Jalan Kaliurang

Penelitian tentang kondisi permukaan jalan dan bagian jalan lainnya diperlukan untuk mengetahui kondisi permukaan jalan yang mengalami kerusakan

tersebut. Perlu dilakukan evaluasi kinerja perkerasan dan penyusunan rekomendasi penanganan pada Jalan Kaliurang khususnya Km.10 sampai dengan Km.12 sehingga kinerja perkerasan tidak menurun secara signifikan dan masa layan sesuai dengan yang direncanakan.

Untuk mengevaluasi kinerja perkerasan dan merekomendasikan jenis penanganan jalan yang sesuai, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat telah menerbitkan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013. Dalam Manual tersebut dimuat tabel korelasi dari nilai lendutan balik, nilai IRI (*International Roughness Index*), dan presentase kerusakan jalan secara visual dengan beban lalulintas harian tahunan (LHRT) yang digunakan untuk dasar merekomendasikan jenis penanganan. Pada penelitian Tugas Akhir ini digunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 karena yang masih tergolong baru dan belum banyak digunakan di Indonesia pada saat ini.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana kondisi perkerasan pada Jalan Kaliurang Km.10 hingga Km.12 berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.
2. Apa rokemendasi penanganan yang harus diterapkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kinerja perkerasan sesuai Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.
2. Mengetahui rokemendasi penanganan yang sesuai menurut 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 Kaliurang km 10 – 12.
2. Penelitian tidak melakukan desain tebal lapis tambah (*overlay*). Hanya pada pemilihan jenis penanganan sesuai kinerja perkerasan.
3. Metode analisis kinerja perkerasan dan pemilihan jenis rokemendasi penanganan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013.
4. Lokasi penelitian dibagi menjadi 2 segmen, setiap segmen mempunyai panjang 1000 m.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian yang dilakukan pada ruas jalan Kaliurang km. 10 - 12 adalah sebagai berikut.

1. Memberikan hasil dari kinerja perkerasan jalan tersebut.
2. Hasil dari penelitian dapat menjadi masukan bagi instansi terkait untuk rekomendasi penanganan pada ruas jalan tersebut.

BAB II
STUDI PUSTAKA

2.1 Perkerasan Jalan

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

2.2 Kinerja Perkerasan dan Metode Evaluasinya

Kinerja perkerasan merupakan fungsi dari kemampuan relatif dari perkerasan untuk melayani lalulintas dalam suatu periode tertentu. Evaluasi perkerasan jalan ditentukan berdasarkan persyaratan kondisi fungsional dan kondisi struktural. (Kurniawan A.S, 2017).

1. Evaluasi fungsional, yaitu evaluasi berupa informasi tentang karakteristik perkerasan jalan yang secara langsung mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan serta pelayanan jalan. Karakteristik utama yang disurvei pada evaluasi fungsional ini adalah, dalam hal keamanan berupa kekesatan permukaan jalan (*skid resistance*) dan tekstur permukaan jalan (*surface texture*), serta ketidakrataan jalan (*road roughness*) dalam hal pelayanan *(serviceability*).
2. Evaluasi Struktural, yaitu evaluasi berupa informasi tentang kinerja struktur perkerasan terhadap beban lalulintas dan kondisi lingkungan. Dalam hal ini, survei katakteristik juga akan membantu dalam memperoleh informasi tentang kinerja struktur perkerasan, kerusakan perkerasan dan sifat mekanikal/ strukrural jalan. Kerusakan perkerasan secara tidak langsung akan mempengaruhi masalah

fungsional jalan seperti kegemukan pada jalan (*pavement bleeding*) akan mempengaruhi kekesatan permukaan jalan *(skid resistance*), dan retak pada sambungan jalan yang akan mempengaruhi ketidakrataan jalan (*road roughness*).

2.3 Pemeliharaan dan Penilikan Jalan

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umun Nomor:13/PRT/M/2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan, pemeliharaan jalan adalah kegiatan penanganan jalan, berupa pencegahan, perawatan dan perbaikan yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal melayani lalulintas. Penilikan jalan adalah kegiatan pelaksanaan, pengamatan, pemanfaatan jalan dan kondisi jalan setiap hari dan laporan pengamatan serta usulan tindakan terhadap hasil pengamatan disampaikan kepada penyelenggara jalan atau instansi yang ditunjuk. Pemeliharaan jalan meliputi badan jalan dan bangunan pelengkap jalan. Serta pemeliharaan jalan meliputi pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi jalan dan rekonstruksi jalan. Pemeliharaan jalan ini dimaksudkan sebagai acuan bagi penyelenggara jalan dalam pelaksanaan dan penilikan, serta bertujuan sebagai upaya untuk:

1. mewujudkan ketertiban dalam pelaksanaan pemeliharaan jalan,
2. mewujudkan pelayanan jalan yang sesuai standar pelayanan minimal, dan
3. mewujudkan ketertiban dalam penggunaan bagian-bagian jalan.

2.4 Parameter Rekomendasi Penanganan Jalan

Untuk mengetahui rokemendasi penanganan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 yang merupakan manual dengan pendekatan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris, dan solusi berdasarkan *chart*. Parameter yang digunakan di dalamnya berupa nilai lendutan balik, nilai ketidakrataan jalan, dan presentase kerusakan jalan.

1. Lendutan balik

Lendutan merupakan gerakan vertikal pada perkerasan lentur yang di uji 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 lalulintas rencana, maka makin banyak lalulintas yang akan dilayani, lendutan rencana harus semakin kecil.

2. Ketidakrataan jalan

   Ketidakrataan jalan adalah penyimpangan dari permukaan jalan yang mempengaruhi dinamika bergerak kendaraan, keselamatan, kenyamanan, kecepatan perjalanan serta dampak pada biaya operasi kendaraan (Manurung, M,A., 2010). Ketidakrataan jalan ini disurvei menggunakan alat NAASRA yang mana pedoman pelaksanaanya telah diatur pada SNI 03-3426-1994 yang berjudul survei kerataan jalan menggunakan alat NAASRA. Ketidakrataan jalan dinyatakan dalam nilai IRI (*International Roughness Index*) yang mana Direktorat Jenderal Bina Marga mengklasifikasikanya dalam 4 jenis kondisi jalan yaitu baik, sedang, rusak ringan dan rusak berat.

3. Persentase kerusakan jalan

   Persentase kerusakan jalan yang dilihat secara visual terhadap jenis kerusakan, luas kerusakan, dan kedalaman kerusakan.

2.5 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-penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Penelitian Aji A.H.F. (2013)

Penelitian ini berjudul "Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013". Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis struktural perkerasan lentur, dengan metode Bina Marga 2013 dan membandingkan dengan metode AASHTO 1993, dimana keduanya merupakan bagian dari evaluasi metode *non-destructive*. Evaluasi struktural perkerasan lentur dengan Metode AASHTO 1993 dilakukan berdasarkan nilai lendutan d1 dan d6 dari survei FWD (*Falling Weight Deflectometer*) untuk menentukan nilai Modulus Resilien tanah dasar (MR) dan Modulus Efektif Perkerasan (EP) yang kemudian digunakan dalam menentukan nilai Sneff (*Structural Number Effective*), nilai SNf (*Structural Number in Future*), serta tebal lapis tambah (*overlay*). Sedangkan untuk Metode Bina Marga 2013, langkah pertama dalam evaluasi adalah dengan melakukan analisis pemilihan jenis penanganan yang didasarkan pada tiga nilai pemicu yaitu: Pemicu Lendutan, Pemicu IRI, dan Pemicu Kondisi, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) melalui pendekatan desain mekanistik dengan cara grafis dan Prosedur Mekanistik Umum (GMP). Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa tebal lapis tambah (*overlay*) perhitungan Bina Marga 2013, lebih tipis dibandingkan dengan perhitungan AASHTO 1993 untuk asumsi pemodelan yang sama, hal ini dikarenakan metode Bina Marga 2013 menggunakan cara analitis dengan bantuan program CIRCLY sehingga analisa tegangan regangan sebagai respon struktural perkerasan dapat diketahui lebih teliti dan mewakili kondisi yang sebenarnya dilapangan, dibandingkan cara analitis-empiris yang digunakan pada metode AASHTO 1993.

2. Penelitian Suriyatno (2015)

   Penelitian ini berjudul "Analisis Tebal Lapis Tambah dan Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebihan Kendaraan". Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung tebal lapis tambah (*overlay*) perkerasan lentur berdasarkan beban aktual, beban standar dan umur sisa perkerasan. Beban standar yang telah digunakan berdasarkan surat formulir (Surat Edaran) Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Departemen Pekerjaan Umum No. 2, 2008. Beban aktual

diperoleh dengan survei beban kendaraan menggunakan analisis *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Tebal lapis tambah (*overlay*) dihitung menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02 / M / BM / 2013. Kasus penelitian dilakukan pada empat ruas jalan, yaitu Tanah Badantung - jalan Kiliran Jao, Batas Kota Padang - jalan Kota Painan, Batas Provinsi Riau - Payakumbuh jalan dan Sicincin - Lubuk Alung jalan. Beban lalu lintas estimasi menunjukkan bahwa beban lalu lintas aktual lebih besar dari beban standar. Hal ini menyebabkan tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan beban aktual lebih besar dari tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan beban standar. Perbedaan besar adalah pada Tanah Badantung - Kiliran Jao, dimana tebal lapis tambah (*overlay*) yang dihasilkan oleh beban aktual adalah 56,4% lebih besar dari tebal lapis tambah (*overlay*) yang dihasilkan oleh beban standar. Beban lalu lintas yang lebih besar juga mengakibatkan penurunan pada umur rencana jalan. Karena overloading, umur rencana jalan Tanah Badantung - Kiliran Jao berkurang 56,8% dari 5 tahun umur rencana jalan (2 tahun 10 bulan).

3. Penelitian Harahap A.R. (2012)

   Penelitian ini berjudul "Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan (*Overlay*) dengan Metode Bina Marga 2005 dan *Asphalt Institute* (MS-17) 2000". Studi kasus pada penelitian ini berada pada Jalan Pakem-Prambanan Km 6 sampai Km 8 . Pada ruas jalan tersebut terjadi peningkatan volume lalu-lintas secara signifikan semenjak lahar dingin mengalir ke Kali Gendol dan Kali Opak sehingga jalan tersebut mengalami kerusakan yang cukup parah. Kemudian dilakukan penelitian yang bertujuan meningkatkan kekuatan jalan dengan menggunakan tebal lapis tambah (*overlay*). Tebal lapis tambah (*Overlay*) yang direncanakan dengan membandingkan dua metode yaitu metode Bina Marga 2005 dan *Asphalt Institute* (MS-17) 2000. Metode Bina Marga 2005 disurvei langsung di lokasi menggunakan alat *benkelman beam* demi mendapatkan lendutan balik dan diolah menggunakan metode lendutan sehingga didapatkan tebal lapis tambah (*Overlay*), sedangkan metode *Asphalt Institute* (MS-17) 2000 terdapat dua metode dalam menentukan tebal lapis tambahnya yaitu menggunakan prosedur defleksi dan prosedur ketebalan efektif.

4. Penelitian Vernandest E. (2014)

   Penelitian ini berjudul "Evaluasi Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Pakem-Prambanan". Pada ruas jalan Kalasan-pakem Sta. 07+600-9+600 meter secara visual kondisi perkerasanya mengalami kerusakan pada bagian badan jalan dan bahu jalan seperti retak-retak, berlubang dan tambalan. Hipotesa awal kerusakan ini hanya terjadi pada lapis permukaan perkerasan saja, kemudian selanjutnya dilakukan penelitian. Penelitian dilakukan dengan mencari data primer berupa nilai SCR (*Surface Condition Rating*) dan nilai IRI (*International oughness Index*). Kemudian selanjutnya dilakukan identifikasi jenis kerusakan dan tingkat kerusakan jalan berdasarkan nilai PCR (*Pavement Condition Rating*), nilai PSI (*Present Serviceability Index*) yang diestimasi menggunakan nilai IRI (*International Roughness Index*) dan nilai kondisi jalan menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No:13/PRT/M/2011 tentang pemeliharaan dan penilikan jalan.

Adapun mengenai perbedaan penelitian terdahulu dengan yang sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Diusulkan

No	Peneliti	Judul	Lokasi	Metode Evaluasi Kerusakan Jalan
1	Aji A.H.F. (2013)	Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013	Jalan Nasional Losari-Cirebon	FWD, IRI
2	Suriyatno (2015)	Analisis Tebal Lapis Tambah dan Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebihan Kendaraan	Ruas Jalan Nasional di Provinsi Sumatera Barat	FWD
3	Harahap A.R. (2012)	Tebal Lapis Perkerasan Tambahan(*Overlay*) dengan Metode Bina Marga 2005 dan *Asphalt Institute* (MS-17) 2000	Jalan Pakem-Prambanan Km 6 sampai Km 8	Benkelman Beam

Lanjutan Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian yang Diusulkan

4	Vernandest E. (2014)	Evaluasi Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Pakem-Prambanan	Ruas Jalan Kalasan-Pakem	PCR, PSI, IRI

			Sta. 07+600 - 9+600	
5	Peneliti	Evaluasi Kondisi Perkerasan dan Rekomendasi Penanganan dengan Metode Bina Marga 2013	Jalan Kaliurang Km 10 sampai Km 12	IRI, Benkelman Beam

sumber: Aji A.H.F. (2013), Suriyatno (2015), Harahap A.R. (2012), Vernandest E. (2014)

Dalam tabel diatas dapat dilihat perbedaan penelitian saat ini dengan penelitian terdahulu adalah penelitian ini dilakukan pada tahun 2016, dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 yang merupakan manual pendekatan desain mekanistik, prosedur pendukung empiris, dan solusi berdasarkan *chart*. Faktor-faktor untuk menentukan rokemendasi penanganan jalan berdasarkan pengujian di lapangan yang berupa mencari nilai lendutan balik dengan menggunakan alat *Benkelman Beam*. Kemudian mencari nilai IRI menggunakan alat NASSRA dan mengukur persentase kerusakan pada ruas jalan tersebut. Penelitian dilakukan di sepanjang ruas jalan Kaliurang Km.10 sampai Km.12,Sleman,D.I.Yogyakarta.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Metode Lendutan

Lendutan merupakan perubahan bentuk pada perkerasan lentur dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan. Lendutan diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi. Lendutan pada perkerasan lentur dapat 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.

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

   dengan :

   d_B = Lendutan balik maksimum (mm),

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

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

   F_t = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35^0 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 sebagai berikut.

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

dengan:

T_P = Temperatur permukaan,

T_T = Temperatur tengah, dan

T_B = Temperatur bawah.

Tabel 3.1 Temperatur Tengah (T_t) dan Bawah (T_b) Lapis Beraspal berdasarkan Data Temperatur Udara (T_u) dan Temperatur Permukaan (T_p)

$T_u + T_p$ (^{0}C)	Temperatur Lapis Beraspal (^{0}C) pada Kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28,0	26,7	23,8	22,9	21,7	21,0
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24,0	23,3
53	31,5	30,0	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25,0	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6
56	33,3	31,7	28,1	27,2	25,9	25,1
57	33,9	32,3	28,6	27,6	26,3	25,5
58	34,5	32,8	29,1	28,1	26,8	26,0
59	35,1	33,4	29,6	28,6	27,2	26,4
60	35,7	33,9	30,0	29,1	27,7	26,9
61	36,3	34,5	30,5	29,5	28,2	27,3
62	36,9	35,1	31,0	30,0	28,6	27,8
63	37,5	35,6	31,5	30,5	29,1	28,2
64	38,1	36,2	32,0	31,0	29,5	28,7
65	38,7	36,7	32,5	31,4	30,0	29,1
66	39,3	37,3	32,9	31,9	30,5	29,6
67	39,9	37,8	33,4	32,4	30,9	30,0
68	40,5	38,4	33,9	32,9	31,4	30,5

Sumber: Bina Marga (2005)

Lanjutan Tabel 3.1 Temperatur Tengah (T_t) dan Bawah (T_b) Lapis Beraspal berdasarkan Data Temperatur Udara (T_u) dan Temperatur Permukaan (T_p)

$T_u + T_p$ (^{0}C)	Temperatur Lapis Beraspal (^{0}C) pada Kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
69	41,1	39,0	34,4	33,3	31,8	30,9
70	41,7	39,5	34,9	33,8	32,3	31,4
71	42,2	40,1	35,4	34,3	32,8	31,8
72	42,8	40,6	35,8	34,8	33,2	32,3
73	43,4	41,2	36,3	35,2	33,7	32,8
74	44,0	41,7	36,8	35,7	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	36,2	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	36,7	35,0	34,1
77	45,8	43,4	38,3	37,1	35,5	34,6
78	46,4	44,0	38,7	37,6	36,0	35,0
79	47,0	44,5	39,2	38,1	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	38,6	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	39,0	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	39,5	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	40,0	38,3	37,3
84	50,0	47,3	41,6	40,5	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	40,9	39,2	38,2

Sumber: Bina Marga (2005)

Ca = Faktor musim (C=1,2 untuk musim kemarau atau C=0,9 untuk musim hujan).

FK_{BB} = Faktor koreksi beban uji.

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

y = Faktor truk standar

$$= 0{,}2303x^{1{,}2661} \quad (3.6)$$

dengan:

x = lendutan balik truk tidak standar.

2. Keseragaman Lendutan

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

$$FK = \frac{S}{dR} \times 100\% < FK\ Ijin \quad (3.7)$$

dengan :

FK = Faktor Keseragaman,

FK Ijin= Faktor keseragaman yang diijinkan, dan

= 0% - 10% Sangat Baik

= 11% - 20% Baik

= 21% - 30% Cukup Baik

d_R = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan.

$$= \frac{\sum_1^{ns} d}{ns} \quad (3.8)$$

s = Deviasi standar.

$$= \sqrt{\frac{ns(\sum_1^{ns} d^2) - (\sum_1^{ns} d^2)^2}{ns(ns-1)}} \quad (3.9)$$

dengan:

d = Nilai lendutan balik (d_B) atau lendutan langsung (d_L) tiap titik pemeriksaan suatu seksi jalan, dan

n_s = Jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan.

3. Lendutan Wakil

Lendutan wakil digunakan untuk menetukan besarnya lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan. Dibawah ini disajikan Persamaan sesuai dengan jalan yang ditinjau.

$D_{wakil} = dR + 2s$ Untuk jalan arteri/tol (3.10)

$D_{wakil} = dR + 1{,}64s$ Untuk jalan kolektor (3.11)

$D_{wakil} = dR + 1{,}28$ Untuk jalan lokal (3.12)

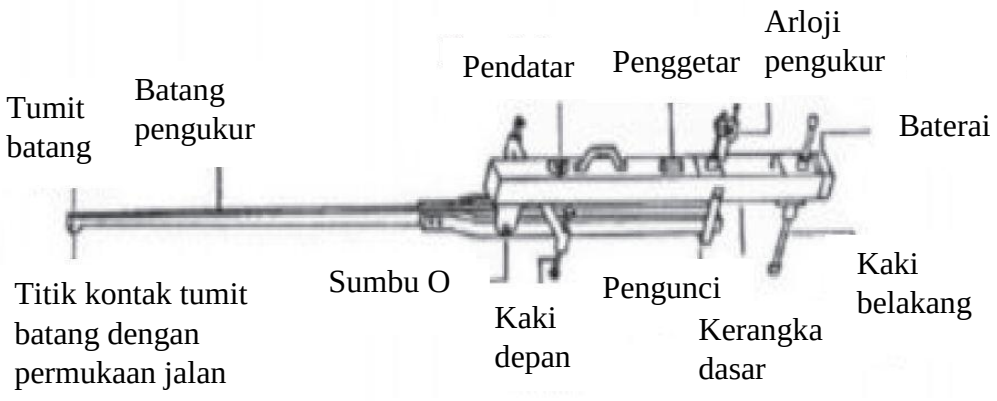
dengan :

D_{wakil} = Lendutan yang mewakili suatu seksi jalan,

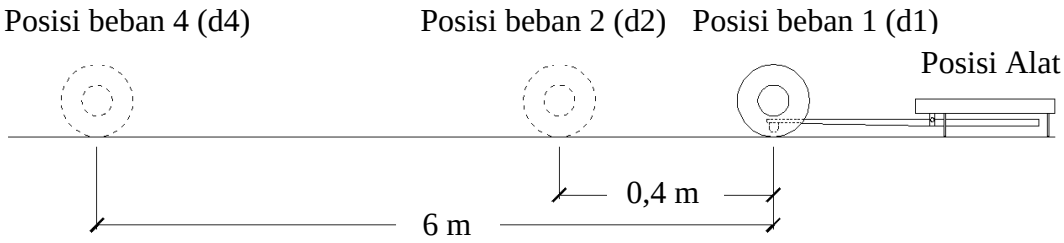
d_R = Lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan, dan

s = Deviasi standar.

Pada uraian diatas lebih jelasnya dapat dilihat cara kerja alat *benkelman beam* pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 sebagai berikut.



Gambar 3.1 Alat *Benkelman Beam*
(sumber: SNI 2416, 2011)



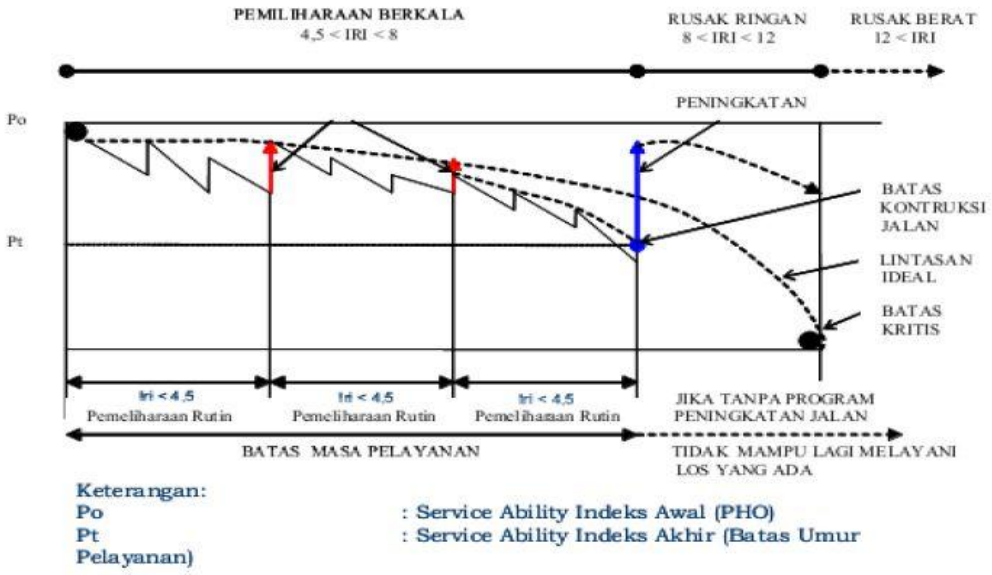
Gambar 3.2 Cara Kerja Alat *Benkelman Beam*
(sumber: SNI 2416, 2011)

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

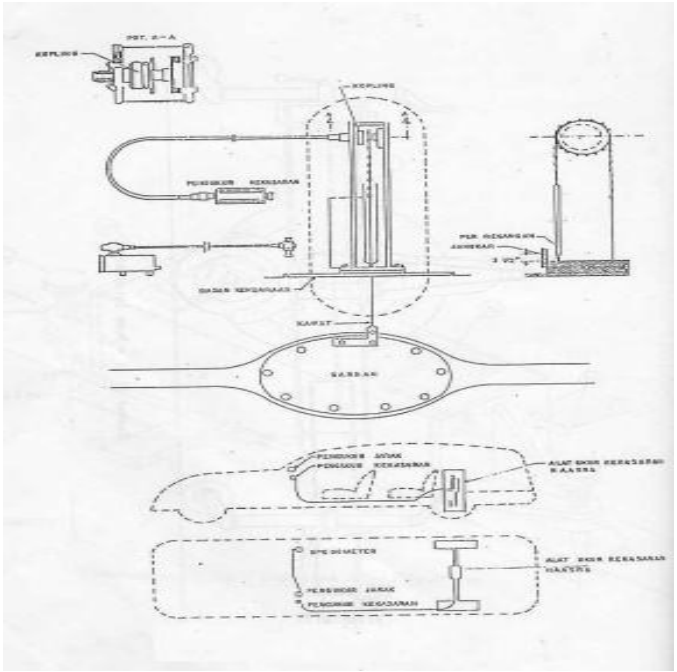
merupakan salah satu faktor/fungsi pelayanan (*functional performance*) dari suatu perkerasan jalan yang sangat berpengaruh pada kenyamanan (*riding quality*). Salah satu indikator teknis untuk menilai performansi permukaan jalan adalah nilai IRI (*International Roughness Index*), yaitu besaran ukuran yang menggambarkan nilai ketidakrataan permukaan yang diindikasikan sebagai panjang kumulatif turun naiknya permukaan per satuan panjang. Jika nilai IRI sama dengan 10 m/km, artinya jumlah amplitude (naik dan turun) permukaan jalan sebesar 10 m dalam tiap km panjang jalan. Semakin besar nilai IRI-nya, maka semakin buruk keadaan permukaan perkerasan. IRI adalah sebuah standar pengukuran kekasaran yang mengacu pada *Response-Type Road Roughness Measurement System (RTRRMS).*

Pada dasarnya penetapan kondisi jalan minimal adalah sedang, dalam Gambar 3.3 terlihat berada pada level IRI antara 4,0 m/km sampai dengan 8 m/km tergantung dari fungsi jalannya. Jika IRI menunjukkan di bawah 4,0 artinya jalan masih dalam tahap pemeliharaan rutin, sementara jika IRI antara 4,1 sampai 8,0 yang dikategorikan pada kondisi sedang, berarti jalan sudah perlu dilakukan pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) yakni dengan pelapisan ulang (*overlay*). Sedang jika IRI berkisar antara 8 sampai 12, artinya jalan sudah perlu dipertimbangkan untuk peningkatan. Sementara jika IRI > 12 berarti jalan sudah tidak dapat dipertahankan, sehingga langkah yang harus dilakukan adalah rekonstruksi. (D**o**an, A. S., 2014).



