

TUGAS AKHIR

**EVALUASI HUBUNGAN KONDISI KERUSAKAN LAPISAN
STRUKTURAL MENGGUNAKAN METODE LENDUTAN BALIK
DENGAN KONDISI LAPISAN FUNGSIONAL MENGGUNAKAN
METODE PCI**

(Studi Kasus Ruas Jalan Triwidadi Sta. 14+000 – Sta. 16+000, Kecamatan Pajangan,
Kabupaten Bantul, Yogyakarta)

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Tantryo Setiawan Martono

20140110073

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2018

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tantryo Setiawan Martono
NIM : 20140110073
Judul : Evaluasi Hubungan Kondisi Kerusakan Lapisan Struktural Menggunakan Metode Lendutan Balik Dengan Kondisi Lapisan Fungsional Menggunakan Metode PCI (Studi Kasus Ruas Jalan Triwidadi Sta. 14+000 – Sta. 16+000), Kecamatan Pajangan, Kabupaten Bantul, Yogyakarta.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, Mei 2018

Yang membuat pernyataan



Tantryo Setiawan Martono

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan dengan sepenuh hati untuk kedua orang tuaku dan Adikku. Tak ada kata lain selain ucapan terima kasih atas segala dukungan, arahan dan perhatian yang telah kalian berikan. Semoga anakmu ini bisa mewujudkan apa yang kalian inginkan. Bisa membahagiakanmu dan merawatmu dihari tua nanti..

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mengevaluasi hubungan kondisi kerusakan lapisan struktural menggunakan metode lendutan balik dengan kondisi lapisan fungsional menggunakan metode PCI.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Prof. Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc. Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Emil Adly, S.T.,M.Eng., Selaku dosen pembimbing. Yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi tugas akhir ini.
3. Kedua Orang Tua, kakak dan adik yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Segenap Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Segenap Staff Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Segenap Staff Instansi Pemerintahan Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu: Dinas Pekerjaan Umum, Dinas Perhubungan, Badan

Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Bantul, dan Sistem Informasi Menunggal Satu Atap (SAMSAT) Kabupaten BANTUL.

7. Segenap Anggota Kepolisian Dit Lantas Polsek Kasihan, Kabupaten Bantul.
8. Teman seperjuangan Tugas Akhir Andrian Surya Pratama.
9. Teman-teman nongkrong dan ngopi bareng: Farhan Aldiansyah, Yuris Ihsa Mahendra, M.Alfian Samudra, RhoY Yusuf, M. Jihad Al-Faiq, Ardhan Kumara, Romy Destianto, Dinar, Huda, Agung, Iman, Desta, Ismi, dan Glenada yang telah menghibur saya selama penyusunan Tugas Akhir.
10. Teman-teman Kost Rony Saputra, Joshua, Julius, Mikar, Abi Harahap, Abdi Ghofar, Bang Said, Mas Ega, Mas Kukuh, dan Mas Tin, dan Mas Rendi yang telah mengingatkan saya untuk mengerjakan Tugas Akhir.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Mei 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR ISTILAH	xviii
INTISARI.....	Error! Bookmark not defined.
<i>ABSTRACT</i>	xxi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1.1. Penelitian Terdahulu tentang Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur (<i>Overlay</i>)	4
2.2. Dasar Teori	15
2.2.1. Klasifikasi Jalan	15
2.2.2. Perkerasan Jalan	23
2.2.3. Perkerasan Lentur (<i>Flexibel Pavement</i>)	24
2.2.4. Perkerasan Kaku (<i>Rigid pavemet</i>)	29
2.2.5. Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>).....	30
2.2.6. Umur Rencana.....	30

2.2.7. Tingkat Kinerja Perkerasan Jalan.....	31
2.2.8. Pelaksanaan Pemeliharaan Jalan.....	36
2.2.9. Penyebab Kerusakan Struktur Perkerasan Jalan	38
2.2.10. Tebal Lapis Perkerasan Tambah (<i>overlay</i>)	39
2.2.11. <i>Benkelman Beam</i>	40
2.2.12. Pengujian Lendutan Perkerasan Lentur	41
2.2.13. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan Perkerasan Lentur dengan Menggunakan Metode Lendutan.....	43
BAB III. METODE PENELITIAN.....	59
3.1. Data Geometrik.....	59
3.2. Waktu Penelitian.....	60
3.3. Tahap Persiapan.....	61
3.4. Tahap Penelitian	61
3.5. Metode Pengumpulan Data.....	63
3.6. Analisa Data.....	66
3.7. Analisa Uji Lendutan <i>Benkelman Beam</i> (BB).....	67
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	71
4.1. Lokasi Penelitian	71
4.2. Data Lalu Lintas	72
4.3. Data Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas.....	72
4.4. Data Lendutan.....	73
4.5. Analisa Data Lalu Lintas	75
4.5.1. Menentukan Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C).....	75
4.5.2. Menentukan Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (E).....	76
4.5.3. Menentukan Faktor Hubungan Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas (N).....	77
4.5.4. Menghitung Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA).....	78
4.6. Analisa Tebal Lapis Tambahan (<i>Overlay</i>) Perkerasan Lentur Jalan	79
4.6.1. Data Primer	79