Gambar 3.3 Hubungan Antara Kondisi, Umur, dan Jenis Penanganan Jalan
(Sumber: Doan A.S., 2014)

Metode pengukuran kerataan permukaan jalan yang dikenal pada umumnya antara lain adalah metode NAASRA (SNI 03-3426-1994). Alat yang digunakan untuk pengambilan data dapat di lihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Alat Ukur Roughometer NAASRA
(Sumber: Doan A.S., 2014)

Direktorat Jenderal Bina Marga menggunakan parameter *International Roughness Index* (IRI) dalam menentukan kondisi konstruksi jalan, yang dibagi atas empat kelompok. Berikut ditampilkan Tabel 3.2 penentuan kondisi ruas jalan.

Tabel 3.2 Penentuan Kondisi Ruas Jalan

Kondisi Jalan	IRI (m/km)
Baik	IRI rata-rata ≤ 4,0
Sedang	4,1 ≤ IRI rata-rata ≤ 8,0
Rusak Ringan	8,1 ≤ IRI rata-rata ≤ 12
Rusak Berat	IRI rata-rata > 12

Sumber: Doan A.S. (2014)

3.3 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.

3.3.1 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. Deformasi (*Deformation*)

   Kerusakan jenis ini biasanya diakibatkan oleh lapisan yang tidak bisa menahan regangan tekan yang terjadi akibat beban lalulintas. Deformasi bisa terjadi hanya pada satu lapis ataupun pada semua lapis dari suatu susunan struktur perkerasan. Deformasi dikelompokkan dalam beberapa jenis yang dijelaskan sebagai berikut.

   a. Keriting (*Corrugations*)

      Terdapat dua jenis keriting, yang pertama apabila jarak antara puncak dengan dasar lekukan kurang dari 300 cm disebut keriting. Jenis kedua adalah apabila

jarak antara puncak dengan dasar lekukan lebih dari 300 cm disebut gelombang. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis keriting adalah:

1) stabilitas perkerasan yang rendah akibat dari mutu bahan dalam campuran yang tidak sesuai persyaratan, dan
2) lalulintas dibuka sebelum perkerasan mantap.

b. Amblas (*Depression*)

Kemungkinan terjadi tidak hanya pada satu lajur tapak roda kendaraan, namun kemungkinan terjadi pada beberapa lajur tapak roda kendaraan. Untuk menilai kerusakan depresi digunakan ukuran dalam meter persegi dan kedalaman dalam milimeter. Kemungkinan penyebab kerusakan jenis depresi adalah:

1) penurunan dan pelebaran ke arah melintang,
2) konsolidasi dari pada tanah lunak/timbunan yang kurang padat,
3) beban lalulintas melampui rencana,
4) pelaksanaan perkerasan yang jelek,
5) perubahan volume dari material *subgrade* akibat pengaruh lingkungan seperti perubahan kadar air pada tanah *expansive* atau terdapatnya akar tumbuhan, dan
6) penurunan akibat stabilnya timbunan.

c. Alur (*Rutting*)

Jenis deformasi yang dapat terjadi pada lajur tapak roda lalulintas sepanjang jalan. Untuk menilai jenis kerusakan alur digunakan ukuran dalam meter panjang dan kedalaman dalam milimeter. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis alur adalah:

1) perkerasan tidak cukup tebal,
2) pergerakan lateral pada salah satu atau beberapa lapis di bawah lapis permukaan,
3) kepadatan dari lapis permukaan dan lapis pondasi yang kurang, dan
4) kekuatan (stabilitas) dari lapis permukaan dan lapis pondasi yang kurang.

d. Sungkur (*Shoving*)

Kerusakan jenis ini terjadi akibat percepatan pergerakan lalulintas. Tonjolan ke arah melintang kemungkinan terjadi juga akibat pergerakan roda kendaraan. Untuk menilai kerusakan jenis *shoving* digunakan ukuran dalam meter persegi yang kena pengaruh tonjolan. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis tonjolan adalah:

1) kurangnya ikatan antara lapisan,
2) kurang tebalnya perkerasan,
3) kurangnya tahanan dari pinggir perkerasan, dan
4) kurangnya kekuatan (stabilitas) dari lapis permukaan dan lapis pondasi.

2. Retak-retak (*craks*)

Retak-retak dapat terjadi pada tepi atau tempat lainnya dari permukaan perkerasan dalam bentuk tunggal dan bentuk interkoneksi antar retak. Akibat terjadinya retak akan mengakibatkan perkerasan tidak kedap air, hilangnya kemampuan untuk penyebaran beban, terjadinya pumping dari lapisan pondasi, hilangnya pengendalian mutu dari permukaan, dan hilangnya kinerja perkerasan. Terdapat beberapa jenis retak yang dijelaskan sebagai berikut.

a. Retak blok (*Blok craks*)

Biasanya menyebar pada seluruh permukaan perkerasan. Bentuk retak ini mendekati bentuk persegi dengan ukuran biasanya lebih besar dari 200 mm dan dapat melebihi 3000 mm. Untuk menilai kerusakan jenis retak blok digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah dan lebar retak, dalam meter persegi untuk luas daerah retak blok. Kemungkian penyebab dari kerusakan jenis retak blok adalah:

1) sambungan di bawah lapis perkerasan,
2) penyusutan dan fatig dari material berpengikat di bawah lapisan, dan
3) retak *fatig* pada lapisan aus perkerasan.

b. Retak kulit buaya (*Alligator craks*)

Biasanya berhubungan dengan tapak roda kendaraan ke arah memanjang jalan. Ukuran jarak antara cell dari retak ini umumnya kurang dari 150 mm namun dapat juga sampai 300 mm. Untuk meniai kerusakan jenis retak kulit

buaya digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah retak dan lebar cell retak, serta meter persegi untuk luas daerah retak. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis retak kulit buaya adalah:

1) tebal perkerasan yang kurang,
2) lemahnya *subgrade* dan lapis pondasi,
3) penuaan dari lapis aus dan lapis pondasi, dan
4) kelebihan beban lalulintas.

c. Retak diagonal (*Diagonal craks*)

Untuk menilai kerusakan jenis retak diagonal digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah retak, meter untuk panjang dari retak, dan meter persegi untuk luas daerah retak. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis retak diagonal adalah:

1) merupakan refleksi dari suatu susut atau sambungan lapisan dibawahnya,
2) penurunan diferensial antara timbunan, pemotongan atau struktur,
3) akar pohon yang menjalar di bawah lapisan perkerasan, dan
4) penggalian instalasi.

d. Retak memanjang (*Longitudinal craks*)

Biasanya berupa rangkaian cabang sepanjang perkerasan jalan. untuk menilai kerusakan jenis retak memanjang digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah retak, meter untuk panjang dari retak dominan, jarak antara cabang diukur dalam satuan milimeter, dan meter persegi untuk luas daerah retak. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis retak memanjang adalah:

1) merupakan refleksi dari retak susut atau sambungan di bawahnya,
2) kurang lebarnya lajur penghamparan sambungan lapisan beraspal,
3) siklus temperatur harian atau mengerasnya aspal,
4) sambungan memanjang pada pekerjaan pelebaran jalan,
5) perubahan volume dari *subgrade* tanah *ekspansive*, dan
6) penurunan diferensial antara gali dan timbun.

e. Retak melintang (*Tranverse craks*)

Untuk menilai kerusakan jenis retak blok digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah dan jarak retak, meter untuk panjang retak, dan meter persegi untuk luas melintang. Kemungkian penyebab dari kerusakan jenis retak melintang adalah:

1) refleksi dari retak susut atau sambungan pada lapis pondasi di bawah lapisan,
2) sambungan atau retak susut pada lapisan beraspal, dan
3) kehancuran struktural pada lapis pondasi bersemen.

f. Retak selip (*Slippage craks*)

Retak selip terjadi pada daerah tanjakan atau turunan akibat dari gaya rem kendaraan. Untuk menilai kerusakan jenis retak selip digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah dan jarak retak, dan meter persegi untuk luas daerah retak selip. Kemungkinan penyebab kerusakan jenis retak selip adalah:

1) kurangnya ikatan antara lapis permukaan dengan lapis dibawahnya,
2) terlalu tingginya kandungan pasir dalam campuran beraspal pembentuk lapisan, dan
3) kurangnya pemadatan saat pelaksanaan.

g. Retak berkelok (*meandering craks*)

Untuk menilai kerusakan jenis retal berkelok digunakan ukuran dalam milimeter untuk lebar celah, meter untuk panjang retak, dan meter persegi untuk luas retak berkelok tidak beraturan. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis retak berkelok adalah:

1) retak dari retak susut atau sambungan pada lapis pondasi bersemen di bawah lapisan,
2) melemahnya tepi perkerasan sehigga air masuk, dan
3) penurunan deferensial antara timbunan dan galian.

3. Perubahan tekstur permukaan (*Surface texture deficiencies*)

Perubahan tekstur permukaan merupakan hilangnya material dari permukaan baik tekstur makro maupun mikro. Perubahan tekstur permukaan tidak langsung berhubungan dengan perubahan kekuatan struktur dari perkerasan namun sangat

signifikan berhubungan dengan pelayanan terhadap lalulintas dalam hal kenyamanan pengendara dan kekesatan. Terdapat beberapa jenis perubahan tekstur permukaan yang dijelaskan sebagai berikut.

a. Delaminasi (*Delamination*)

   Biasanya menggambarkan kelekatan lapisan aus dengan lapisan di bawahnya. Untuk menilai delaminasi digunakan ukuran dalam milimeter untuk tebal lapisan yang lepas dan meter persegi untuk luas daerah delaminasi serta jumlah dari jenis kerusakan yang terjadi. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis delaminasi adalah:

   1) tidak cukup bersihnya atau tidak cukupnya lapis ikat (*tack coat*) sebelum dilapis lapis aus,
   2) masuknya air kedalam lapis aus sehingga melepaskan lapis aus dengan lapis di bahwahnya,
   3) melemahnya penyelaputan aspal pada batas lapisan, dan
   4) adhesi lapisan pengikat dengan ban kendaraan.

b. Kegemukan (*Flushing/bleeding*)

   Kegemukan terjadi karena sebagian atau seluruhnya agregat dalam campuran beraspal mempunyai permukaan yang licin, sehingga tidak terjadi hubungan antara butir agregat. Untuk menilai kerusakan kegemukan digunakan meter persegi untuk luas daerah kegemukan serta presentase agregat yang terselimuti aspal. Kemungkian penyebab dari kerusakan jenis *flushing* adalah:

   1) kelebihan penggunaan aspal dalam campuran beraspal,
   2) kelebihan pemberian lapis resap ikat,
   3) kelebihan aspal pada lapisan di bawahnya, dan
   4) kurangnya kekuatan dari lapis pondasi.

c. Pengausan (*Polishing*)

   Pengausan biasa terjadi pada lajur tapak roda kendaraan. Untuk mengindifikasinya dilakukan dengan melihat bagian yang dilalui lalulintas dan tidak dilalui lalulintas. Untuk menilai kerusakan pengausan digunakan meter persegi untuk luas daerah pengausan. Kemungkinan penyebab dari jenis kerusakan pengausan adalah:

1) tidak cukup kuatnya tahanan permukaan agregat terhadap pengausan, utamanya pada pergerakan roda kendaraan atau terjadinya tegangan tinggi antara permukaan dengan ban roda kendaraan, dan
2) digunakannya agregat alam bulat tidak pecah, seperti sirtu untuk campuran beraspal.

d. Pengelupasan lapis permukaan (*Stripping*)

Pengelupasan lapis permukaan terjadi akibat roda ban kendaraan dapat terjadi pada agregat secara individual atau pada lokasi luas tertentu. Untuk menilai kerusakan stripping digunakan meter persegi untuk luas daerah yang rusak serta presentase agregat yang lepas dalam luas tertentu. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis stripping adalah:

1) kadar aspal yang rendah,
2) kurangnya daya lekat antara agregat dengan aspal,
3) terjadinya penuaan aspal atau kurangnya peresapan aspal terhadap agregat,
4) kerusakan pada agregat,
5) terjadinya kekeliruan dalam penentuan kadar aspal, dan
6) tidak cukupnya pemadatan sebelum dilalui lalulintas.

e. Pelepasan butir (*Ravelling*)

Pelepasan butir dapat terjadi pada seluruh permukaan perkerasan. Untuk menilai kerusakan pelepasan butir digunakan meter persegi untuk luas daerah pelepasan butir. Kemungkinan penyebab dari kerusakan jenis pelepasan butir adalah:

1) rusaknya aspal dan atau agregat,
2) pelaksanaan yang tidak sesuai persyaratan,
3) tidak cukupya pemadatan saat pelaksanaan,
4) sifat agregat yang senang air (*hydrophilic*),
5) basahnya campuran beraspal saat pemadatan, dan
6) terlalu tingginya pemanasan aspal saat pencampuran.

4. Lubang-lubang (*Potholes*)

Lubang-lubang terjadi akibat dari masuknya air melalui retakan atau delaminasi yang ada pada permukaan permukaan. Untuk menilai kerusakan digunakan

milimeter untuk kedalaman dari lubang dan dalam meter persegi untuk luas lubang. Kemungkinan penyebab dari kerusakan lubang perkerasan adalah:

1) hilangnya lapis permukaan,
2) lapis beraspal kurang tebal,
3) lapis beraspal dibentuk dari campuran tidak sesuai persyaratan,
4) tidak terjadinya integrasi hubungan beban dengan lapis pondasi,
5) lapis permukaan yang tipis,
6) lepasnya aspal pada lapis permukaan akibat ban roda kendaraan,
7) drainase yang jelek, dan
8) tidak dilakukannya penanganan kerusakan jenis lain seperti retak.

5. Tambalan (*Patches*)

   Tambalan adalah perbaikan dari bagian perkerasan yang dapat atau tidak berhubungan dengan hilangnya pelayanan atau kapasitas struktural. Biasanya terdapat dua jenis tambalan, yaitu tambalan tanpa penggalian dan tambalan rekontruksi. Tambalan tanpa penggalian biasanya berupa perbaikan sementara dengan bentuk tidak beraturan, sedangkan tambalan rekontruksi berbentuk segi empat sesuai rekontruksi yang dilakukan. Untuk menilai tambalan digunakan dalam meter persegi untuk luas tambalan dan jumlah dari tambalan. Kemungkinan penyebab dari dilakukannya tambalan pada perkerasan adalah:

   1) perbaikan kerusakan pada permukaan,
   2) perbaikan kerusakan pada struktur, termasuk lapis permukaan sampai *subgrade*, dan
   3) penggalian untuk perbaikan struktur.

6. Kerusakan bagian tepi perkerasan (*Edge defect*)

   Kerusakan bagian tepi perkerasan adalah jenis kerusakan yang terjadi pada pertemuan tepi perkerasan jalan dengan bahu tanpa penutup atau pertemuan antara perkerasan dengan bahu yang tidak diperkeras dengan lapis pondasi bawah. Kerusakan bagian tepi perkerasan dapat terjadi secara setempat atau sepanjang tepi perkerasan yang sering dilalui kendaraan melintas dari bahu atau sebaliknya.

3.3.2 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.

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

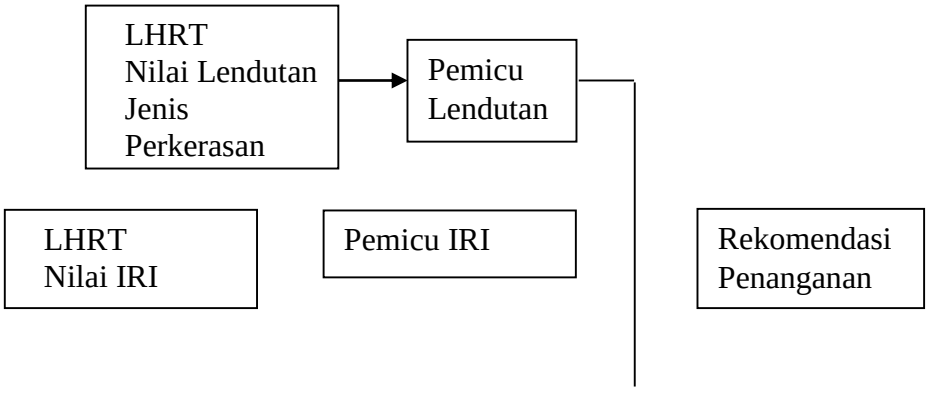
dengan:

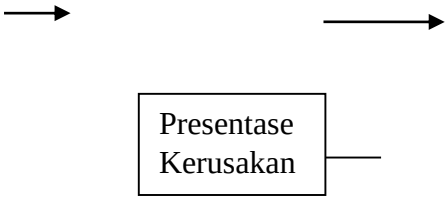
luas kerusakan = Jumlah luas kerusakan jalan (m^2), dan

total area = Luas jalan yang disurvei (m^2).

3.4 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 ini.





Gambar 3.5 Skema Prosedur Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013

Pada skema di atas dijelaskan untuk menetukan rekomendasi jenis penanganan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 hal yang dilakukan yaitu mencari nilai pemicu lendutan yang didalamnya harus mengetahui data lalulintas harian rata-rata tahunan (LHRT), mengetahui jenis perkerasan, dan mencari nilai lendutan balik menggunakan alat *benkelman beam.* Kemudian mencari nilai pemicu IRI yang didalamnya harus mengetauhi data lalulintas harian rata-rata tahunan (LHRT), dan mencari nilai IRI menggunakan alat NASSRA. Setelah mengetahui nilai pemicu lendutan dan nilai pemicu IRI, hal yang perlu diketahui juga nilai persentase kerusakan yang ada di lokasi penelitian.

3.4.1 Lalulintas

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

1. Faktor Pertumbuhan Lalulintas

   Faktor pertumbuhan lalulintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid. Faktor pertumbuhan lalulintas ditentukan menggunakan Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3.3 Faktor Pertumbuhan Lalulintas (i) Minimum Untuk Desain

	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 Lalulintas

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

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

   dengan :

   R = Faktor Pengali Lalu-Lintas,

   I = Tingkat Pertumbuhan Tahunan (%), dan

   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 3.4 berikut.

Tabel 3.4 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar

	Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan Yang Diangkut	Kelompok Sumbu	Distribusi Tipikal (%)		VDF(ESA/Kend)	
	Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua Kendaraan Bermotor	Semua Kendaraan Bermotor Kecuali Sepeda Motor	VDF_4 Pangkat[4]	VDF_5 Pangkat[5]
Kendaraan Niaga	1	1	Sepeda Motor	1.1		2	30.4	-	-	-
	2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan/ Angkot/ Pickup/ Stasiun Wagon	1.1		2	51.7	74.3	-	-
	5a	5a	Bus Kecil	1.2		2	3.5	5	0.3	0.2
	5b	5b	Bus Besar	1.2		2	0.1	0.2	1	1
	6a.1	6.1	Truk 2 Sumbu-Cargo Ringan	1.1	Muatan Umum	2	4.6	6.6	0.3	0.2
	6a.2	6.2	Truk 2 Sumbu-Ringan	1.2	Tanah,Pasir,Besi,Semen	2			0.8	0.8
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-Cargo Sedang	1.2	Muatan Umum	2	-	-	0.7	0.7
	6b1.2	7.2	Truk 2 Sumbu-Sedang	1.2	Tanah,Pasir,Besi,Semen	2			1.6	1.7
	6b2.1	8.1	Truk 2 Sumbu-Berat	1.2	Muatan Umum	2	3.8	5.5	0.9	0.8
	6b2.2	8.2	Truk 2 Sumbu-Berat	1.2	Tanah,Pasir,Besi,Semen	2			7.3	11.2
	7a1	9.1	Truk 3 Sumbu-Ringan	1.22	Muatan Umum	3	3.9	5.6	7.6	11.2
	7a2	9.2	Truk 3 Sumbu-Sedang	1.22	Tanah,Pasir,Besi,Semen	3			28.1	64.4
	7a3	9.3	Truk 3 Sumbu-Berat	1.1.2		3	0.1	0.1	28.9	62.2
	7b	10	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	1.2-2.2		4	0.5	0.7	36.9	90.4
	7c1	11	Truk 4 Sumbu-Trailer	1.2-22		4	0.3	0.5	13.6	24
	7c2.1	12	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.22-22		5	0.7	1	19	33.2
	7c2.2	13	Truk 5 Sumbu-Trailer	1.2-222		5			30.3	69.7
	7c3	14	Truk 6 Sumbu-Trailer	1.22-222		6	0.3	0.5	41.6	93.7

Sumber: Bina Marga (2013)

4. Beban Sumbu Standar Kumulatif

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

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

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

   dengan:

   ESA = Lintasan Sumbu Standar Ekivalen (*equivalent standard axle*) untuk 1 (satu) hari,

   LHRT = Lalulintas Harian Rata-Rata Tahunan untuk Jenis Kendaraan Tertentu,

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

   R = Faktor Pengali Pertumbuhan Lalulintas.

3.4.2 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 diurakan mengenai level desain dan pemicu penanganan.

1. Tahap Analisis dan Penangan Perkerasan

   Tahap ini berguna untuk menentukan seberapa besar tahap desain yang akan dianalisis. Tahap Analisis dan Penangan Perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 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 3.6 berikut.