4.6.2. Data Sekunder	79
4.6.3. Analisa Data Lendutan	79
4.6.4. Hasil Analisa Data Lendutan	102
4.7. Membandingkan Hasil Rekapitulasi Pengujian Penilaian Kerusakan Fungsional Jalan Menggunakan Metode <i>Pavement Condition Index</i> (PCI) dengan Pengujian Kerusakan Struktural Jalan Menggunakan Metode Lendutan Balik dengan Alat <i>Benkelman Beam</i>	104
BABV. KESIMPULAN DAN SARAN.....	109
5.1. Kesimpulan	109
5.2. Saran	111
DAFTAR PUSTAKA	113
LAMPIRAN.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil rekapitulasi tiap metode tebal lapis tambah	4
Tabel 2.2	Rekapitulasi tebal lapis tambah beban akibat yang ada di lapangan dan beban standar ruas jalan Tanah Badantung – Kiliran Jao	7
Tabel 2.3	Hasil tebal perkerasan jalan baru	9
Tabel 2.4	Hasil tebal perkerasan lapis tambah (<i>overlay</i>)	9
Tabel 2.5	Klasifikasi kelas jalan	17
Tabel 2.6	Gradasi agregat lapis pondasi	26
Tabel 2.7	Sifat-sifat agregat lapis pondasi dan pondasi bawah	27
Tabel 2.8	Sifat-sifat agregat lapis pondasi dan pondasi bawah	28
Tabel 2.9	Skala <i>Present Serviceability Index</i> (PSI)	32
Tabel 2.10	Indeks Kondisi Jalan <i>Road Condition Index</i> (RCI)	32
Tabel 2.11	Hubungan antara nilai <i>International Roughness Index</i> (IRI) dengan klasifikasi kondisi jalan	33
Tabel 2.12	Pengelompokkan kondisi jalan berdasarkan <i>Surface Distress Index</i> (SDI)	34
Tabel 2.13	Hubungan nilai <i>Pavement Condition Index</i> (PCI) dengan tingkat kondisi jalan	35
Tabel 2.14	Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan	44
Tabel 2.15	Koefisien distribusi kendaraan (C)	44
Tabel 2.16	Ekivalen muatan sumbu kendaraan (E)	45
Tabel 2.17	Faktor hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas (N)	46
Tabel 2.18	Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft).....	49
Tabel 2.19	Temperatur tengah (Tt) dan bawah (Tb) lapis beraspal berdasarkan data temperatur udara (Tu) dan temperatur permukaan (Tp)	50
Tabel 2.20	Penyesuaian faktor koreksi tebal lapis tambah (FK _{TBL})	58
Tabel 4.1	Data geometri ruas Jalan Triwidadi).....	71
Tabel 4.2	Data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) tahun 2017	72
Tabel 4.3	Data tingkat pertumbuhan lalu lintas	73
Tabel 4.4	Data uji lendutan	73