Tabel 3.6 Umur Rencana, Hubungan Nilai Pemicu Penanganan, dan Jenis Pelapis Perkerasan

Kriteria Beban Lalulintas (juta ESA_5)	< 0,5	0,5-30	> 30
Umur Rencana Perkerasan Lentur	Seluruh Penanganan 10 tahun	Rekonstruksi - 20 tahun *Overlay* struktural - 15 tahun *Overlay* non struktural - 10 tahun Penanganan sementarasesuai kebutuhan	
Pemicu Tahap Perencanaan Pemrograman (Tingkat Jaringan)	IRI Visual	IRI Visual Lendutan *Interval* 500 meter	IRI Visual Lendutan *interval* ≥ 500 meter c*ore* atau *test pit* pada 5000 meter

Sumber: Bina Marga (2013)

3. Deskripsi Pemicu (*Trigger*)

   Dalam menentukan rekomendasi penanganan diperlukan beberapa pemicu daripada lendutan dan IRI. Adapaun deskripsi pemicu tersebut disajikan pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.7 Deskripsi Pemicu (*Trigger*)

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

Sumber: Bina Marga (2013)

Lanjutan Tabel 3.7 Deskripsi Pemicu (*Trigger*)

Deskripsi	Pengukuran	Tujuan
Pemicu IRI 2	Nilai IRI	Titik dimana dibutuhkan *overlay* struktural, tapi lebih diutamakan pemicu lendutan 1
Pemicu IRI 3	Nilai IRI	Titik dimana rekonstruksi lebih murah daipada *overlay*, 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 (*milling*) untuk memperbaiki bentuk sebelum *overlay* 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 pada Tabel 3.7. Ketiga pemicu tersebut ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3.8 Pemicu Ketidakrataan Untuk *Overlay* dan Rekonstruksi

LHRT (kend/jam)	Pemicu IRI 1 untuk *overlay* non-struktural	Pemicu IRI 2 Untuk *overlay* Struktural Lalu-Lintas < 1 Juta ESA_5 atau Pengupasan (Untuk Lalin > 1 Juta ESA_5 Harus Digunakan Pemicu Lendutan	Pemicu IRI 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 Pemicu Untuk Lapis Tambah dan Rekonstruksi

   Diatas telah di uraikan mengenai pemicu, salah satunya adalah pemicu lendutan 1 dan pemicu lendutan 2 pada Tabel 3.7. Kedua pemicu tersebut ditentukan menggunakan Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3.9 Lendutan Pemicu Untuk Lapis Tambah dan Rekonstruksi

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

Sumber: Bina Marga (2013)

6. Pemicu Kondisi

   Pemicu kondisi adalah salah satu pemicu untuk menetukan jenis rekomendasi penanganan. Pemicu kondisi ini adalah hasil dari perhitungan presentase kerusakan jalan seperti yang telah disebutkan pada subbab 3.3.2 tentang presentase kerusakan.

7. Pemilihan Jenis Penanganan

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

a. Beban Lalulintas < 1Juta Esa_5

Jenis penanganan dengan beban lalulintas kurang dari 1 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 Lalulintas < 1 Juta Esa_5

Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Segmen Yang Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin Preventif	IRI di bawah pemicu IRI 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area.
2	Penambalan Berat (*Heavy Patching*)	Lendutan melebihi pemicu lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh seksi jalan yang membutuhkan *heavy patching* 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 (*Overlay*)	Pemicu IRI 1 dilampaui.
5	Rekonstruksi	Lendutan Pemicu 2 dilampaui, tebal lapisan aspal < 10 cm, atau *heavy patching* 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 *heavy patching* lebih dari 30% total area.

Sumber: Bina Marga (2013)

b. Beban Lalulintas 1–30 Juta Esa_5

Jenis penanganan dengan beban lalulintas diantara 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 3.11 berikut.

Tabel 3.11 Jenis Penanganan Beban Lalulintas 1–30 Juta Esa$_5$

Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Segmen Yang Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin	Lendutan dan IRI di bawah Pemicu 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area.
2	*Heavy Patching*	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan *heavy patching* 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 IRI > Pemicu IRI 2 dan hasil pertimbangan teknis.
4	*Overlay* Non Struktural	Lendutan kurang dari Pemicu Lendutan 1, indeks kerataan lebih besar dari pemicu IRI1.
5	*Overlay* Struktural	Lebih besar dari Pemicu Lendutan 1 dan kurang dari Pemicu Lendutan 2.
6	Rekontruksi	Lendutan diatas pemicu 2, lapisan aspal < 10 cm.
7	Daur ulang	Lendutan diatas pemicu 2, lapisan aspal > 10 cm.

Sumber: Bina Marga (2013)

c. Beban Lalulintas > 30 Juta Esa$_5$

Jenis penanganan dengan beban lalulintas diatas 30 Juta Esa$_5$ yang kemudian dikorelasikan dengan pemicu lendutan, pemicu IRI dan pemicu kondisi dapat dilihat pada Tabel 3.12 berikut.

Tabel 3.12 Jenis Penanganan Beban Lalulintas > 30 Juta Esa$_5$

Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Seksi Seragam
1	Hanya Pemeliharaan Rutin	Lendutan dan IRI di bawah Pemicu 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area.
2	*Heavy Patching*	Lendutan melebihi Pemicu l Lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan *heavy patching* 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 ketidakrataan > pemicu IRI 2.
4	*Overlay* Non Struktural	Lendutan kurang dari pemicu lendutan 1, indeks kerataan lebih besar dari pemicu IRI1.
5	*Overlay* Struktural	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 1 dan kurang dari Pemicu Lendutan 2. Tipe dan tebal penanganan ditentukan dari hasil analisis *test pit*.

Sumber: Bina Marga (2013)

Lanjutan Tabel 3.12 Jenis Penanganan Beban Lalulintas > 30 Juta Esa$_5$

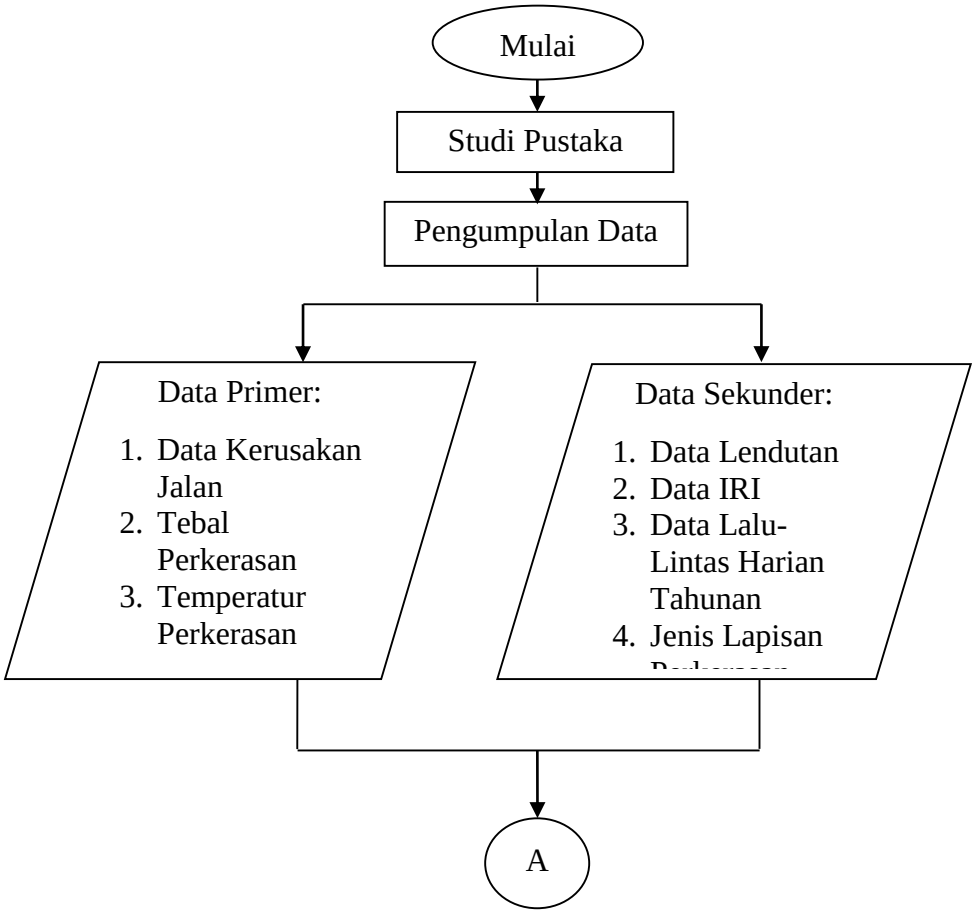
Penanganan		Pemicu Untuk Setiap Seksi Seragam
6	Rekonstruksi Atau Daur Ulang	Lendutan melebihi Pemicu Lendutan 2. Tipe dan tebal penanganan ditentukan dari hasil analisis *test pit*.
7	Daur ulang vs Rekontruksi	Analisis biaya selama umur pelayanan harus dilakukan terhadap semua opsi yang layak, termasuk daur ulang, rekontruksi perkerasan lentur dan rekontruksi perkerasan kaku.

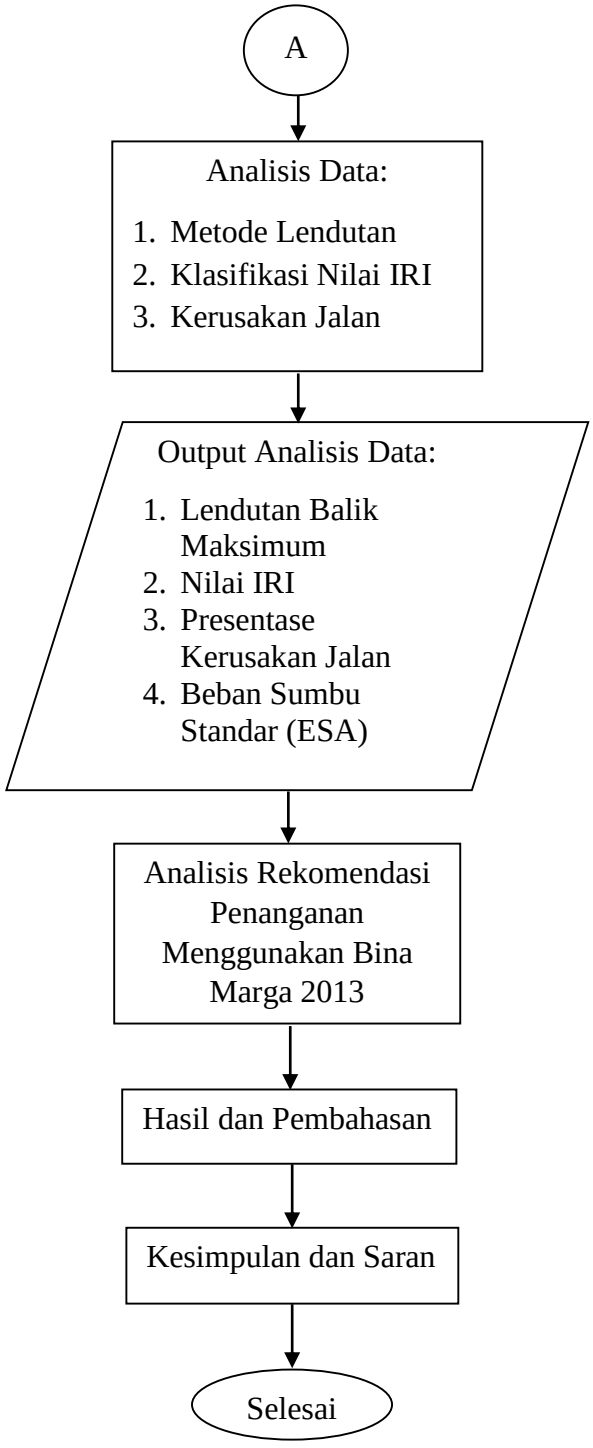
Sumber: Bina Marga (2013)

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Bagan Alir Penelitian

Secara keseluruhan proses pelaksanaan penelitian digambarkan dalam Gambar 4.1. Pengerjaan Tugas Akhir diawali dengan melakukan survei di lapangan, mengambil data tebal perkerasan dan data kerusakan jalan. Mengambil data sekunder berupa data lendutan, data IRI, dan data LHRT. Dilanjutkan dengan melakukan penelitian dengan metode lendutan, klasifikasi nilai IRI, dan mengidentifikasi jenis kerusakan serta tingkat kerusakan yang terjadi. Selanjutnya mengdentifikasi jenis rokemendasi penanganan menggunakan pedoman Bina Marga 2013.

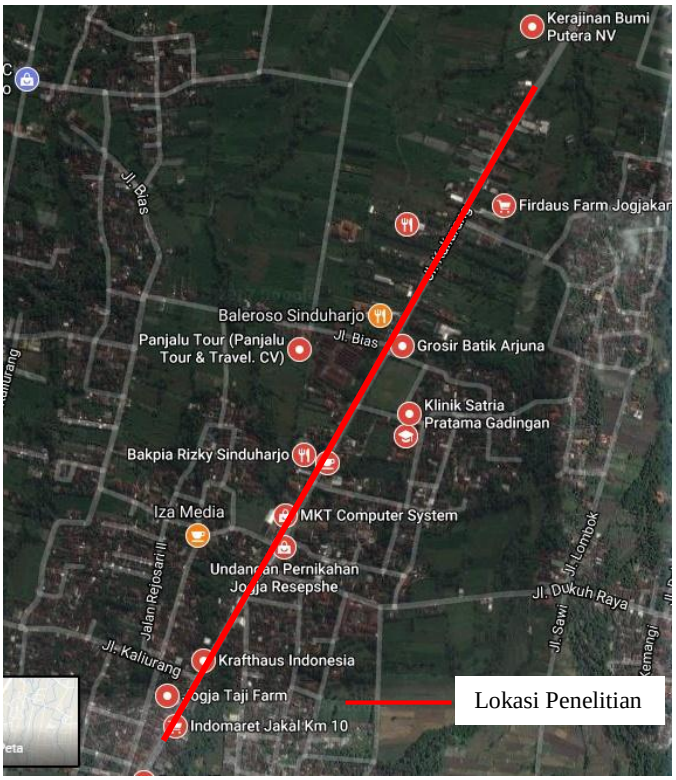




Gambar 4.1 Bagan Alir (*flowchart*)

4.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada jalan yang merupakan jalan Provinsi yaitu ruas jalan Kaliurang Km.10 sampai Km.12, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah lokasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Lokasi Penelitian
(Sumber: maps.google.co.id, 2016)

4.3 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian yang bertempat pada ruas jalan Kaliurang Km. 10 – 12 dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Adapun data primer dan data sekunder yang dimaksud adalah sebagai berikut ini.

1. Data Primer

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

   a. Tebal Lapis Perkerasan,
   b. Data Kerusakan Jalan, dan
   c. Temperatur Udara.

2. Data Sekunder

   Data sekunder adalah data yang peneliti dapat dari data yang sudah ada. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari literatur maupun instansi-instansi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun instansi terkait dengan penelitian ini yaitu Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY. Data primer yang diambil adalah sebagai berikut:

   a. Data Lendutan dan temperatur perkerasan,
   b. Data IRI (*International Roughness Index*),
   c. Data lalu-lintas harian rata-rata tahunan (LHRT), dan
   d. Data jenis lapis permukaan.

4.4 PENGAMBILAN DATA PRIMER

4.4.1 *Core Drill*

Survei ini dilakukan untuk mendapatkan ketebalan lapisan aspal secara langsung di lapangan. Pada pengambilan benda uji ini menggunakan bantuan alat berupa:

1. mesin *Core Drill*, dan
2. formulir (Lampiran 7).

Adapun prosedur pengambilan dan pengukuran dilapangan adalah sebagai berikut ini.

1. Alat diletakkan pada lapisan perkerasan jalan yang akan diuji dengan posisi datar.
2. Sediakan air dengan alat yang ada sistem pompa. Kemudian air dimasukkan ke alat *core drill.*
3. Setelah semua siap kemudian alat dihidupkan dengan menggunakan tali yang dililitkan pada starter alat dan ditarik.
4. Setelah alat hidup mata bor diturunkan secara perlahan-lahan pada titik yang telah kita tentukan sampai kedalaman tertentu, kemudian setelah kedalaman tertentu alat dimatikan dan mata bor dinaikkan.

5. Kemudian hasil dari pengeboran tersebut diambil dengan menggunakan penjapit, setelah itu diukur dimensinya dan dicatat hasilnya pada formulir.

4.4.2 Survei Kerusakan Jalan

Survei jenis kerusakan dan tingkat kerusakan jalan ini dengan mengumpulkan jenis-jenis kerusakan jalan secara visual. Pada pengambilan data ini menggunakan bantuan alat berupa:

1. penggaris,
2. kamera,
3. alat tulis,
4. roll meter, dan
5. formulir (Lampiran 4).

Pada ruas jalan yang disurvei dibagi dalam beberapa segmen, satu segmen adalah 1000 meter. Panjang ruas jalan yang di survei 2 km, maka pada ruas jalan yang tersebut terdapat 2 segmen. Adapun prosedur pengukuran dan pengambilan dilapangan adalah sebagai berikut ini.

1. Survei dilakukan dengan berjalan kaki.
2. Survei dilakukan tiap segmen dari awal sampai akhir dan secara berurutan.
3. Dilakukan pencatatan dan pengukuran kerusakan jalan pada tiap segmen yang terdapat kerusakan. Pengklasifikasian kerusakan jalan seperti disebutkan pada sub bab 3.3.1. Pengukuran kerusakan meliputi luas area kerusakan dan kedalaman kerusakan.

4.5 Analisis Data

Dalam analisis data rokemendasi penanganan sesuai Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013 ini melalui tahapan sebagai berikut.

1. Metode Lendutan

   Analisis menggunakan metode lendutan bertujuan untuk mengetahui besar lendutan balik maksimum dari survei yang dilakukan menggunakan alat *benkelman beam.* Dalam melakukan analisis data dibagi menjadi 2 segmen, tiap satu segmen adalah 100 meter. Adapun analisa menggunakan 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 data sekunder menggunakan alat NAASRA dibagi menjadi 2 segmen, masing-masing mempunyai panjang 1000 m. Kemudian digunakan Tabel 3.2 untuk diketahui tingkat kerataan jalan.

3. Kerusakan Jalan

   Data kerusakan jalan yang telah didapat kemudian dibagi menjadi 2 segmen, satu segmen adalah 1000 m. Tipe kerusakan dikelompokkan menjadi empat kategori sesuai tipe kerusakanya dan dihitung persentase kerusakan menggunakan Persamaan 3.12. adapun spesifikasi kerusakan dari empat kategori tersebut adalah sebagai berikut.
   a. Kerusakan total = luas kerusakan yang terdapat pada segmen tersebut.
   b. Kerusakan memerlukan *heavy patching* = luas kerusakan < 50% pada rentang 100 m.

c. Kerusakan alur = kerusakan yang mempunyai alur > 5 cm pada rentang 100 m.
d. Kerusakan serius = luas kerusakan ≥ 50 % pada rentang 100 m.

4. Lalulintas
   a. Ditentukan faktor pertumbuhan lalulintas sesuai Tabel 3.3.
   b. Dihitung faktor pengali petumbuhan lalulintas menggunakan Persamaan 3.13.
   c. Beban Sumbu Standar
      1) Data LHRT (lalulintas harian rata-rata tahunan) yang didapatkan dari Dinas Bina Marga dijumlahkan tiap jenis kendaraan. Jenis kendaraan yang dimaksud sesuai dengan Tabel 3.4.
      2) ESA (*equivalen standard axle*) dihitung menggunakan Persamaan 3.14. Ada dua ESA yang dihitung yaitu ESA_4 dan ESA_5, hal ini disesuaikan dengan nilai VDF (*vehicle damage vactor*) sesuai dengan Tabel 3.4.
      3) CESA (*cumulative equivalent standard axle*) dihitung menggunakan Persamaan 3.15. CESA yang dihitung adalah $CESA_4$ dan $CESA_5$.
5. Rekomendasi Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2013
   a. Tahap analisis dan penanganan perkerasan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.5.
   b. Umur desain ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.6.
   c. Pemicu ketidakrataan jalan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.8.
   d. Pemicu lendutan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.9.
   e. Rekomendasi penanganan ditentukan dengan menggunakan Tabel 3.10 atau Tabel 3.11 atau Tabel 3.12.

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data

Data yang diperlukan dalam analisis penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lapangan. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari literatur maupun instansi-instansi yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan. Adapun instansi terkait dengan penelitian ini yaitu Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY.

5.1.1 Data Struktur Perkerasan Jalan

Tipe perkerasan adalah perkerasan lentur dengan lapis permukaan Laston (HRS). Tebal perkerasan jalan Kaliurang dapat dilihat dari hasil pengambilan sampel yang terdiri dari 10 titik dengan alat bantu Cordrill (lampiran 7). Data pengukuran tebal perkerasan terdapat pada Tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Pengukuran Tebal Lapis Perkerasan

No	Stasiun	Tebal (cm)					Lokasi			
		Lapis 1	Lapis 2	Lapis 3	Lapis 4	Total	Kiri	As	Kanan	KET
1	0 + 000	7,16	9,34			16,50			✓	100 cm
2	0 + 200	7,09	5,93			13,01	✓			100 cm
3	0 + 400	4,37	8,22			12,59			✓	100 cm
4	0 + 600	7,24	4,77	8,90		20,91	✓			100 cm
5	0 + 800	5,19	5,61	6,54	5,61	22,96			✓	100 cm
6	1 + 000	5,88	5,16			11,04	✓			100 cm
7	1 + 200	4,91	4,35	6,65		15,92			✓	100 cm
8	1 + 400	5,51	6,64			12,15	✓			100 cm
9	1 + 600	6,52	5,37	4,41		16,30			✓	100 cm
10	1 + 800	5,60	8,10			13,69	✓			150 cm

5.1.2 Data Kerusakan Permukaan Jalan

Pengamatan kerusakan di lapangan dilakukan secara visual dengan mengukur luasan tiap kerusakan dan di tinjau setiap 100 meter (lampiran 5). Adapun hasil pengamatan kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Pengukuran Kerusakan Pada Ruas Jalan

Stasiun	Tipe Kerusakan											
	Kekasaran				Lubang (m^3)	Tambalan (m^2)	Retak (m^2)			Alur (m^3)	Amblas (m^3)	Jumlah Per 100 m
	P	F	H	D			R	KB	M			
0-100							5,76					5,76
100-200	✓	✓					0,65					0,65
200-300		✓										
300-400		✓	✓		0,03							0,03
400-500			✓			1,78						1,78
500-600	✓				0,14		20,34					20,48
600-700		✓	✓		0,88							0,88
700-800			✓									
800-900	✓											
900-1000			✓			6,88						6,88
1000-1100	✓				0,18				0,50			0,69
1100-1200			✓		0,12	2,77	2,39		0,35			5,64
1200-1300			✓			2,03	8,56		0,49			11,09
1300-1400					1,14	36,27	2,49					39,90

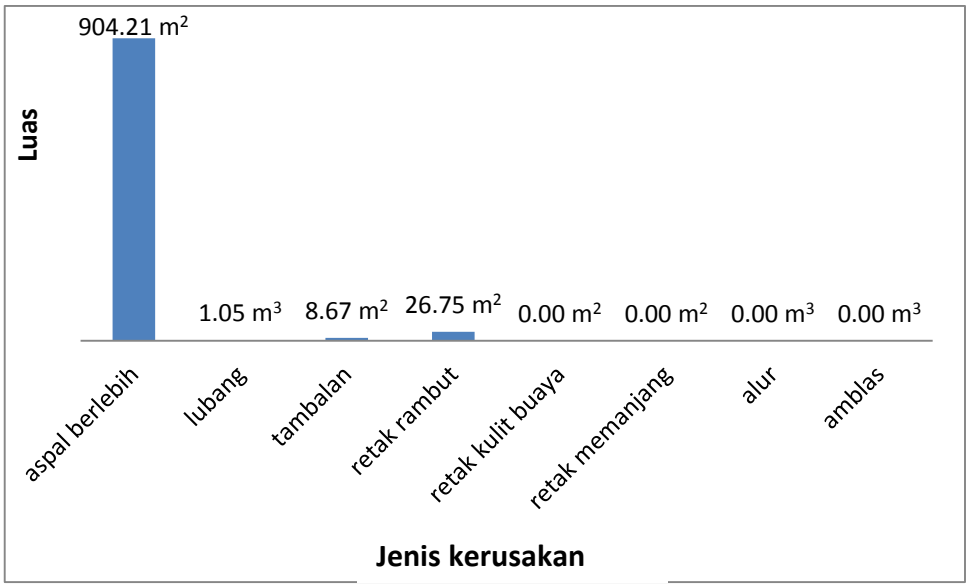
Lanjutan Tabel 5.2 Pengukuran Kerusakan Pada Ruas Jalan

Stasiun	Tipe Kerusakan											
	Kekasaran				Lubang (m^3)	Tambalan (m^2)	Retak (m^2)			Alur (m^3)	Amblas (m^3)	Jumlah per100 m
	P	F	H	D			R	KB	M			
1500-1600	✓				0,55	25,63	6,50		11,15			43,82
1600-1700						319,49	34,29	298,94	75,57			728,29
1700-1800					0,14	564,35		564,35				1128,84
1800-1900					0,23	298,81	177,68	125,69				602,42
1900-2000						151,79			39,68		8,11	199,58
Jumlah					3,42	1444,11	278,12	988,98	151,23		8,11	2873,96

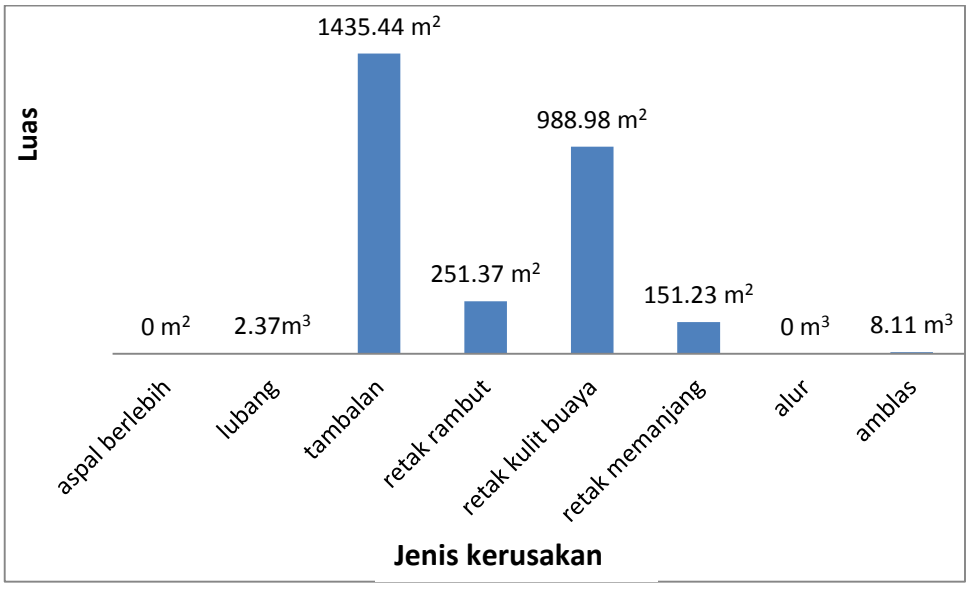
Keterangan Tabel 5.2

P = pelepasan butir
F = *fatty* (aspal berlebih)
H = *hungry* (kasar)
D = *disintrigation*
R = rambut
KB = kulit buaya
M = memanjang

Data yang tertera pada Tabel 5.2 di rekap menjadi 2 segmen, dimana lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.1 Grafik Kerusakan Jalan Sta. 0+000 – 1+000



Gambar 5.2 Grafik Kerusakan Jalan Sta. 1+000 – 2+000

5.1.3 Data Volume Lalulintas

Volume lalulintas adalah jumlah kendaraan yang lewat pada ruas jalan. Pada umumnya volume yang dipakai dalam penentuan tebal perkerasaan jalan adalah

lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan satuan kendaraan/hari. Data LHR jalan Kaliurang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY (lampiran 2). Data LHR jalan dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan 5.4 berikut.

Tabel 5.3 Data LHR Jalan Kaliurang Dari Arah Selatan

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
pukul	sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang dan roda tiga	sedan, jeep dan stasion wagon	opelet, pickup-opelet, sub urban, combi dan mini bus	pickup, micro truk dan mobil hantaran	bus kecil	bus besar	truk 2 sumbu	truk 3 sumbu	truk gandengan	truk semi trailer	kendaraan tidak bermotor	jumlah kendaraan/jam
06 – 07	1438	232	1	13			3	1			33	1721
07 – 08	1612	326	5	19		2	6			1	7	1978
08 – 09	1524	263	4	30		4	7	1			4	1837
09 – 10	1525	203	5	62			12			2	13	1822
10 – 11	1476	343	4	64			7	1		1	4	1900
11 – 12	1596	381	3	78		2	15			1	17	2093
12 – 13	1658	403	5	72			5				5	2148
13 – 14	1769	426	3	59			6				13	2276
14 – 15	1815	447	6	52			10				8	2338
15 – 16	2347	443	5	57		1	12				16	2881
16 – 17	3149	447	2	46	3		6				12	3665
17 – 18	3080	456	2	48		2	3				9	3600
18 – 19	2875	410	1	43			5				8	3342

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, DIY, 2015)

Lanjutan Tabel 5.3 Data LHR Jalan Kaliurang Dari Arah Selatan

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
pukul	sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang dan roda tiga	sedan, jeep dan stasion wagon	opelet, pickup-opelet, sub urban, combi dan mini bus	pickup, micro truk dan mobil hantaran	bus kecil	bus besar	truk 2 sumbu	truk 3 sumbu	truk gandengan	truk semi trailer	kendaraan tidak bermotor	jumlah kendaraan/jam
19 – 20	2183	325		35			3				4	2550
20 – 21	1536	198		21			2					1757
21 – 22	957	107		13								1077
22 – 23	523	45		7								575
23 – 24	210	18		4								232
24 – 01	95	7		2								104
01 – 02	25	2										27
02 – 03	31	3		3								37
03 – 04	29	3		3								35
04 – 05	78	9	1	5							2	95
05 – 06	295	25	2	7			2				3	334
jumlah	31826	5522	49	743	3	11	104	3	0	5	158	38424

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, DIY, 2015)

Tabel 5.4 Data LHR Jalan Kaliurang Dari Arah Utara

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8	
pukul	sepeda motor, sekuter, sepeda kumbang dan roda tiga	sedan, jeep dan stasion wagon	opelet, pickup-opelet, sub urban, combi dan mini bus	pickup, micro truk dan mobil hantaran	bus kecil	bus besar	truk 2 sumbu	truk 3 sumbu	truk gandengan	truk semi trailer	kendaraan tidak bermotor	jumlah kendaraan/jam
06 – 07	3550	630	4	21			3				52	4260
07 – 08	2750	441	4	25			12				51	3283
08 – 09	2340	456	5	48	1		23				23	2896
09 – 10	2800	402	3	63			17	1			8	3294
10 – 11	1880	470	3	60	1		12	1			17	2444
11 – 12	1800	515	4	73		5	9	2		1	3	2412
12 – 13	1000	274	3	68			11	1		1	1	1359
13 – 14	1850	445	3	60			16				8	2382
14 – 15	1795	450	2	101			20			1	31	2400
15 – 16	1875	465	2	57			9			1	6	2415
16 – 17	2460	405	2	46	3	1	7	1			16	2941
17 – 18	2125	377		33			13				19	2567
18 – 19	1800	312		19	1		6				8	2146
19 – 20	1150	198		9	2	2	4				3	1368
20 – 21	800	118		6		3	3				3	933
21 – 22	585	73		3			2				4	667
22 – 23	310	29		2			3					344
23 – 24	138	14		3			2					157
24 – 01	74	6		1			1					82
01 – 02	38	3					1					42
02 – 03	32	3		2			1					38
03 – 04	34	4	1	2			2					43
04 – 05	80	8	1	2			2				4	97
05 – 06	380	26	2	4			3				13	428
jumlah	31646	6124	39	708	8	11	182	6	0	4	270	38998

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, DIY, 2015)

5.1.4 Data Lendutan

Lendutan merupakan gerakan vertikal pada perkerasan lentur yang di uji menggunakan alat *benkelman beam* yang berfungsi menggambarkan kekuatan struktur perkerasan jalan. Data lendutan jalan Kaliurang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY (lampiran 3). Data lendutan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Data Lendutan Jalan Kaliurang

No	Stasiun	Hasil Pembacaan (mm)					Suhu Permukaan	Keterangan
		d1 (0m)	d2 (0.4m)	d3 (0.6m)	d4 (6m)	dMax		
1	0 + 000	0	30,00	45,00	61,00		31	KIRI
2	0 + 000	0	27,00	38,00	41,00		31	KANAN
3	0 + 200	0	27,00	42,00	68,00		31	KIRI
4	0 + 200	0	28,00	39,00	43,00		31	KANAN
5	0 + 400	0	25,00	40,00	67,00		31	KIRI
6	0 + 400	0	39,00	41,00	44,00		31	KANAN
7	0 + 600	0	24,00	39,00	62,00		31	KIRI
8	0 + 600	0	24,00	35,00	39,00		31	KANAN
9	0 + 800	0	23,00	38,00	55,00		31	KIRI
10	0 + 800	0	21,00	32,00	35,00		31	KANAN
11	1 + 000	0	19,00	34,00	61,00		31	KIRI
12	1 + 000	0	34,00	42,00	46,00		31	KANAN
13	1 + 200	0	20,00	35,00	55,00		31	KIRI
14	1 + 200	0	23,00	34,00	39,00		31	KANAN
15	1 + 400	0	18,00	33,00	53,00		31	KIRI
16	1 + 400	0	20,00	31,00	35,00		31	KANAN
17	1 + 600	0	43,00	58,00	72,00		31	KIRI
18	1 + 600	0	31,00	42,00	46,00		31	KANAN
19	1 + 800	0	39,00	54,00	67,00		31	KIRI
20	1 + 800	0	32,00	43,00	47,00		31	KANAN

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, DIY, 2015)

5.1.5 Data Ketidakrataan Permukaan Jalan

Ketidakrataan jalan dinyatakan dalam nilai IRI (*International Roughness Index*) dan disurvei menggunakan alat NAASRA. Data ketidakrataan jalan Kaliurang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY (lampiran 4). Data ketidakrataan jalan dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Data Ketidakrataan Permukaan Jalan Kaliurang

No	Stasiun	IRI
1	0 + 000 – 1 + 000	2,11
2	1 + 000 – 2 + 000	2,13

(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, DIY, 2015)

5.2 Analisis dan Pembahasan

Analisis dilakukan dengan pembagian menjadi segmen pada lokasi penelitian untuk mendapatkan hasil rekomendasi yang berbeda. Pada setiap segmen mempunyai panjang 1000 m.

5.2.1 Metode Lendutan

Metode lendutan bertujuan untuk mengetahui besar lendutan balik maksimum dari data survei yang dilakukan menggunakan alat *benkelman beam.* Dalam melakukan analisis data dibagi menjadi 2 segmen, tiap satu segmen adalah 1000 meter. Adapun analisis menggunakan metode lendutan adalah sebagai berikut.

1. Lendutan Balik

   Dari data yang disajikan pada Tabel 5.5 dapat dicari nilai lendutan balik maksimum dengan menggunakan Persamaan 3.1. Pengambilan data yang dilakukan pada saat musim hujan dengan temperatur permukaan (T_P) 31^0 dan temperatur udara (T_U) 29^0, maka nilai koreksi musim (Ca) dipakai sebesar 0,9. Nilai faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standart (Ft) dapat dilihat pada Persamaan 3.2 (tebal H1 < 10 cm) dan 3.3 (tebal H1 > 10 cm). Dari data yang disajikan pada Tabel 5.1 tebal perkerasan >10 cm dan menggunakan Persamaan 3.3. Temperatur tebal lapis beraspal (T_L) dapat dilihat pada Persamaan 3.4, untuk mengetauhi temperatur tengah (T_T) dan temperatur bawah (T_B) dapat dilihat

pada Tabel 3.1. Koreksi beban (F_k) dapat menggunakan Persamaan 3.5 (beban uji 10 ton). Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini.

Stasiun 0+000 (kanan)

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

$= 1/3 (31 + 30 + 27,70) = 29,57^0$

$Ft = 14,785 \times T_L^{-0,7573}$

$= 14,785 \times (29,57^0)^{-0,7573} = 1,13^0$

F_k = 77, 343 x (Beban Uji dalam ton)$^{(-2,0715)}$

$= 77, 343 \times (10 \text{ ton})^{(-2,0715)}$

$= 0,66$ ton

$d_B = 2 \times (d_4 - d_1) \times Ft \times Ca \times F_k$

$= 2 \times (41-0) \times 1,13 \times 0,9 \times 0,66$

$= 55,07$ mm

Untuk hasil perhitungan lendutan balik pada stasiun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Lendutan Balik Stasiun 0+000 – 1+000

No	Stasiun	Ft (^{0}C)	Ca	F_k (ton)	d_B (mm)	d_B^2 (mm)
1	0 + 000	1,13	0,9	0,66	81,94	6714,48
2	0 + 000	1,13	0,9	0,66	55,07	3003,33
3	0 + 200	1,13	0,9	0,66	91,34	8343,92
4	0 + 200	1,13	0,9	0,66	57,76	3336,49
5	0 + 400	1,13	0,9	0,66	90.00	8100,32
6	0 + 400	1,13	0,9	0,66	59,11	3493,48
7	0 + 600	1,13	0,9	0,66	83,28	6936,43
8	0 + 600	1,13	0,9	0,66	52,39	2744,62
9	0 + 800	1,13	0,9	0,66	73,88	5458,56
10	0 + 800	1,13	0,9	0,66	47,02	2210,49
Jumlah					691,80	50372,10

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Lendutan Balik Stasiun 1+000 – 2+000

No	Stasiun	Ft (^{0}C)	Ca	F_k (ton)	d_B (mm)	d_B^2 (mm)
11	1 + 000	1,13	0,9	0,66	81,94	6714,48
12	1 + 000	1,13	0,9	0,66	61,79	3818,28
13	1 + 200	1,13	0,9	0,66	73,88	5458,56
14	1 + 200	1,13	0,9	0,66	52,39	2744,62
15	1 + 400	1,13	0,9	0,66	71,19	5068,79
16	1 + 400	1,13	0,9	0,66	47,06	2210,49
17	1 + 600	1,13	0,9	0,66	96,72	9354,43
18	1 + 600	1,13	0,9	0,66	61,79	3818,28
19	1 + 800	1,13	0,9	0,66	90,00	8100,32
20	1 + 800	1,13	0,9	0,66	63,14	3986,10
Jumlah					699,86	51274,34

2. Keseragaman Lendutan

Faktor keseragaman yang diijinkan 0% - 10% dikatakan sangat baik, 11% - 20% baik, dan 21% - 30% cukup baik. Faktor keseragaman (FK) dapat dilihat pada Persamaan 3.6, untuk lendutan rat-rata pada suatu seksi jalan (d_R) dapat dilihat pada Persamaan 3.7. Nilai deviasi standar (s) dapat dilihat pada persamaan 3.8 dan untuk mengetauhi jumlah lendutan baliknya terdapat pada Tabel 5.7 dan 5.8. Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini.

Stasiun 0+000 – 0+800

$$dR = \frac{\sum_1^{ns} d}{ns}$$

$$= \frac{691{,}80}{10} = 69{,}18 \text{ mm}$$

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

$$= \sqrt{\frac{2(50372{,}10) - (691{,}80)^2}{10(10-1)}} = 16{,}71 \text{ mm}$$

$$FK = \frac{s}{dR} \text{ x } 100\% < \text{FK Ijin}$$

$= \frac{16,71}{69,18}$ x 100% = 24,15 % (Cukup Baik)

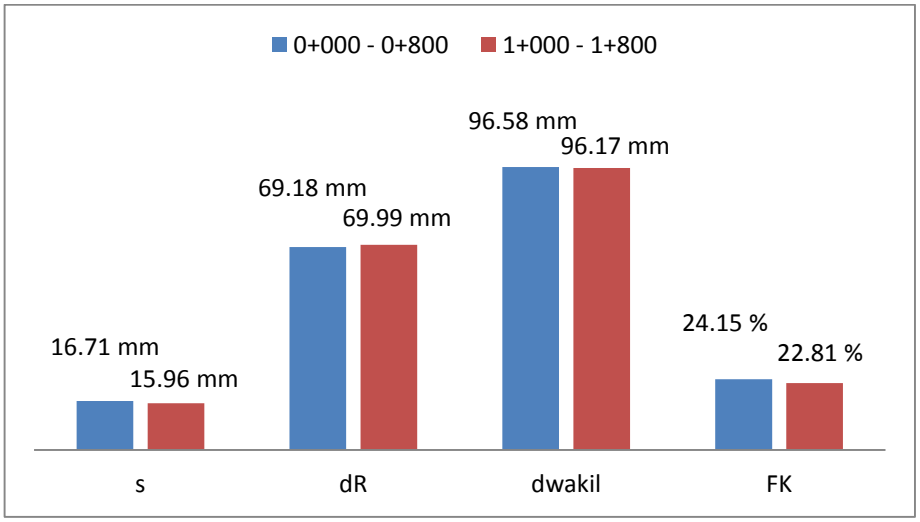
3. Lendutan Wakil

Lendutan wakil dibagi sesuai jenis jalan, untuk jalan arteri/tol menggunakan Persamaan 3.9, jalan kolektor menggunakan Persamaan 3.10, dan jalan lokal menggunakan Persamaan 3.11 Lokasi penelitian termasuk dalam jalan kolektor dan menggunakan Persamaan 3.10. Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan di bawah ini.

D_{wakil} $= d_R + 1,64s$

$= 69,18 + 1,64 \times 16,71 = 96,58$ mm

Untuk hasil perhitungan keseragaman lendutan dan lendutan wakil pada stasiun selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5.3 Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil

Pada hasil perhitungan lendutan terkoreksi diatas dianggap nilai terlalu besar. Pemicu lendutan yang didapatkan dari analisis data adalah 96,58 mm, dengan anggapan waktu pengambilan data menggunakan truk tidak standar. Untuk itu perlu dilakukan koreksi truk standar menggunakan Persamaan 3.6. Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini.

Stasiun 0+000 (kanan)

$y = 0{,}2303x^{1.2661} = 0{,}2303 \times 55{,}07^{1.2661} = 36{,}86$ mm

Untuk perhitungan koreksi truk standar pada stasiun selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 berikut.

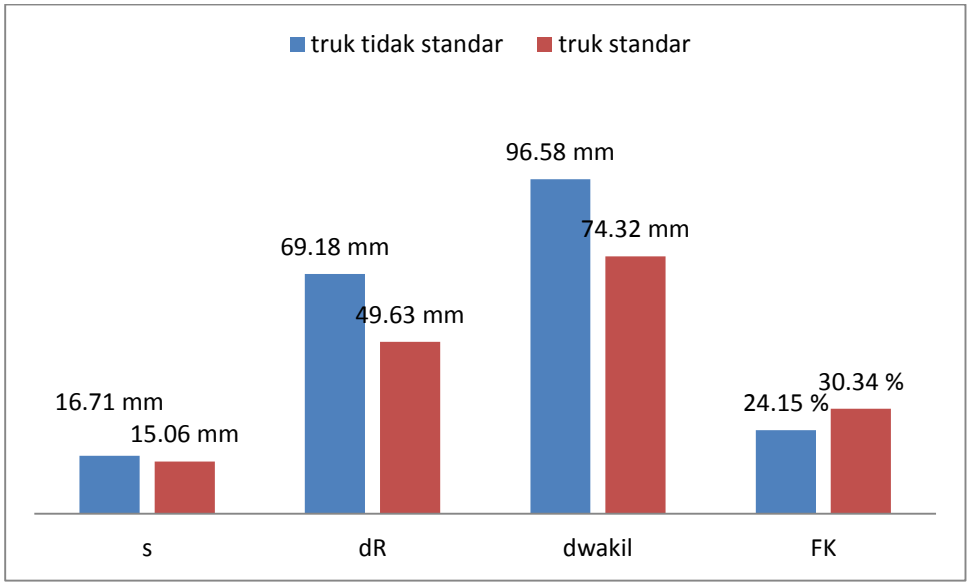
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Lendutan Balik Koreksi Stasiun 0+000 – 1+000

No	Stasiun	d_B (mm)	d_B^2 (mm)
1	0 + 000	60,95	3715,08
2	0 + 000	36,85	1358,46
3	0 + 200	69,94	4891,42
4	0 + 200	39,15	1532,58
5	0 + 400	68,64	4711,32
6	0 + 400	40,30	1624,45
7	0 + 600	62,22	3871,24
8	0 + 600	34,60	1196,88
9	0 + 800	53,46	2858,26
10	0 + 800	30,17	910,01
Jumlah		496,28	26669,69

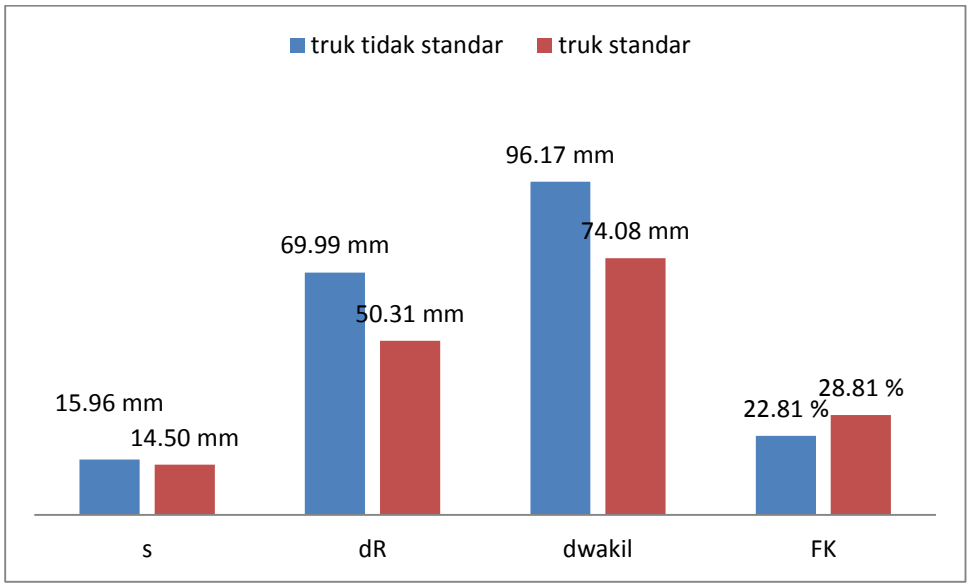
Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Lendutan Balik Koreksi Stasiun 1+000 – 2+000

No	Stasiun	d_B (mm)	d_B^2 (mm)
11	1 + 000	60,95	3715,08
12	1 + 000	42,64	1817,99
13	1 + 200	53,46	2858,26
14	1 + 200	34,60	1196,87
15	1 + 400	51,01	2602,36
16	1 + 400	30,17	910,01
17	1 + 600	75,19	5653,18
18	1 + 600	42,64	1817,99
19	1 + 800	68,64	4711,32
20	1 + 800	43,81	1919,74
Jumlah		503,11	27202,80

Untuk perhitungan nilai standar deviasi, lendutan rata-rata, faktor keseragaman lendutan, dan lendutan wakil dapat dilihat pada Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5.4 Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil Koreksi Sta. 0+000 – 1+000



Gambar 5.5 Hasil Perhitungan Keseragaman Lendutan dan Lendutan Wakil Koreksi Sta. 1+000 – 2+000

Nilai lendutan wakil setelah dikoreksi pada ruas jalan Kaliurang Km. 10 – 12 mempunyai hasil yang berbeda. Nilai lendutan wakil pada segmen 0+000 – 1+000 yang awalnya 96,58 mm menjadi 74,32 mm, pada segmen 1+000 – 2+000 yang

awalnya 96,17 mm menjadi 74,08 mm. Faktor keseragaman yang diperoleh pada segemen 0+000 - 1+000 yang awalnya 24,15 % menjadi 30,34 % dan pada segmen 1+000 – 2+000 yang awalnya 22,81 % menjadi 28,81 %. Nilai faktor keseragaman lendutan pada ruas jalan Kaliurang Km. 10 – 12 dikategorikan cukup baik. Hal itu dikarenakan hasil yang didapatkan yaitu 30,34% dan 28,81% masuk dalam kategori 21% - 30% (cukup baik).

Nilai lendutan balik maksimum yang dilihat dari koreksi teknis (truk standart) masih mempunyai nilai yang tinggi. Hal ini dikarenakan data awal lendutan (Tabel 5.5) sudah terbilang tinggi yang dapat dipengaruhi dari kondisi perkerasannya baik secara fungsional (Tabel 5.2) dan struktural (Tabel 5.1). Nilai lendutan yang tinggi pada umumnya dikategorikan buruk, berbanding terbalik dengan nilai IRI (Tabel 5.6) yang dikategorikan baik. Data lendutan dapat dikorelasikan dengan data *core sample* (Tabel 5.1) yang dapat menggambarkan kondisi yang membuat nilai lendutan itu tinggi. Dari data pada Tabel 5.1 dapat digambarkan kondisi perkerasan mempunyai ketebalan yang berbeda. Hal itu dapat diakibatkan oleh tinggi tanah dasarnya yang berbeda, adanya pelebaran jalan atau overlay yang berulang-ulang. Dari data tersebut dapat dikorelasikan bahwa pada titik yang mempunyai nilai lendutan tinggi ketebalan perkerasannya kecil (tipis) dan pada titik yang mempunyai nilai lendutan kecil ketebalan perkerasannya besar (tebal). Pada titik yang terdapat di sta. 0+800 mempunyai ketebalan perkerasan yang besar (tebal) tetapi nilai lendutannya besar, hal itu dapat dikarenakan adanya kerusakan pada permukaan perkerasan berupa tambalan.

5.2.2 Ketidakrataan Jalan

Nilai ketidakrataan jalan (IRI) di kelompokkan menjadi empat bagian sesuai dengan kondisi kontruksi jalan yang dapat dilihat pada Tabel 3.2. Dari data yg disajikan pada Tabel 5.6 dapat dikelompokkan sesuai dengan kondisi kontruksi jalan yang dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Penentuan Kondisi Ruas Jalan

No	Stasiun	IRI	Kondisi Jalan
1	0 + 000 – 1 + 000	2,11	Baik
2	1 + 000 – 2 + 000	2,13	Baik

Nilai IRI pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Energi Sumber Daya Mineral daerah DIY sudah merupakan hasil akhir. Dari hasil tersebut tinggal dikategorikan sesuai dengan acuan yang terdapat pada Tabel 3.2. Nilai IRI yang didapat pada stasiun 0+000 – 1+000 yaitu 2,11 dan stasiun 1+000 – 2+000 yaitu 2,13. Nilai IRI dikategorikan baik, dikarenakan dua nilai yang didapat < 4. Nilai IRI menunjukan pelayanan jalan yang berupa ketidakrataan jalan, semakin besar nilai IRI yang didapatkan maka jalan tersebut semakin tidak rata.

5.2.3 Kerusakan Jalan

Dari data yang disajikan pada Tabel dapat dicari persentase kerusakan dengan menggukan Persamaan 3.12. Persentase kerusakan ditinjau dalam 4 bagian dari estimasi peninjauan kerusakan di lapangan yaitu kerusakan seluruh, kerusakan memerlukan *heavy patching*, kerusakan alur, dan kerusakan serius. Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

Stasiun 0+000 – 1+000

$$\text{Kerusakan Seluruh} = \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \text{x } 100\ \%$$

$$= \frac{36{,}46}{8000} \text{x } 100\% = 0{,}5\ \%$$

$$\text{Kerusakan } \textit{heavy patching} = \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \text{x } 100\ \%$$

$$= \frac{36{,}46}{8000} \text{x } 100\ \% = 0{,}5\ \%$$

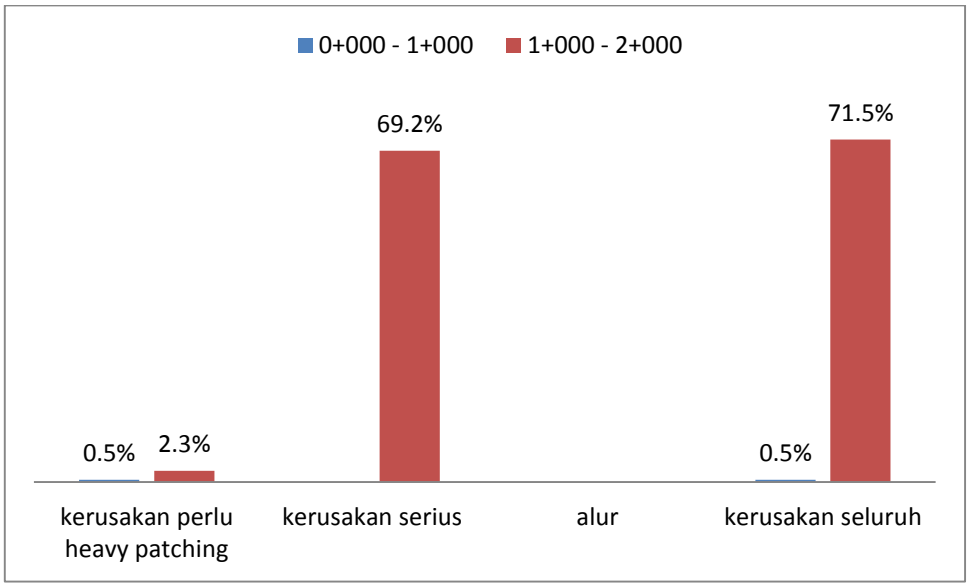
$$\text{Kerusakan Serius} = \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \text{x } 100\ \%$$

$$= \frac{0}{8000} \text{x } 100\% = 0\ \%$$

$$\text{Kerusakan Alur} = \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Total Area}} \text{x } 100\ \%$$

$$= \frac{0}{8000} \text{x } 100\% = 0\ \%$$

Untuk hasil perhitungan persentase kerusakan pada stasiun selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Hasil Perhitungan Persentase Kerusakan

Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 cukup beragam, retak kulit buaya merupakan kerusakan yang cukup banyak terdapat pada stasiun 1+000 – 2+000. Persentase kerusakan yang terdapat pada stasiun 0+000 – 1+000 yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* dan kerusakan seluruh sama-sama mempunyai hasil 0,5 %. Pada segmen 1+000 – 2+000 hasil yang didapat yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* 2,3 %, kerusakan serius 69,2 %, kerusakan seluruh 71,5 %.

5.2.4 Lalu Lintas

Dari data yang disajikan Tabel dapat dicari nilai beban sumbu standar kumulatif menggunakan Persamaan 3.14, dan 3.15. Klasifikasi kendaraan dan nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*) pada Tabel 3.4 merupakan faktor perusak yang dinyatakan dalam angka. Jalan pada lokasi penelitian termasuk dalam kategori jalan kolektor, sesuai dengan Tabel 3.3. Maka faktor pertumbuhan lalu lintas (i) dalam rentang waktu 2011 – 2020 adalah 3,5 %. Untuk mencari nilai faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R) menggunakan persamaan 3.13, dimana umur rencana (UR) adalah 10 tahun. Perhitungan dapat dilihat pada penjelasan berikut.

Golongan 5b ruas jalan Kaliurang arah selatan

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

$$R = \frac{(1+0{,}01x3{,}5)^{10}-1}{0{,}01x3{,}5} = 11{,}7314$$

ESA = (∑Jenis Kendaraan LHR x VDF)

ESA_4 = 11 x 1 = 11

ESA_5 = 11 x 1 = 11

CESA = ESA x 365 x R

$CESA_4$ = 11 x 365 x 11,7314 = 47101,5435

$CESA_5$ = 11 x 365 x 11,7314 = 47101,5435

Untuk hasil perhitungan beban sumbu standar komulatif pada golongan kendaraan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 5.12 dan 5.13 berikut.

Tabel 5.12 Beban Sumbu Standar Kumulatif Ruas Jalan Kaliurang Arah Selatan

Golongan	LHR	VDF_4	VDF_5	ESA_4	ESA_5	$CESA_4$	$CESA_5$
1	31826			31826	31826	136277611,336	136277611,3362
2	5522			5522	5522	23644974,857	23644974,8570
3	49			49	49	209815,9667	209815,9667
4	743			743	743	3181495,1682	3181495,1682
5a	3	0,3	0,2	1	0,6	3853,7627	2569,1751
5b	11	1	1	11	11,0	47101,5435	47101,5435
6	104	0,8	0,8	83	83,2	356258,9475	356258,9475
7a	3	7,6	11,2	23	33,6	97628,6539	143873,8057
7b	0	36,9	90,4	0	0	0,0000	0,0000
7c	5	13,6	24	68	120,0	291173,1782	513835,0204
8	158			158	158	676549,4436	676549,4436
jumlah				38484	38546,4	164786462,9	165054085,3

Tabel 5.13 Beban Sumbu Standar Kumulatif Ruas Jalan Kaliurang Arah Utara

Golongan	LHR	VDF_4	VDF_5	ESA_4	ESA_5	$CESA_4$	$CESA_5$
1	31646			31646	31646	135506858,8056	135506858,8056
2	6124			6124	6124	26222713,8762	26222713,8762
3	39			39	39	166996,3816	166996,3816
4	708			708	708	3031626,6206	3031626,6206

Lanjutan Tabel 5.13 Beban Sumbu Standar Kumulatif Ruas Jalan Kaliurang – Yogyakarta

Golongan	LHR	VDF_4	VDF_5	ESA_4	ESA_5	$CESA_4$	$CESA_5$
5a	8	0,3	0.2	2	1.6	10276,7004	6851,1336
5b	11	1	1	11	11.0	47101,5435	47101,5435
6	182	0,8	0,8	146	145,6	623453,1581	623453,1581
7a	6	7,6	11,2	46	67,2	195257,3078	287747,6114
7b	0	36,9	90,4	0	0	0,0000	0,0000
7c	4	13,6	24	54	96,0	232938,5426	411068,0163
8	270			270	270	1156128,7960	1156128,7960
jumlah				39046	39108,4	167193351,7	167460545,9

Tabel 5.14 Rekapitulasi LHR, ESA_4, dan ESA_5

Lajur dari arah	kendaraan/hari	ESA_4	ESA_5
Yogyakarta - Kaliurang	38424	38484	38546,4
Kaliurang - Yogyakarta	38998	39046	39108,4
jumlah	77422	77530	77654,8

Ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 di kategorikan jalan kolektor, status jalan tersebut menjadikan jalan Kaliurang dilalui banyak kendaraan. Faktor pertumbuhan untuk kategori jalan kolektor pada tahun 2011 – 2020 adalah 3,5%. Pada tahun 2015 tercatat volume lalu-lintas harian rerata kumulatif adalah 77422 kend/hari. Perhitungan beban sumbu standar kumulatif pada perkerasan berpenutup (ESA_5) didapatkan 77654,8. Sesuai kriteria yang disebutkan pada pedoman Bina Marga 2013 bagian 2 Rehabilitasi Perkerasan bahwa ESA_5 untuk beban lalu-lintas < 1 juta kend/hari maka rokemendasi penanganan digunakan Tabel 3.10.

5.2.5 Level Desain dan Pemicu Penanganan

1. Tahap Analisis dan Penanganan Perkerasan

   Besarnya tahap desain yang dianalisis dapat dilihat pada Tabel 3.5, dimana dalam penelitian masih dipilih penanganan yang dilakukan secara tahap desain atau tingkat proyek. Pengujian yang dilakukan dengan interval pendek untuk segmen-segmen yang seragam.

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. Dalam analisis perhitungan ESA_5, didapatkan kumulatif dari kedua lajur adalah 77654,8 ESA_5 yang artinya kurang dari setengah juta ESA_5. Maka umur rencana perkerasan lentur adalah 10 tahun, dan pemicu tahap perencanaan pemograman adalah IRI dan visual.

3. Pemicu Ketidakrataan Untuk *Overlay* dan Rekontruksi

   Pemicu ketidakrataan (IRI) pada Tabel 3.8 dilihat dari jumlah kendaraan/jam untuk ruas jalan yang di tinjau pada jam puncak. Jumlah kendaraan pada jam puncak dapat dilihat pada Tabel 5.3 dan Tabel 5.4. Jumlah kendaraan yang

didapatkan pada jam puncak kumulatif adalah 6238 kend/jam yang artinya >500 – 7500, maka Pemicu IRI 1 digunakan 6,25, pemicu IRI 2 adalah 8 dan Pemicu IRI 3 digunakan 6,25.

4. Lendutan Pemicu Untuk Lapis Tambah dan Rekontruksi

   Lendutan pemicu pada Tabel 3.9 dilihat dari jumlah lalu lintas tertinggi dari salah satu lajur yang ditinjau untuk 10 tahun. Jumlah lalu lintas tertinggi didapatkan pada ruas arah Kaliurang – Yogyakarta dapat dilihat pada Tabel 5.4. Hasil dari jumlah lalu lintas dikalikan hari dalam 10 tahun adalah 140790240 ESA/lajur yang artinya masuk dalam nilai 100 – 200 juta ESA/lajur. Untuk itu jenis lapisan perkerasan adalah AC/perkerasan kaku, lendutan pemicu 1 > 0,75, dan lendutan pemicu 2 adalah 0,9.

5. Pemicu Kondisi

   Pemicu kondisi yang merupakan perhitungan presentase kerusakan pada ruas jalan yang ditinjau. pada analisis kerusakan jalan yang telah disebutkan diatas. Persentase kerusakan yang terdapat pada stasiun 0+000 – 1+000 yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* dan kerusakan seluruh sama-sama mempunyai hasil 0,5 %. Pada stasiun 1+000 – 2+000 hasil yang didapat yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* 2,3 %, kerusakan serius 69,2 %, kerusakan seluruh 71,5 %.

6. Pemilihan Jenis Penanganan

   Pemilihan jenis penaganan ditentukan dari korelasi semua pemicu penanganan dengan besar lalu lintas kumulatif sesuai umur rencana. Pada level desain dan pemicu diatas telah disebutkan lalu-lintas kumulatif < 1 juta ESA_5, maka digunakan Tabel 3.10 untuk menentukan rokemendasi penanganan. Adapun jenis rekomendasi yang diperoleh tampak pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5.15 Jenis Rekomendasi Penanganan Stasiun 0+000 – 1+000

Stasiun 0+000 – 1+000								
Pemicu	Acuan	Analisis	Pemeliharaan Rutin	*Heavy Patching*	Kupas dan Ganti	*Overlay*	Rekonstruksi	Daur Ulang
Lendutan 1	>0.75	74,32						
Lendutan 2	0,9	74,32		✓			✓	✓
IRI 1	6,25	2,11	✓			×		
IRI 2	8	2,11						
IRI 3	6,25	2,11						
Kerusakan Serius	<5%	0%	✓					
Perlu Heavy Patching	<30%	0,5%		✓				
	>30%						×	×
Tebal lapisan aspal	< 10cm	16,50						
	> 10cm						×	✓
Alur dan Retak	Cukup dalam dan parah	Retak rambut		×	×			

Tabel 5.16 Jenis Rekomendasi Penanganan Stasiun 1+200 – 2+000

Stasiun 1+000 – 2+000								
Pemicu	Acuan	Analisis	Pemeliharaan Rutin	*Heavy Patching*	Kupas dan Ganti	*Overlay*	Rekonstruksi	Daur Ulang
Lendutan 1	>0.75	74,08						
Lendutan 2	0,9	74,08		✓			✓	✓

Lanjutan Tabel 5.16 Jenis Rekomendasi Penanganan Stasiun 1+000 – 2+000

Stasiun 1+000 – 2+000								
Pemicu	Acuan	Analisis	Pemeliharaan Rutin	*Heavy Patching*	Kupas dan Ganti	*Overlay*	Rekonstruksi	Daur Ulang
Lendutan 1	>0.75	74,08						
Lendutan 2	0,9	74,08		✓			✓	✓
IRI 1	6,25	2,11	✓			×		
IRI 2	8	2,11						
IRI 3	6,25	2,11						
Kerusakan Serius	<5%	69,2%	×					
Perlu Heavy Patching	<30%	2,3%		✓			×	×
	>30%							
Tebal lapisan aspal	< 10cm	13,01					×	
	> 10cm							✓
Alur dan Retak	Cukup dalam dan parah	-		✓	✓			

Pembacaan pada Tabel 5.15 – 5.16 dilakukan dengan meninjau acuan di tiap-tiap rokemendasi penanganan (Tabel 3.10) dengan hasil perhitungan sesuai atau tidak. Apabila sesuai ditandai dengan (✓), tidak sesuai ditandai dengan (✗). Setiap rokemendasi penangan yang semua acuannya sesuai dapat dijadikan rokemendasi penanganan.

Rokemendasi penanganan pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 dibagi menjadi 2 segmen dengan panjang masing-masing 1000 m. Hasil yang didapatkan pada segmen 1 yang jenis rokemendasinya seragam berupa pemeliharaan rutin yaitu sepanjang stasiun 0+000 – 1+000. Hasil yang didapatkan sepanjang stasiun 1+000 – 2+000 ada 2 jenis rokemendasi yaitu *heavy patching* dan kupas ganti material. Perbedaan rokemendasi ini disebabkan oleh kondisi eksisting pada tiap segmen tidak sama. Rokemandasi pemeliharaan rutin mempunyai acuan yaitu nilai IRI di bawah pemicu IRI 1, luas kerusakan serius < 5% terhadap total area. Rokemendasi *heavy patching* mempunyai acuan Lendutan melebihi Pemicu l Lendutan 2 atau permukaan rusak parah dan luas area dari seluruh segmen jalan yang membutuhkan *heavy patching* lebih dari 30% total area. Rokemendasi kupas dan ganti material mempunyai acuan perkerasan eksisting memiliki alur cukup dalam dan retak cukup parah.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di lapangan serta hasil dari pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian yang ada, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Rata-rata nilai lendutan wakil pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 cukup besar. Pada segmen 1 atau stasiun 0+000 – 1+000 nilai lendutan wakil sebesar 74,32 mm. Pada segmen 2 atau stasiun 1+000 – 2+000 nilai lendutan wakil sebesar 74,08 mm. Kinerja perkerasan pada ruas jalan tersebut dikatakan cukup baik dikarenakan nilai faktor keseragaman (FK) berkisar 28,81 % – 30,34 %.
2. Nilai IRI (international roughness index) ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 yaitu pada stasiun 0+000 – 1+000 dengan nilai 2,11, stasiun 1+000 – 2+000 dengan nilai 2,13. Hal ini menyatakan ruas jalan tersebut dikategorikan baik.
3. Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 cukup banyak dan cukup parah. Kerusakan terbesar pada jalan tersebut adalah retak kulit buaya 863,289 m^2, tambalan 883,844 m^2 pada stasiun 1+600 – 1+800. Persentase kerusakan yang terdapat pada stasiun 0+000 – 1+000 yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* dan kerusakan seluruh sama-sama mempunyai hasil 0,5 %. Pada stasiun 1+000 – 2+000 hasil yang didapat yaitu kerusakan memerlukan *heavy patching* 2,3 %, kerusakan serius 69,2 %, kerusakan seluruh 71,5 %.
4. Rekomendasi penanganan pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12 untuk stasiun 0+000 – 1+000 yaitu pemeliharaan rutin. Rekomendasi penanganan untuk stasiun 1+000 – 2+000 dipilih kupas ganti material dikarenakan memiliki retak cukup parah dan luas.

6.2 SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di lapangan serta hasil dari pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian yang ada, dapat diambil beberapa saran sebagai berikut.

1. Kerusakan yang terjadi dapat ditangani secara dini sehingga tidak menimbulkan kerusakan semakin parah. Kerusakan awal yang terjadi apabila tidak cepat ditangani akan melebar pada bagian lain.
2. Untuk mempermudah pemeliharaan pada ruas jalan Kaliurang km. 10 – 12, instansi yang berwenang hendaknya membuat semacam riwayat jalan tersebut agar tiap segmen dapat diatasi dengan baik. Pemeliharaan bisa dilakukan secara teratur untuk meningkatkan struktur dan fungsional jalan, agar para pengguna jalan tetap aman dan nyaman saat melintasi jalan tersebut.
3. Untuk menghindari keliruan dalam analisis, lebih baik data yang digunakan merupakan data yang diambil dari pengujian langsung.

DAFTAR PUSTAKA

Aji, A. H. F. 2015. Evaluasi Struktural Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga 2013. *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil.* Vol.22 No.2. Bandung.

Bina Marga. 1994. *Cara Uji Kerataan Permukaan Perkerasan Jalan dengan Alat Ukur Kerataan NAASRA*, Penerbit Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Bina Marga. 2005. *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan*. Penerbit Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Bina Marga. 2011. *Cara Uji lendutan Perkerasan Lentur Dengan Alat Benkelman Beam*, Penerbit Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Bina Marga, 2013, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Penerbit Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Harahap, A. R. 2012. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Tambahan (Overlay) dengan Metode Bina Marga 2005 dan Asphalt Institute (MS-17) 2000. *Tugas Akhir.* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

Kurniawan, A.S. 2017. Evaluasi Perkembangan Jalan Lintas Timur Provinsi Lampung. *Tugas Akhir*. (Diterbitkan). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Manurung, M. A. 2010. Evaluasi Tingkat Kerusakan Sebagai Dasar Penentuan Perbaikan Jalan. *Tugas Akhir*. (Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan.

Pedoman Kontruksi dan Bangunan. 2004. *Survai Pencacahan Lalulintas Dengan Cara Manual*. Penerbit Bina Marga. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.

Peraturan Menteri PU. 2011. *Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*. Penerbit Bina Marga. Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga.

Siahaan, D. A., 2014. Analisis Perbandingan Nilai IRI Berdasarkan Variasi Rentang Pembacaan NAASRA, *Tugas Akhir*. (Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan.

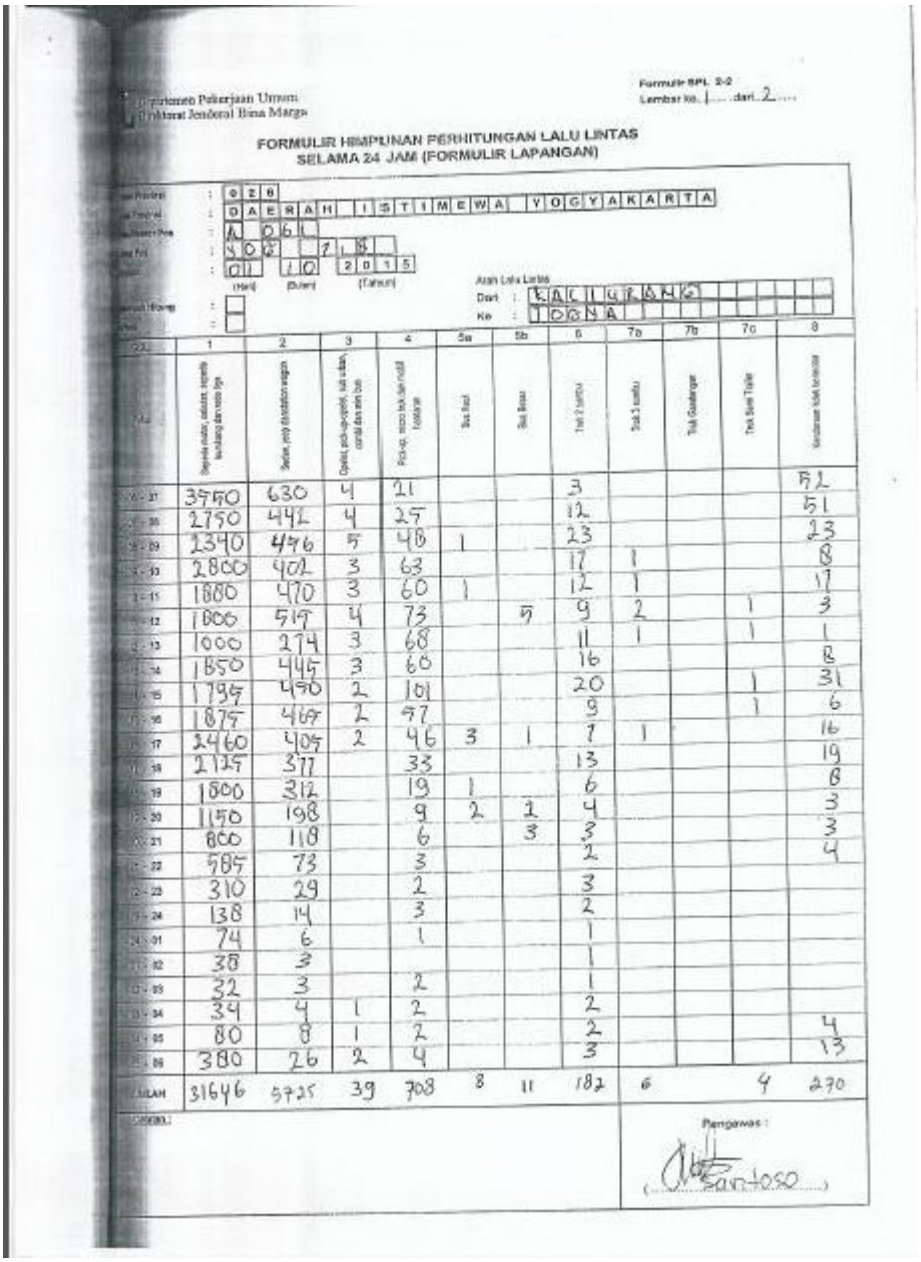
Sukirman, S. 1992. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung.

Suriyatno. 2015. Analisis Tebal Lapis Tambah dan Umur Sisa Perkerasan Akibat Beban Berlebihan Kendaraan. *Tugas Akhir. (Diterbitkan).* Universitas Andalas. Pekanbaru.

Vernandest, E. 2014. Evaluasi Kondisi Perkerasan Ruas Jalan Pakem Prambanan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1. 1-2 Data LHR Ruas Jalan Kaliurang Arah Utara



Formulir SPL 2-2
Lembar ke. 1 dari 2

Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jenderal Bina Marga

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

: 026
: DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA
: A 061
: 4 0 8 7 1 8
: 01 (Hari) 10 (Bulan) 2015 (Tahun)
Arah Lalu Lintas
Dari : KALIURANG
Ke : TOGNA

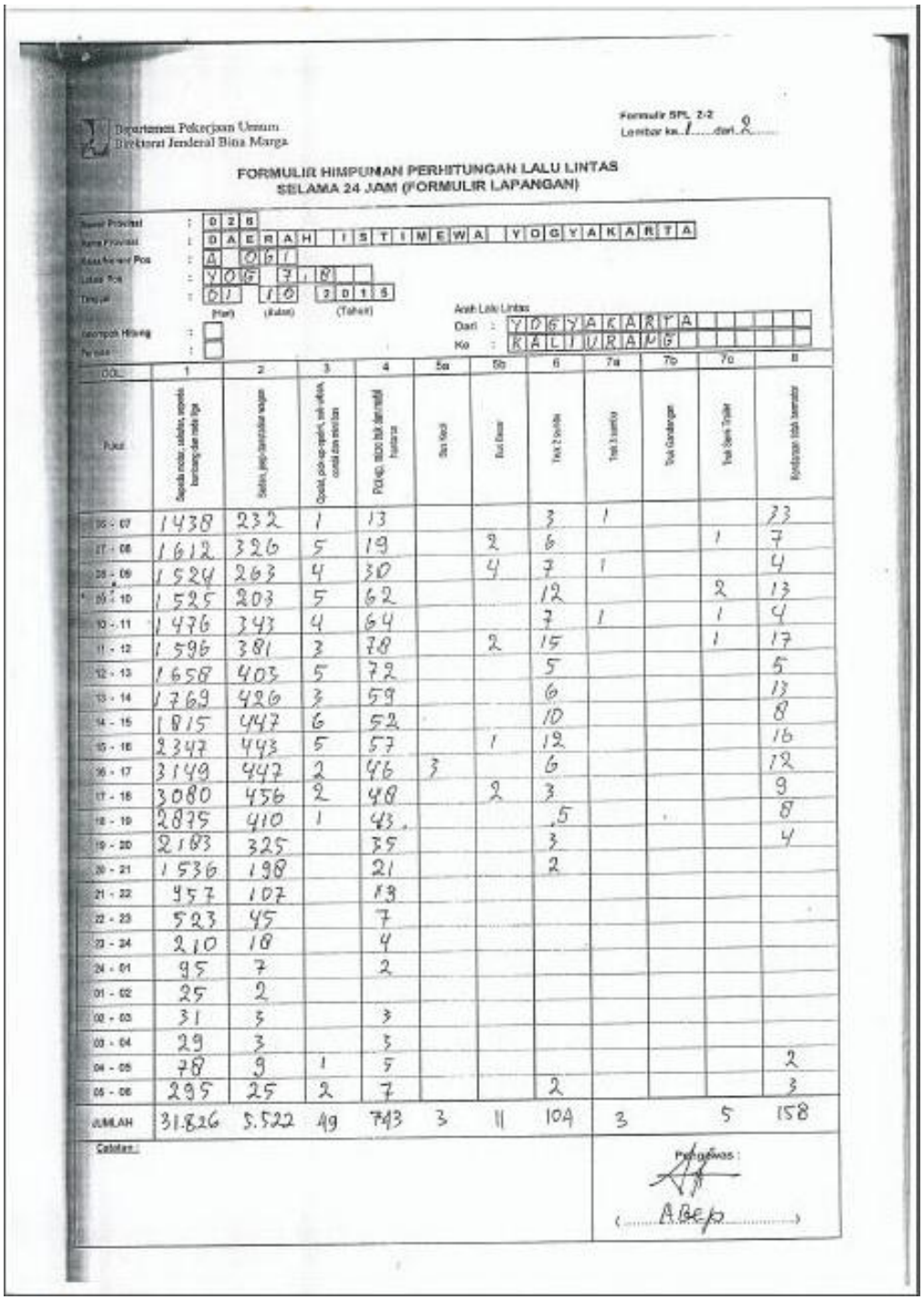
Jam	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
0 - 01	3790	630	4	21			3				51
1 - 02	2750	442	4	25			12				51
2 - 03	2390	476	5	48	1		23				23
3 - 04	2800	402	3	63			17	1			8
4 - 05	1880	470	3	60	1		12	1			17
5 - 06	1800	519	4	73		5	9	2		1	3
6 - 07	1000	274	3	68			11	1		1	1
7 - 08	1850	445	3	60			16				8
8 - 09	1795	490	2	101			20			1	31
9 - 10	1875	469	2	97			9			1	6
10 - 11	2460	409	2	46	3	1	7	1			16
11 - 12	2125	377		33			13				19
12 - 13	1800	312		19	1		6				8
13 - 14	1150	198		9	2	2	4				3
14 - 15	800	118		6		3	3				3
15 - 16	585	73		3			2				4
16 - 17	310	29		2			3				
17 - 18	138	14		3			2				
18 - 19	74	6		1			1				
19 - 20	38	3					1				
20 - 21	32	3		2			1				
21 - 22	34	4	1	2			2				
22 - 23	80	8	1	2			2				4
23 - 24	380	26	2	4			3				13
JUMLAH	31646	5725	39	708	8	11	182	6		4	270

CATATAN :

Pengawas :

(Santoso)

Lampiran 1. 2-2 Data LHR Ruas Jalan Kaliurang Selatan



Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jenderal Bina Marga

Formulir SPL 2-2
Lembar ke..1.....dari..2.....

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

Nama Provinsi : D I B
Nama Propinsi : 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/Nama Pos : A 061
Lokasi Pos : YOG 7.8
Tanggal : 01 (Hari) 10 (Bulan) 2015 (Tahun)
Kelompok Hitung :
Petugas :
Arah Lalu Lintas
Dari : YOGYAKARTA
Ke : KALIURANG

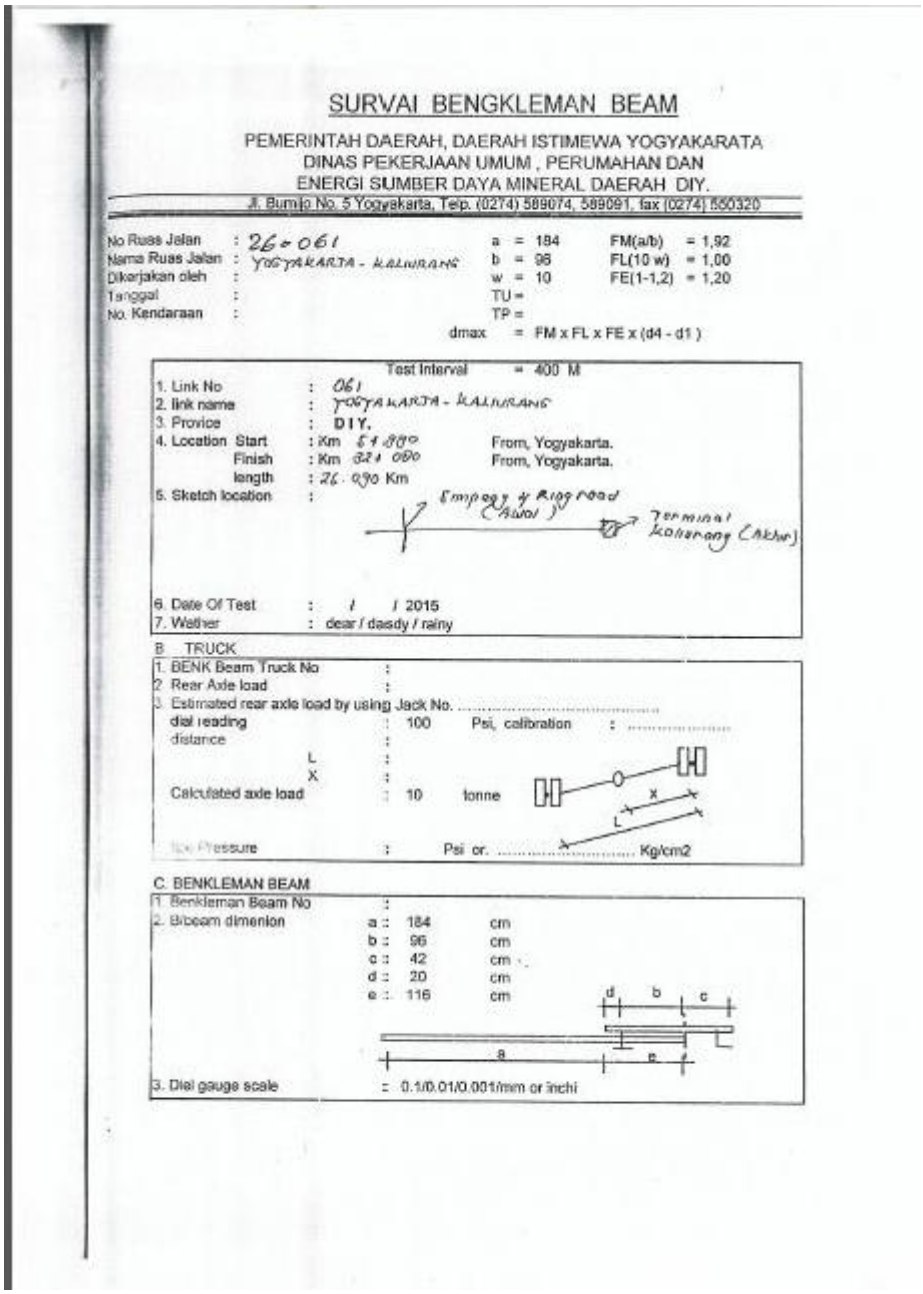
Jam	1	2	3	4	5a	5b	6	7a	7b	7c	8
	Sepeda motor, sekuter, sepeda roda tiga	Sedan, jeep, station wagon	Opelet, pick-up opelet, sub urban, combi dan minibus	PICK-UP, BUS KECIL dan MOBIL HANTARAN	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 sumbu	Truk 3 sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer	Kendaraan tidak bermotor
06 - 07	1438	232	1	13			3	1			33
07 - 08	1612	326	5	19		2	6			1	7
08 - 09	1524	263	4	30		4	7	1			4
09 - 10	1525	203	5	62			12			2	13
10 - 11	1476	343	4	64			7	1		1	4
11 - 12	1596	381	3	78		2	15			1	17
12 - 13	1658	403	5	72			5				5
13 - 14	1769	426	3	59			6				13
14 - 15	1815	447	6	52			10				8
15 - 16	2347	443	5	57		1	12				16
16 - 17	3149	447	2	46	3		6				12
17 - 18	3080	456	2	48		2	3				9
18 - 19	2875	410	1	43			5				8
19 - 20	2183	325		35			3				4
20 - 21	1536	198		21			2				
21 - 22	957	107		13							
22 - 23	523	45		7							
23 - 24	210	18		4							
24 - 01	95	7		2							
01 - 02	25	2									
02 - 03	31	5		3							
03 - 04	29	3		3							
04 - 05	78	9	1	5							2
05 - 06	295	25	2	7			2				3
JUMLAH	31.826	5.522	49	743	3	11	104	3		5	158

Catatan :

Pengawas :

(ABEP)

Lampiran 2. 1-2 Data Survey Benkelman Beam Ruas Jalan Kaliurang



SURVAI BENGKLEMAN BEAM

PEMERINTAH DAERAH, DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARATA
DINAS PEKERJAAN UMUM , PERUMAHAN DAN
ENERGI SUMBER DAYA MINERAL DAERAH DIY.
Jl. Bumijo No. 5 Yogyakarta, Telp. (0274) 589074, 589091, fax (0274) 560320

No Ruas Jalan : 26o061
Nama Ruas Jalan : YOGYAKARTA - KALIURANG
Dikerjakan oleh :
Tanggal :
No. Kendaraan :

a = 184 FM(a/b) = 1,92
b = 96 FL(10 w) = 1,00
w = 10 FE(1-1,2) = 1,20
TU =
TP =
dmax = FM x FL x FE x (d4 - d1)

Test Interval = 400 M

1. Link No : 061
2. link name : YOGYAKARTA - KALIURANG
3. Provice : DIY.
4. Location Start : Km 5+800 From, Yogyakarta.
Finish : Km 32+090 From, Yogyakarta.
length : 26.090 Km
5. Sketch location :

6. Date Of Test : / / 2015
7. Wether : clear / dasdy / rainy

B TRUCK

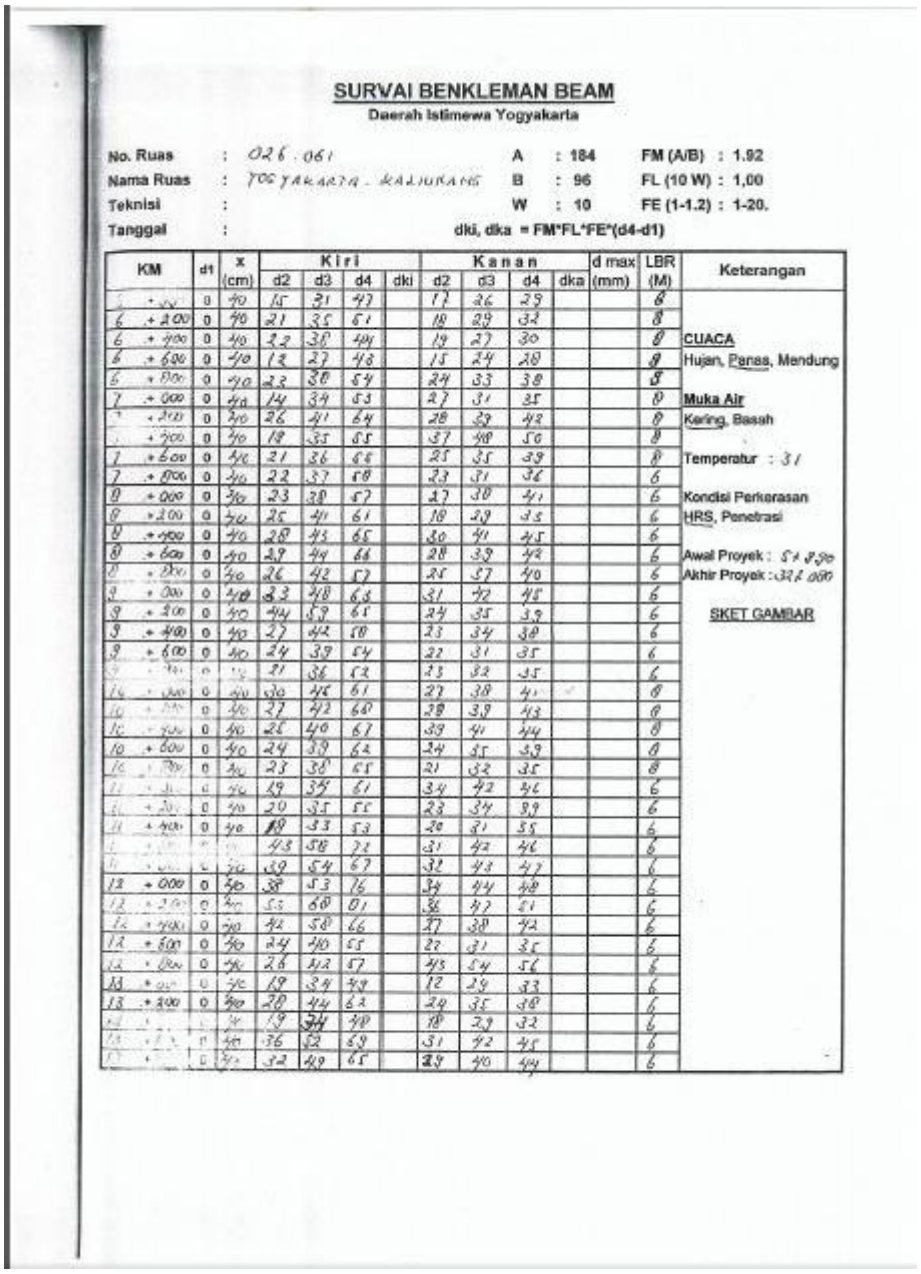
1. BENK Beam Truck No :
2. Rear Axle load :
3. Estimated rear axle load by using Jack No. .....
dial reading : 100 Psi, calibration : .....
distance :
L :
X :
Calculated axle load : 10 tonne
Tire Pressure : Psi or. Kg/cm2

C. BENKLEMAN BEAM

1. Benkleman Beam No :
2. Bibeam dimenion
a : 184 cm
b : 96 cm
c : 42 cm
d : 20 cm
e : 116 cm

3. Dial gauge scale : 0.1/0.01/0.001mm or inchi

Lampiran 2. 2-2 Data Survey Benkelman Beam Yogya – Kaliurang



SURVAI BENKLEMAN BEAM

Daerah Istimewa Yogyakarta

No. Ruas : 026.061 A : 184 FM (A/B) : 1.92
Nama Ruas : YOGYAKARTA - KALIURANG B : 96 FL (10 W) : 1,00
Teknisi : W : 10 FE (1-1.2) : 1-20.
Tanggal : dki, dka = FM*FL*FE*(d4-d1)

KM	d1	x (cm)	Kiri d2	Kiri d3	Kiri d4	dki	Kanan d2	Kanan d3	Kanan d4	dka	d max (mm)	LBR (M)	Keterangan
[illegible]	0	40	15	31	47		17	26	29			8	
6 + 200	0	40	21	35	61		18	29	32			8	
6 + 400	0	40	22	36	49		19	27	30			8	CUACA
6 + 600	0	40	13	27	48		15	24	28			8	Hujan, Panas, Mendung
6 + 800	0	40	22	38	54		24	33	38			8	
7 + 000	0	40	14	34	53		27	31	35			8	Muka Air
[illegible] + 200	0	40	26	41	64		28	37	42			8	Kering, Basah
[illegible] + 400	0	40	18	35	55		37	48	56			8	
7 + 600	0	40	21	36	66		25	35	39			8	Temperatur : 31
7 + 800	0	40	22	37	58		23	31	36			6	
8 + 000	0	40	23	38	57		27	38	41			6	Kondisi Perkerasan
8 + 200	0	40	25	41	61		18	29	35			6	HRS, Penetrasi
8 + 400	0	40	28	43	65		30	41	45			6	
8 + 600	0	40	29	44	66		28	39	42			6	Awal Proyek : STA 0,00
8 + 800	0	40	26	42	57		25	37	40			6	Akhir Proyek : STA 000
9 + 000	0	40	33	48	68		31	42	48			6	
9 + 200	0	40	44	58	65		24	35	39			6	SKET GAMBAR
9 + 400	0	40	27	42	58		23	34	38			6	
9 + 600	0	40	24	39	54		22	31	35			6	
[illegible]	0	40	21	36	52		23	32	35			6	
[illegible] + 200	0	40	30	45	61		27	38	41			8	
[illegible]	0	40	27	42	60		28	39	43			8	
[illegible]	0	40	25	40	67		39	41	44			8	
10 + 600	0	40	24	38	62		24	35	39			8	
[illegible]	0	40	23	38	65		21	32	35			8	
[illegible]	0	40	19	35	61		34	42	46			6	
[illegible] + 200	0	40	20	35	55		23	34	39			6	
[illegible] + 400	0	40	19	33	53		28	31	35			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	43	58	72		31	42	46			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	39	54	67		32	43	47			6	
12 + 000	0	40	38	53	76		34	44	48			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	55	60	01		36	47	51			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	42	58	66		37	38	42			6	
12 + 600	0	40	24	40	55		22	31	35			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	26	42	57		45	54	56			6	
13 + [illegible]	[illegible]	[illegible]	19	34	49		12	29	33			6	
13 + 200	0	40	20	44	62		29	35	38			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	19	34	49		18	29	32			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	36	52	69		31	42	45			6	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	32	49	65		39	40	44			6	

Lampiran 3. Data IRI Ruas Jalan Kaliurang



INTERURBAN ROAD MANAGEMENT SYSTEM — Province : 28 - DI.YOGJA

Ruas	Stts				length	NaasraBi	NaasraEnd	BI	RCI	IRI	Tahun	Rutinasi	Method
061	YOGYAKARTA - KALIURANG							Status: P		Function: K3	Kota:		
	600	0	700	0	1.000	3	9			2.13	2015	N	NA
	700	0	800	0	1.000	9	15			2.13	2015	N	NA
	800	0	900	0	1.000	15	23			2.17	2015	N	NA
	900	0	1000	0	1.000	23	32			2.19	2015	N	NA
	1000	0	1100	0	1.000	32	37			2.11	2015	N	NA
	1100	0	1200	0	1.000	37	43			2.13	2015	N	NA
	1200	0	1300	0	1.000	43	50			2.15	2015	N	NA
	1300	0	1400	0	1.000	50	56			2.13	2015	N	NA
	1400	0	1500	0	1.000	56	60			2.09	2015	N	NA
	1500	0	1600	0	1.000	60	65			2.11	2015	N	NA
	1600	0	1700	0	1.000	65	71			2.13	2015	N	NA
	1700	0	1800	0	1.000	71	74			2.07	2015	N	NA
	1800	0	1900	0	1.000	74	79			2.11	2015	N	NA
	1900	0	2000	0	1.000	79	87			2.17	2015	N	NA
	2000	0	2100	0	1.000	87	94			2.15	2015	N	NA
	2100	0	2200	0	1.000	94	100			2.13	2015	N	NA
	2200	0	2300	0	1.000	100	109			2.19	2015	N	NA
	2300	0	2400	0	1.000	109	116			2.15	2015	N	NA
	2400	0	2500	0	1.000	116	120			2.09	2015	N	NA
	2500	0	2600	0	1.000	120	126			2.13	2015	N	NA
	2600	0	2700	0	1.000	126	130			2.09	2015	N	NA
	2700	0	2800	0	1.000	130	136			2.13	2015	N	NA
	2800	0	2900	0	1.000	136	140			2.09	2015	N	NA
	2900	0	3000	0	1.000	140	147			2.15	2015	N	NA
	3000	0	3100	0	1.000	147	150			2.07	2015	N	NA
	3100	0	3200	0	1.000	150	153			2.07	2015	N	NA
	3200	0	3209	0	0.089	153	155			2.51	2015	N	NA

Ruas	Stts				length	NaasraBi	NaasraEnd	BI	RCI	IRI	Tahun	Rutinasi	Method
062	YOGYAKARTA - KEBON AGUNG I							Status: P		Function: K3	Kota:		
	375	0	400	0	0.250	0	3			2.25	2015	N	NA
	400	0	500	0	1.000	3	9			2.13	2015	N	NA
	500	0	600	0	1.000	9	18			2.19	2015	N	NA
	600	0	700	0	1.000	18	28			2.21	2015	N	NA
	700	0	800	0	1.000	28	37			2.19	2015	N	NA
	800	0	900	0	1.000	37	45			2.17	2015	N	NA
	900	0	1000	0	1.000	45	54			2.19	2015	N	NA
	1000	0	1100	0	1.000	54	62			2.17	2015	N	NA
	1100	0	1200	0	1.000	62	71			2.19	2015	N	NA
	1200	0	1300	0	1.000	71	82			2.23	2015	N	NA
	1300	0	1400	0	1.000	82	92			2.21	2015	N	NA

Page 32 of 38

Lampiran 4. 1-5 Data Survey Kerusakan Permukaan Jalan

FORMULIR KERUSAKAN JALAN

Ruas : Jalan Kaliuran KM 10–12 Waktu : Malam hari

Stasiun : 0+000 – 1+000 Lajur : Kiri

STA	Tipe kerusakan							
	Kekasaran		Lubang	Tambalan	Retak		Alur	Amblas
	Tipe	p x l (m)	p x l (m)	p x l (m)	Tipe	p x l (m)	p x l x t (m)	p x l x t (m)
1+ 4,45					R	2,1 x0,31		
55,80	F	17,8 x 3,6						
2+5,20	F	4,15 x 1,9						
15,40	F	15,6 x 2,46						
33,75	F	7,05 x 1,46						
42,40	F	8,3 x 3,35						
3+26,90			1,51 x 0,02					
56,55	H	10,25 x 0,61						
78,50		7,1 x 0,6						
88,10		4,6 x 0,64						
97,60		2,4 x 0,86						
4+ 40,20		9,95 x 1,79						
6+ 7,20		1,32 x 0,43						
30,40		15,35 x 1,55						
7+ 8,90		18,9 x 1,74						
7+37,20			1,68 x 0,01					
9+ 33,30		6,8 x 0,9						
54,				2,9 x 1,15				
77,60				1,95 x 1,82				

Tipe Kekasaran

Pelepasan butir : P
Fatty (aspal berlebih) : F
Hungry : H
Disintregration : D

Tipe Retak

Memanjang : M
Rambut : R
Kulit buaya : KB

Lampiran 4. 2-5 Data Survey Kerusakan Permukaan Jalan

FORMULIR KERUSAKAN JALAN

Ruas : Jalan Kaliurang KM 10–12 Waktu : Malam hari

Stasiun : 0+000 – 1+000 Lajur : Kanan.

STA	Tipe kerusakan							
	Kekasaran		Lubang	Tambalan	Retak		Alur	Amblas
	Tipe	p x l (m)	p x l (m)	p x l (m)	Tipe	p x l (m)	p x l x t (m)	p x l x t (m)
0+72,25					R	2,1 x 0,85		
0+75,55					R	2,65 x 0,27		
0+80,40					R	4,35 x 0,79		
0+ 98,90					R	0,65 x 0,37		
1+15,70	F	1,5 x 1,9						
1+ 17,20	P	4 x 1,9						
1 + 64,70	F	40,48 x 4						
2+ 5,20	F	5,3 x 1,72						
2+ 6,8								
15,4	F	83,5 x 4						
3+ 0,6	F	55,95 x 4						
66,8	F	2,7 x 3,8						
69,5	F	7 x 2,5						
97,6	H	14 x 1,97						
4+ 41,45				1,55 x 1,15				
5+ 0,1	P	34 x 0,46						
17,6					R	1,8 x 11,43		
75,9			0,52 x 0,27					
6+ 15,85			1,1 x 0,88					
41,9	F	5,9 x 0,05						
59,1	H	9,4 x 3,84						
7+ 27,8								
58,60	H	3,43 x 0,73						
87	H	0,78 x 3,5						
8+ 96	P	2,23 x 0,69						
9+ 46,5	H	0,3 x 5,1						
94,9	H	5,8 x 0,5						

Tipe Kekasaran

Pelepasan butir : P
Fatty (aspal berlebih) : F
Hungry : H
Disintregration : D

Tipe Retak

Memanjang : M
Rambut : R
Kulit buaya : KB

Lampiran 4. 3-5 Data Survey Kerusakan Permukaan Jalan

FORMULIR KERUSAKAN JALAN

Ruas : Jalan Kaliurang KM 10 – 12.

Waktu : Malam hari

Stasiun : 1+000 – 2+000

Lajur : Kiri

STA	Tipe kerusakan							
	Kekasaran		Lubang	Tambalan	Retak		Alur	Amblas
	Tipe	p x l (m)	p x l (m)	p x l (m)	Tipe	p x l (m)	p x l x t (m)	p x l x t (m)
0+70,90			1,02 x 0,18					
96,65					M	5,7 x 0,15		
2+63,55					M	1,9 x 0,26		
3+51,30					R	2,25 x 0,38		
71,70				1,09 x 1,50	R	1,09 x 1,5		
4+07,30	H	7,5 x 1,84		7,5 x 1,84				
5+39,15	P	3,25 x 1,78		3,25 x 1,78				
47,60			0,65 x 0,27					
57,80				5,7 x 2,88				
94,20					M	8,3 x 0,01		
6+33,90								
92,05				131,95 x 3,65	KB	131,95 x 3,65		
8+85					KB	4,7 x 0,97		
9+40,90								2,12 x 0,64 x 0,35
47,50								1,55 x 0,48 x 0,03
54,40					M	2,88 x 0,01		
61,40				10,7 x 1,04	M	10,7 x 0,01		
73,90				8 x 1,31	M	26,1 x 0,01		
84,90				4,2 x 1,43				4,2 x 1,43 x 0,02

Tipe Kekasaran

Pelepasan butir : P
Fatty (aspal berlebih) : F
Hungry : H
Disintregration : D

Tipe Retak

Memanjang : M
Rambut : R
Kulit buaya : KB

Lampiran 4. 4-5 Data Survey Kerusakan Permukaan Jalan

FORMULIR KERUSAKAN JALAN

Ruas : Jalan Kaliurang KM 10-12 Waktu : Malam hari

Stasiun : 1+000 - 2+000 Lajur : Kanan

STA	Tipe kerusakan							
	Kekasaran		Lubang	Tambalan	Retak		Alur	Amblas
	Tipe	p x l (m)	p x l (m)	p x l (m)	Tipe	p x l (m)	p x l x t (m)	p x l x t (m)
0+87,75	P	1,91 x 2,54						
1+07,75			0,54x0,23	1,32 x 2,1				
71,2	P	2,15 x 4,67						
95,1					R	1,73 x 0,99		
99					R	1,48 x 0,68		
2+16,7					R	3,24 x 1,32		
24,3					R	2,12 x 0,59		
28					R	2,14 x 0,63		
35,9	H	2,68 x 1,79						
73,6				1,69 x 0,95				
88,75					R	1,51 x 0,9		
95,3	H	3,22 x 1,57		0,66 x 0,65				
3+10,4				3,82 x 1,52				
15,35			1,52 x 0,75	1,52 x 0,75				
35,35				1 x 0,78				
43,2				3,87 x 1,02				
54				5,4 x 1,17				
80,8				3,23 x 1,26				
83				3,01 x 0,62				
86,3				3,12 x 1,33				
91				4,86 x 1,35				
4+11,9				6,75 x 1,33				
18,65				7,25 x 1,15				
25,9					R	1,15 x 2,1		
35,5				2,02 x 1,57				
37,4					M	20,6 x 1,14		
65,1	H	0,28 x 2,14						
73,3	H	1,3 x 0,6						

Tipe Kekasaran

Pelepasan butir : P
Fatty (aspal berlebih) : F
Hungry : H
Disintregration : D

Tipe Retak

Memanjang : M
Rambut : R
Kulit buaya : KB

Lampiran 4. 5-5 Data Survey Kerusakan Permukaan Jalan

FORMULIR KERUSAKAN JALAN

Ruas : Jalan kaliurang KM 10-12 Waktu : Malam hari

Stasiun : 1+000 - 2+000 Lajur : Kanan

STA	Tipe kerusakan							
	Kekasaran		Lubang	Tambalan	Retak		Alur	Amblas
	Tipe	p x l (m)	p x l (m)	p x l (m)	Tipe	p x l (m)	p x l x t (m)	p x l x t (m)
4+ 86,9					R	17,3 x 1,3		
5+29,5			0,77 x 0,4					
40					R	1,3 x 0,8		
77,6			0,26 x 0,25					
80,5					M	2,2 x 0,4		
88,7				2,93 x 1,17				
94,2					M	25,8 x 0,77		
6+ 10,1					R	1,2 x 0,75		
40,2					R	18,45 x 1,21		
62,8				1,64 x 0,82	R	11,3 x 0,98		
				2,36 x 1,75				
75,7				6,5 x 2,32				
82,2				141,8 x 3,24	KB	141,8 x 3,24		
7+ 04,9			0,47 x 0,3					
8+ 00,45			0,42 x 0,56					
27,85				56,95 x 3,12	R	56,95 x 3,12		
86,1				53,7 x 3,12	KB	53,7 x 3,12		
58,6					R	16,85 x 1,14		

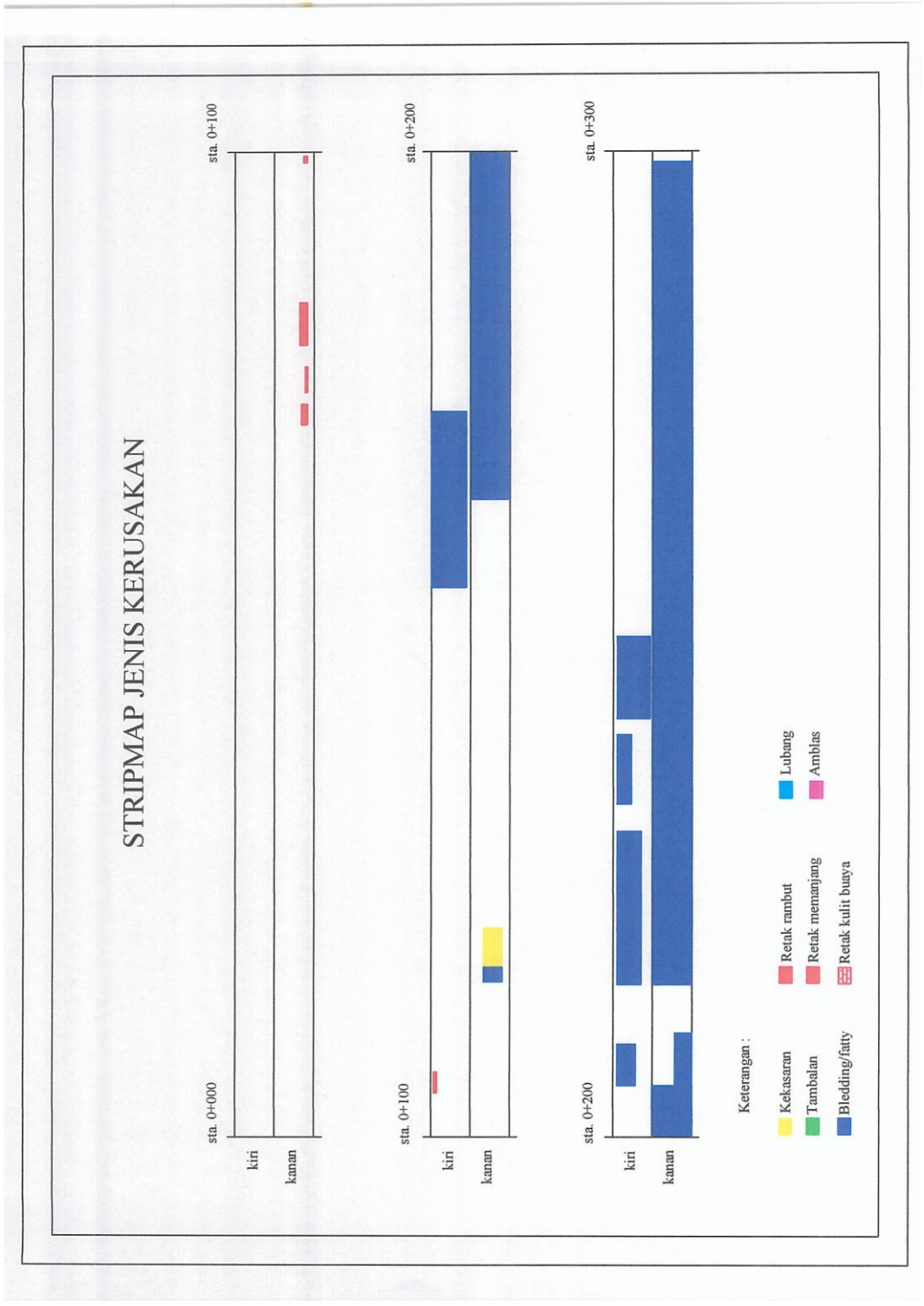
Tipe Kekasaran

Pelepasan butir : P
Fatty (aspal berlebih) : F
Hungry : H
Disintregration : D

Tipe Retak

Memanjang : M
Rambut : R
Kulit buaya : KB

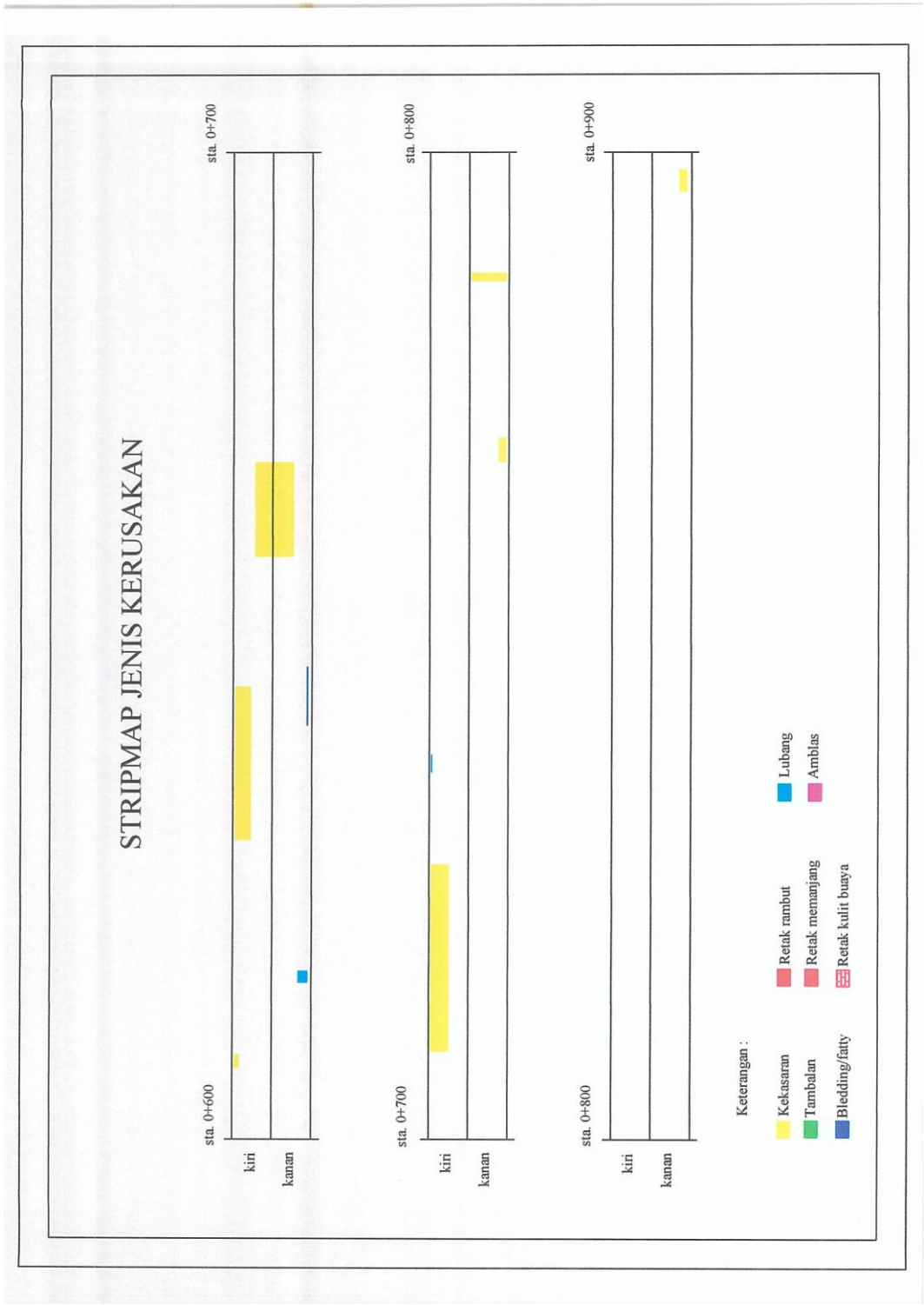
Lampiran 5. 1-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



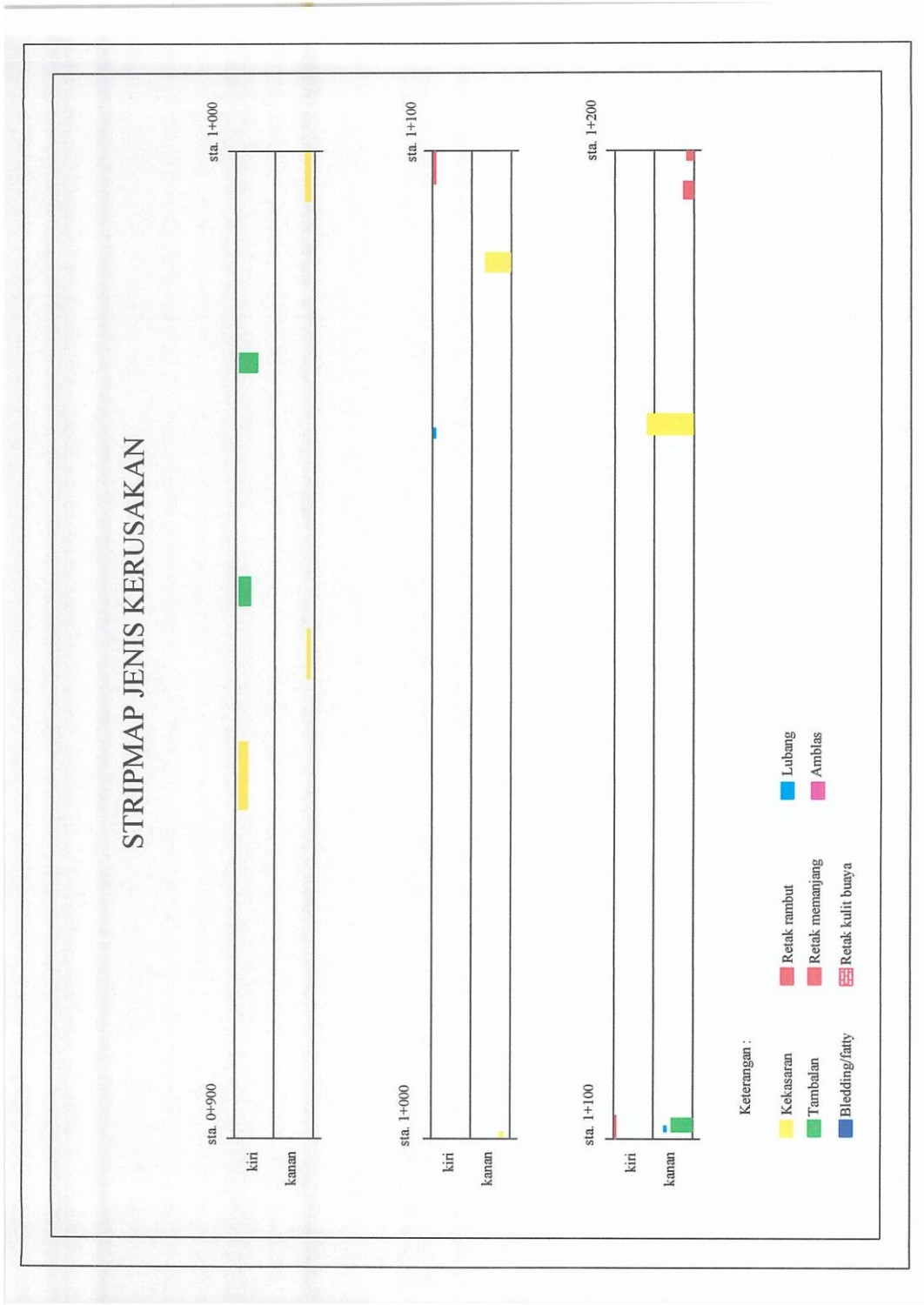
Lampiran 5. 2-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



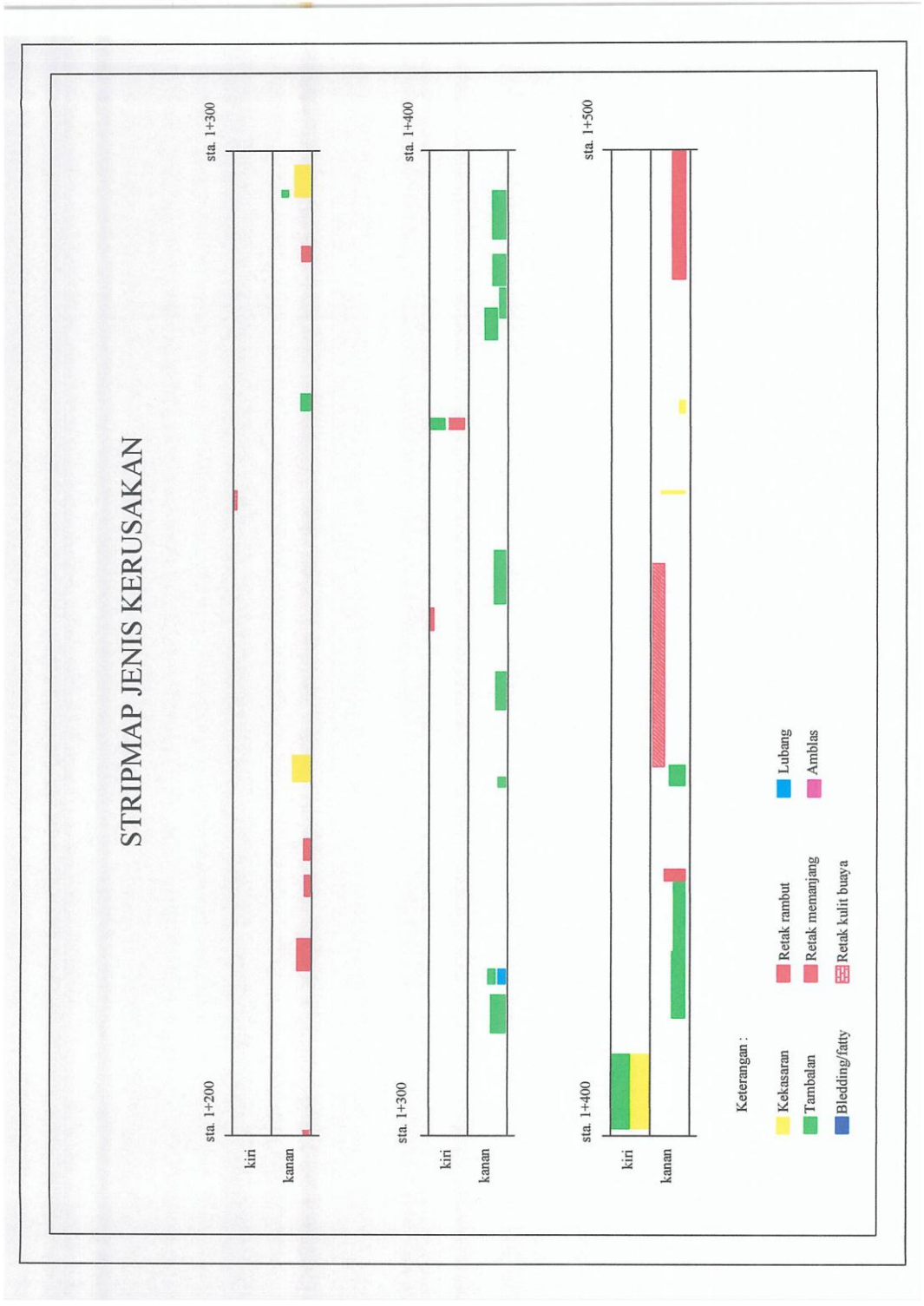
Lampiran 5. 3-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



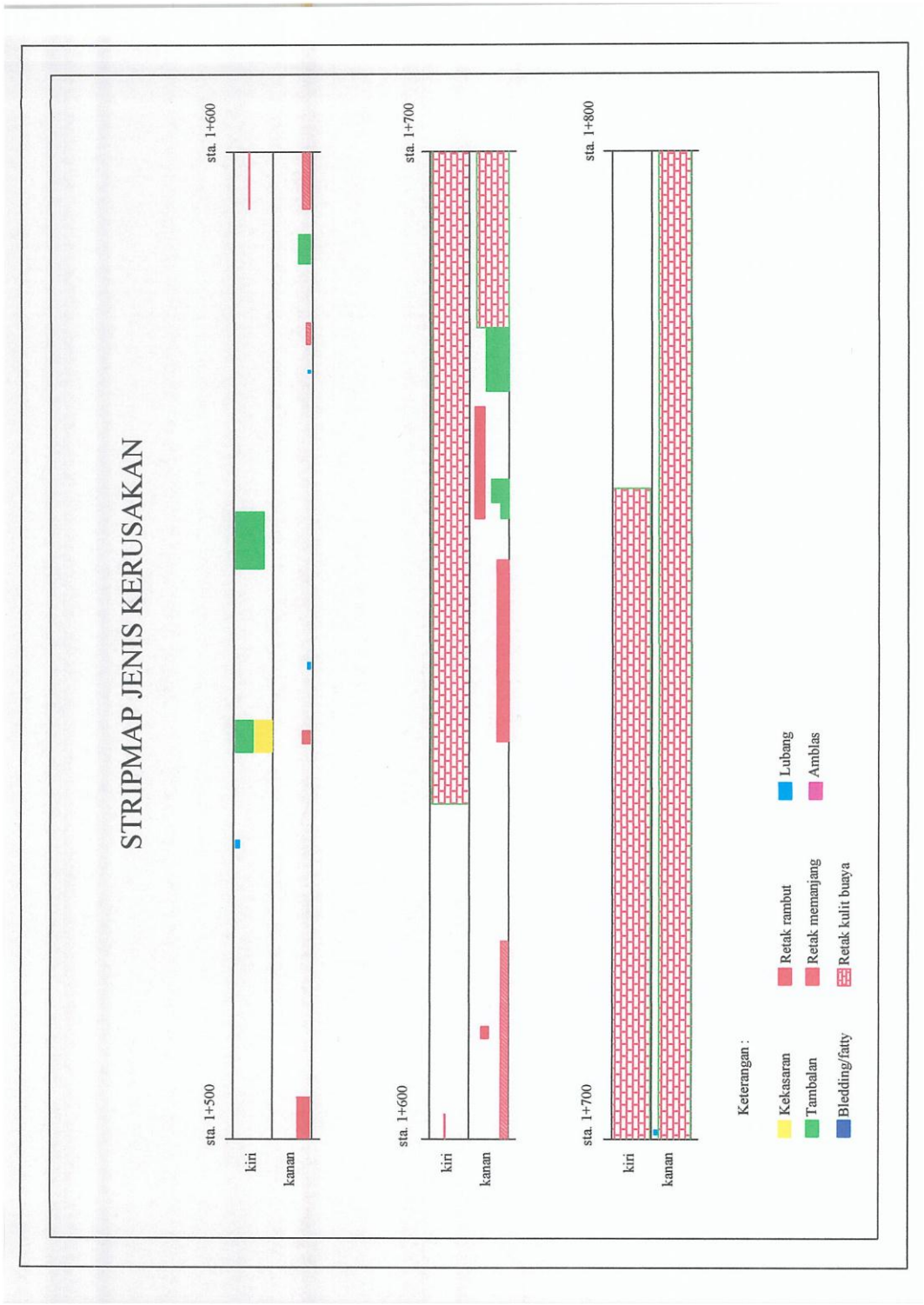
Lampiran 5. 4-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



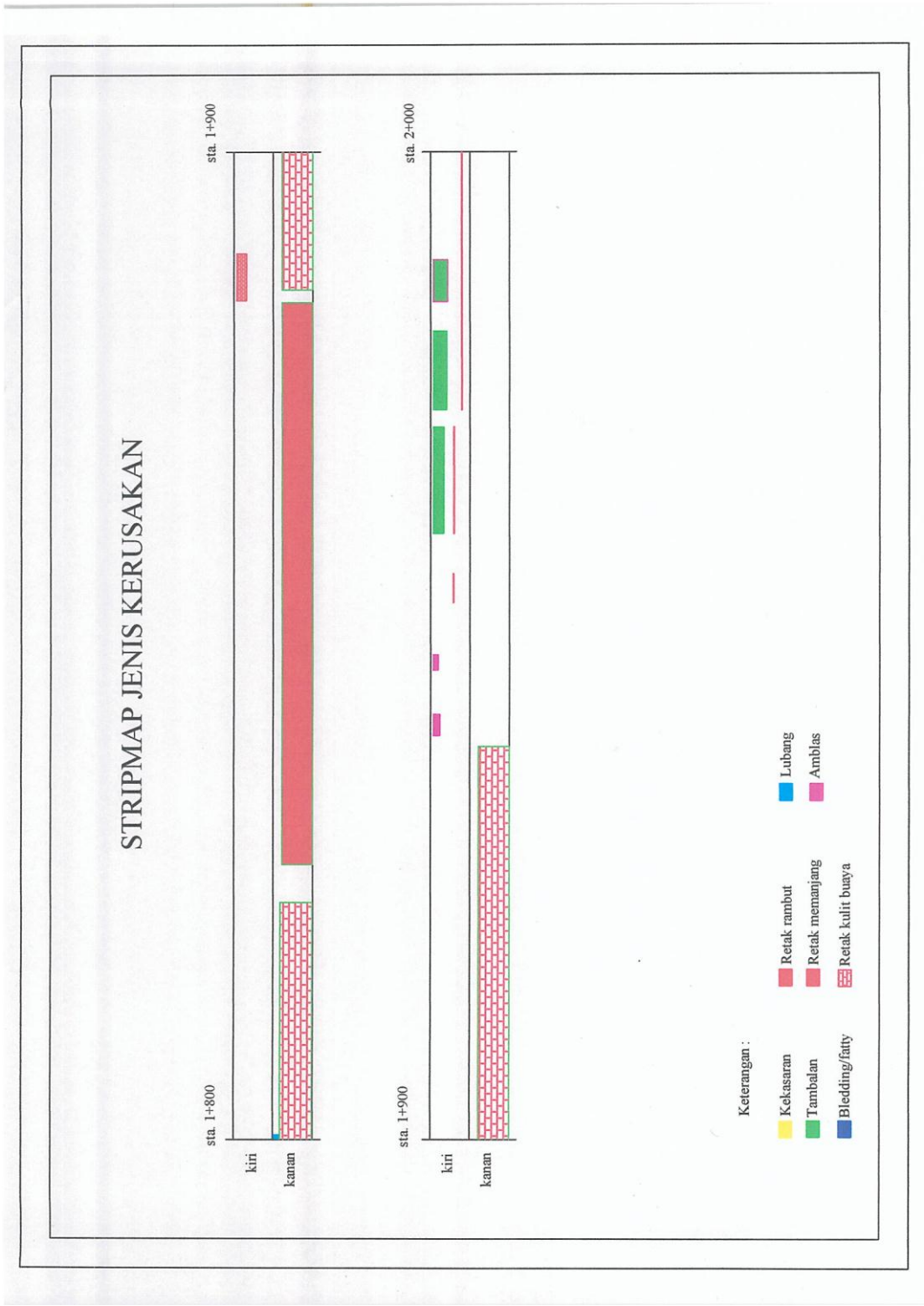
Lampiran 5. 5-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



Lampiran 5. 6-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



Lampiran 5. 7-7 Stripmap Jenis Kerusakan Permukaan Jalan



Lampiran 6. 1-3 Foto Kerusakan Permukaan Jalan



Kerusakan stasiun 0+100



Kerusakan stasiun 0+100

Lampiran 6. 2-3 Foto Kerusakan Permukaan Jalan



Kerusakan stasiun 0+500



Kerusakan stasiun 1+100

Lampiran 6. 3-3 Foto Kerusakan Permukaan Jalan



Kerusakan stasiun 1+600



Kerusakan stasiun 1+700

Lampiran 7. 1-4 Data Tebal Perkerasan



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jl. Kaliurang Km. 14,5 Telp. (0274) 898471, 898472, 898440, 898583, 898585; Fax : 895330
Email : dekanat.ftsp@uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

Lpt Aqus

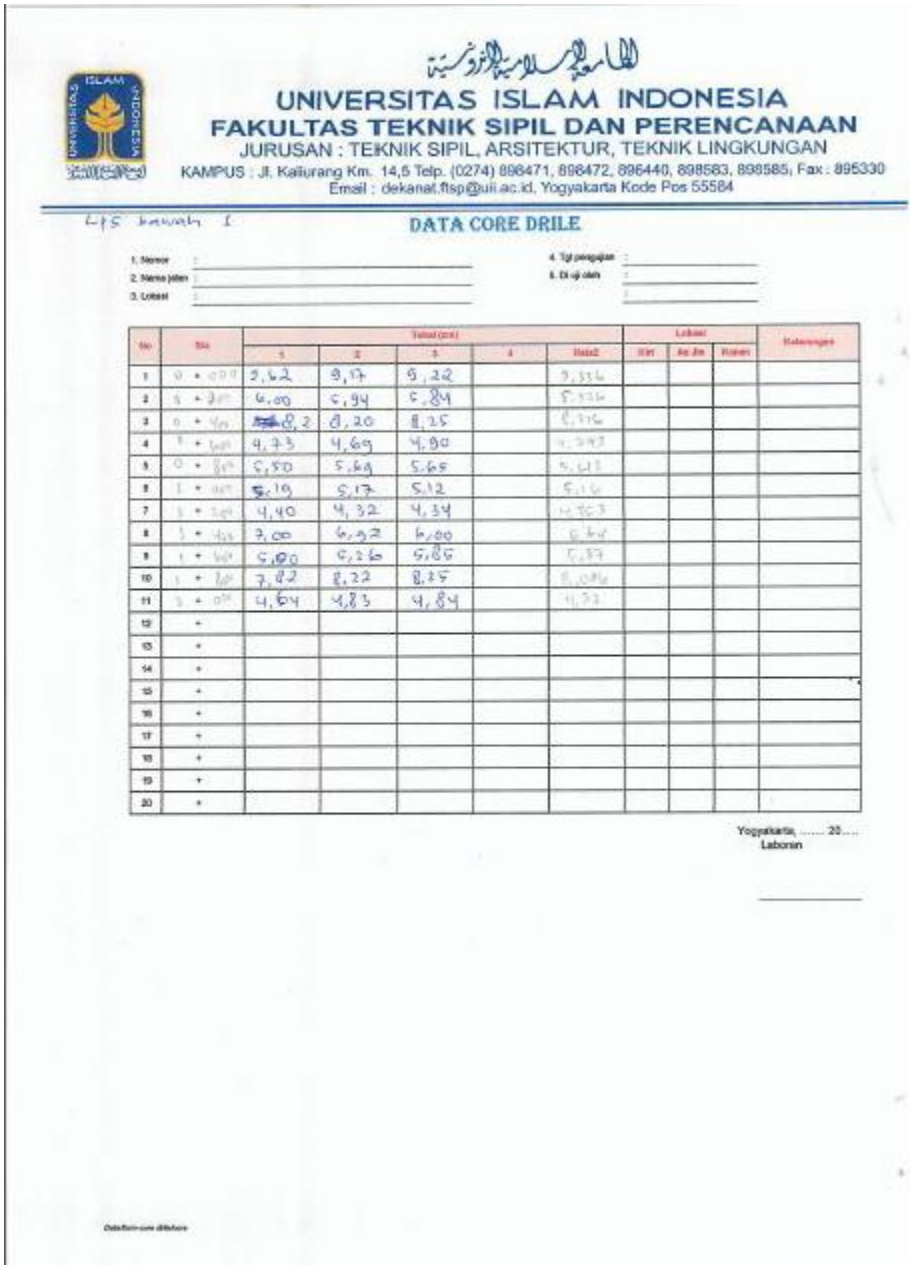
DATA CORE DRILE

1. Nomor :
2. Nama jalan : Solo Kalurang
3. Lokasi : Km 10+17
4. Tgl pengujian : 29 - 2 - 2016
5. Di uji oleh : Sulton

No	Sta	Tebal (cm) 1	2	3	4	Rata2	Lokasi Kiri	Ka./Ka	Kanan	Keterangan
1	0 + 000	7,32	7,14	7,03		7,163			✓	
2	0 + 200	7,14	7,12	7,00		7,086	✓			
3	0 + 400	3,65	4,54	4,93		4,373			✓	
4	0 + 600	7,25	7,19	7,32		7,253	✓			
5	0 + 800	5,19	5,18	5,19		5,186			✓	
6	1 + 000	5,89	5,92	5,84		5,883	✓			
7	1 + 200	4,87	4,98	4,89		4,913			✓	
8	1 + 400	5,53	5,50	5,50		5,51	✓		✓	
9	1 + 600	6,55	6,50	6,52		6,523			✓	
10	1 + 800	5,87	5,65	5,27		5,597	✓			
11	2 + 000	4,17	4,10	4,00		4,123			✓	
12	+									
13	+									
14	+									
15	+									
16	+									
17	+									
18	+									
19	+									
20	+									

Yogyakarta, ..., 20....
Laboran

Lampiran 7. 2-4 Data Tebal Perkerasan



الجامعة الإسلامية الإندونيسية

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

Lps bawah I

DATA CORE DRILE

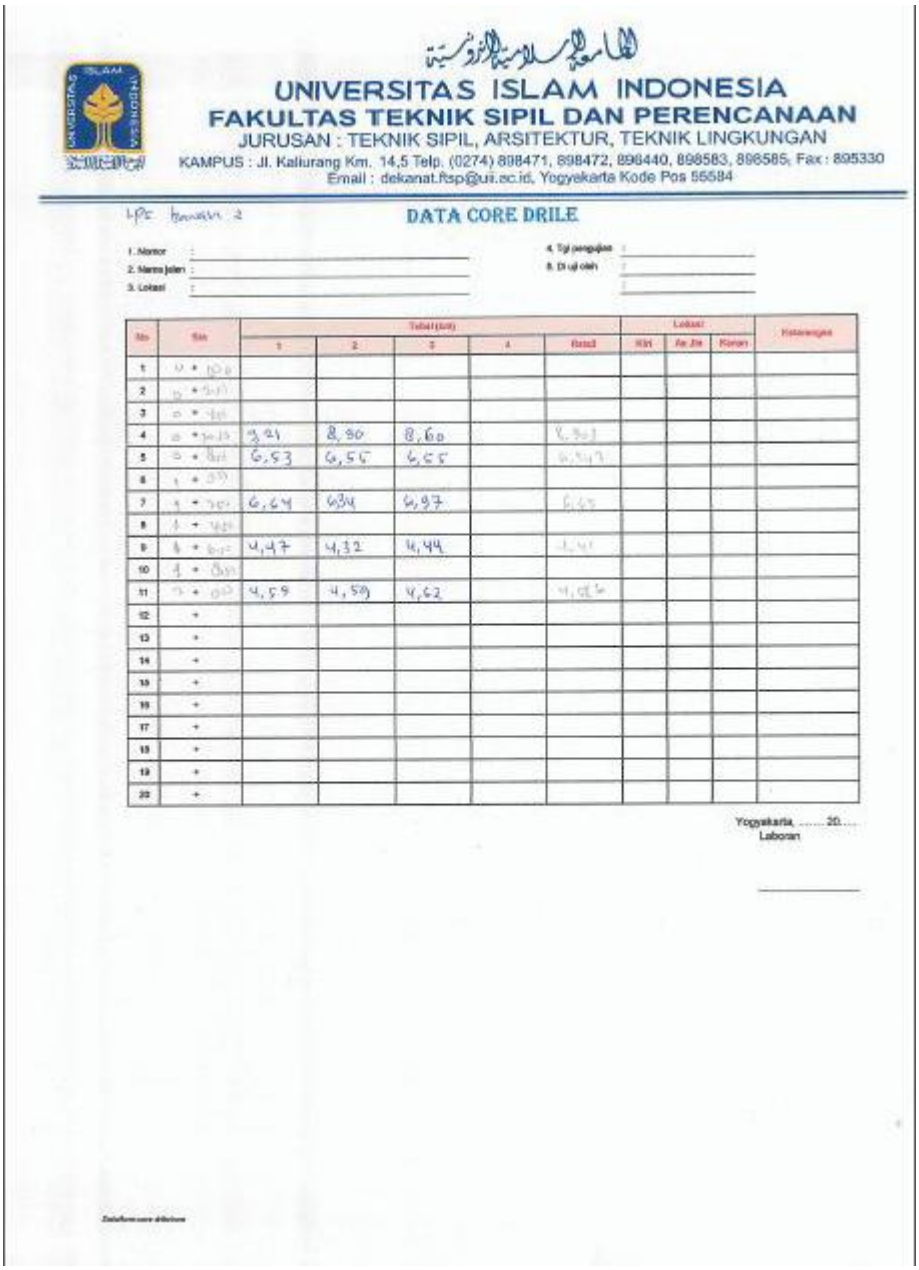
1. Nomor :
2. Nama jalan :
3. Lokasi :
4. Tgl pengujian :
5. Di uji oleh :

No	Sta	Tebal (cm)					Lokasi			Keterangan
		1	2	3	4	Rata2	Kiri	As Jln	Kanan	
1	0 + 000	9,62	9,17	9,22		9,336				
2	0 + 200	6,00	6,94	6,84		6,926				
3	0 + 400	8,2	8,20	8,25		8,216				
4	0 + 600	4,73	4,69	4,90		4,773				
5	0 + 800	5,50	5,69	5,65		5,613				
6	1 + 000	5,19	5,17	5,12		5,16				
7	1 + 200	4,40	4,32	4,34		4,353				
8	1 + 400	7,00	6,92	6,00		6,64				
9	1 + 600	6,00	6,26	6,86		6,37				
10	1 + 800	7,82	8,22	8,25		8,096				
11	2 + 000	4,64	4,83	4,84		4,77				
12	+									
13	+									
14	+									
15	+									
16	+									
17	+									
18	+									
19	+									
20	+									

Yogyakarta, ... 20....
Laborin

Data/foto core dilekatkan

Lampiran 7. 3-4 Data Tebal Perkerasan



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, 896585, Fax : 895330
Email : dekanat.ftsp@uii.ac.id, Yogyakarta Kode Pos 55584

LPC Bandara 2

DATA CORE DRILE

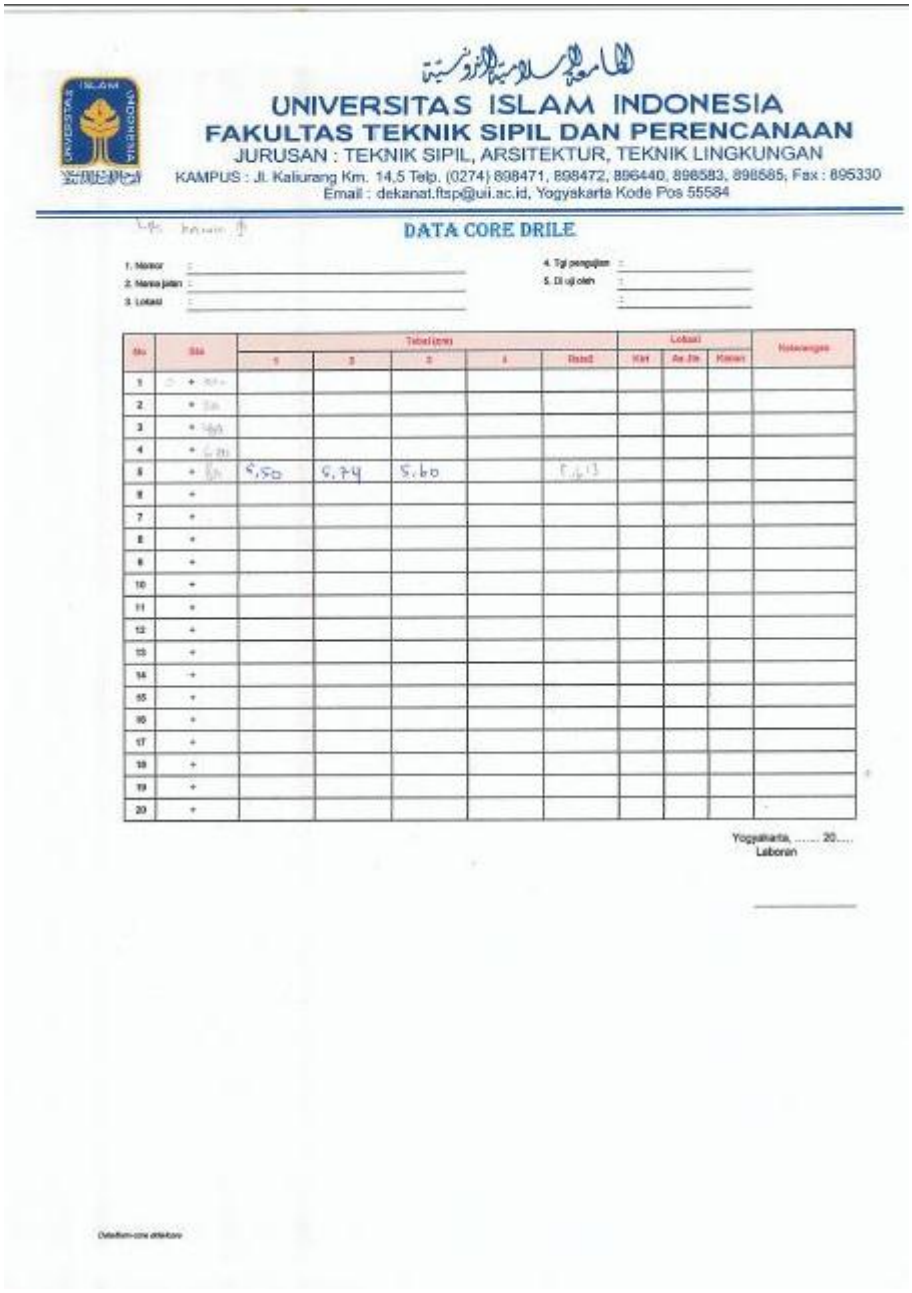
1. Nomor :
2. Nama jalan :
3. Lokasi :
4. Tgl pengujian :
5. Di uji oleh :

No	Sta	Tebal (cm)					Lokasi			Keterangan
		1	2	3	4	Rata2	Kiri	As Jln	Kanan	
1										
2										
3										
4		9,21	8,90	8,60						
5		6,53	6,56	6,65						
6										
7		6,64	6,34	6,97						
8										
9		4,47	4,32	4,44						
10										
11		4,59	4,59	4,62						
12	+									
13	+									
14	+									
15	+									
16	+									
17	+									
18	+									
19	+									
20	+									

Yogyakarta, ... 20....
Laboran

_____

Lampiran 7. 4-4 Data Tebal Perkerasan



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

DATA CORE DRILE

1. Nomor :
2. Nama jalan :
3. Lokasi :
4. Tgl pengujian :
5. Di uji oleh :

No	Sta	Tebal (cm)					Lokasi			Keterangan
		1	2	3	4	Rata2	Kiri	As Jln	Kanan	
1	+									
2	+									
3	+									
4	+									
5	+	6,50	6,74	5,60		6,13				
6	+									
7	+									
8	+									
9	+									
10	+									
11	+									
12	+									
13	+									
14	+									
15	+									
16	+									
17	+									
18	+									
19	+									
20	+									

Yogyakarta, ... 20....
Laboran

Lampiran 8. 1-5 Foto Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill



Pengambilan data stasiun 0+000



Pengambilan data stasiun 0+400

Lampiran 8. 2-5 Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill



Pengambilan data stasiun 0+600

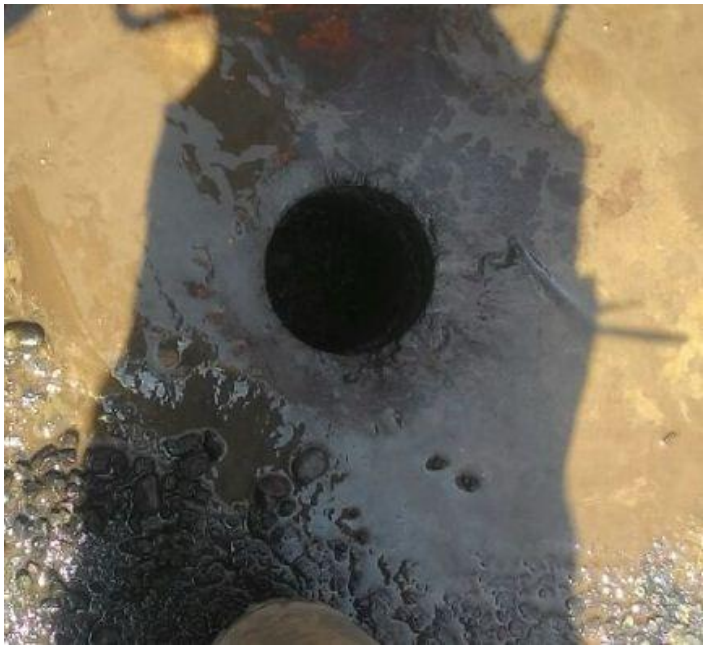


Pengambilan data stasiun 0+800

Lampiran 8. 3-5 Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill



Pengambilan data stasiun 1+200



Pengambilan data stasiun 1+400

Lampiran 8. 4-5 Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill



Pengambilan data stasiun 1+600



Pengambilan data stasiun 1+800

Lampiran 8. 5-5 Pengambilan Sampel Menggunakan Alat Cordrill



Pengambilan data stasiun 2+000