Tabel 4.5	Koefisien distribusi kendaraan (C)	75
Tabel 4.6	Hasil analisa akumulasi ekivalen beban sumbu standar (CESA)	78
Tabel 4.7	Hasil rekapitulasi analisa lendutan (Pd. T-05-2005-B)	103
Tabel 4.8	Hasil rekapitulasi analisa tebal lapis tambahan perkerasan	104
Tabel 4.9	Rekapitulasi hasil nilai PCI pada ruas Jalan Triwidadi Sta. 14+000 – 15+000	105
Tabel 4.10	Rekapitulasi hasil nilai PCI pada ruas Jalan Triwidadi Sta. 15+000 – 16+000	106
Tabel 4.11	Perbandingan hasil penelitian perkerasan jalan secara fungsional (PCI) dan penilaian perkerasan jalan secara struktural (<i>Benkelman Beam</i>)	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penentuan jenis penanganan di ruas jalan Tanah Badantung – Kiliran Jao	6
Gambar 2.2	Lapisan-lapisan pembentuk perkerasan lentur	24
Gambar 2.3	Lapisan-lapisan pembentuk perkerasan kaku.....	30
Gambar 2.4	Lapisan-lapisan pembentuk perkerasan komposit.....	30
Gambar 2.5	<i>Rating scale</i> perkerasan berdasarkan nilai <i>Pavement Condition</i> <i>Index (PCI)</i>	36
Gambar 2.6	Alat <i>Benkelman Beam</i>	42
Gambar 2.7	Spesifikasi truk pengujian	43
Gambar 2.8	Spesifikasi truk pengujian	43
Gambar 2.9	Faktor koreksi lendutan terhadap temperatur standar (Ft)	49
Gambar 2.10	Hubungan antara lendutan rencana dan lalu lintas	54
Gambar 2.11	Tebal lapis tambahan/ <i>Overlay</i> (Ho)	55
Gambar 2.12	Faktor koreksi <i>overlay</i> (Fo) temperatur rata-rata tahunan (TPRT)	56
Gambar 2.13	Faktor koreksi (FK _{TBL}) Modulus Resillien, M _R (Mpa)	58
Gambar 3.1	Lokasi penelitian, Daerah Istimewa Yogyakarta.....	59
Gambar 3.2	Ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	60
Gambar 3.3	Kondisi Ruas Jalan Triwidadi, Pajangan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta	60
Gambar 3.4	Bagan alir pelaksanaan penelitian	62
Gambar 3.5	Spesifikasi muatan truk standar.....	64
Gambar 3.6	Alat <i>Benkleman Beam</i>	65
Gambar 3.7	Bagan alir analisa data dengan metode lendutan Pd. T-05-2005- B.....	67
Gambar 4.1	Grafik lendutan balik terkoreksi (d _B) pada segmen 1.....	90
Gambar 4.2	Grafik lendutan balik terkoreksi (d _B) pada segmen 10.....	101
Gambar 4.3	Lendutan <i>Benkelman Beam</i> terkoreksi (d _B).....	103

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahun 2017 Pada Ruas Jalan Triwidadi	117
Lampiran 2. `Prediksi Lalu Lintas Harian Rata-rata.....	132
Lampiran 3. Temperatur Perkerasan Rata-rata Tahunan (TPRT) di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta	132
Lampiran 4. Analisa Nilai Lendutan Balik (dB).....	134
Lampiran 5. Perencanaan Tebal Lapis Tambahan	136
Lampiran 6. Dokumentasi Pengujian Lapangan	137

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
°C	[K]	Derajat Celcius
AASHTO	[-]	Asosiasi Jalan Raya Negara Bagian Amerika Serikat dan Pejabat Transportasi (<i>American Association of State Highway and Transportation Officials</i>)
AC-BC	[-]	<i>Asphalt Concrete – Binder Course</i>
AC-WC	[-]	<i>Asphalt Concrete – Wearing Course</i>
C	[-]	Koefisien Distribusi Kendaraan
C _a	[-]	Faktor Musim
CDV	[-]	<i>Corrected Deduct Value</i>
CESA	[-]	Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (<i>Comulative Equivalent Standard Axie</i>)
CF	[L]	Fungsi Kelengkungan (<i>Curfure Function</i>)
cm	[L]	Centimeter
d	[L]	Lendutan
d ₁	[L]	Lendutan Saat Beban Berada di Titik Awal Pengujian
d ₂	[L]	Lendutan Saat Beban Berada di Jarak 0,4 Meter dari Titik Awal Pengujian
d ₃	[L]	Lendutan Saat Beban Beada di Jarak 6 Meter dari Titik Awal Pengujian
d _B	[L]	Lendutan Balik
d _R	[L]	Lenduran Rata-rata
D _{rencana}	[L]	Lendutan Rencana
D _{sbløv}	[L]	Lendutan Sebelum <i>Overlay</i>
D _{stlov}	[L]	Lendutan Setelah <i>Overlay</i>
DV	[-]	<i>Deduct Value</i>
D _{Wakil}	[L]	Lendutan Wakil

Simbol	Dimensi	Keterangan
E	[-]	Angka Ekivalen
EMP	[-]	Ekivalen Mobil Penumpang
EXP	[-]	Eksponen
FK	[-]	Faktor Keseragaman Ledutan
FK _{B-BB}	[-]	Faktor Koreksi Beban Uji <i>Benkelman Beam</i>
FK _{Ijin}	[-]	Faktor Keseragaman Lendutan yang diijinkan
FK _{TBL}	[-]	Faktor Koreksi Tebal <i>Overlay</i> Penyesuaian
F _O	[-]	Faktor Koreksi Tebal Perkerasan
F _t	[-]	Faktor Penyesuaian Lendutan terhadap Temperatur Standar 35 °C
FWD	[-]	<i>Falling Weight Deflectometer</i>
H _L	[L]	Tebal Lapis Aspal
H _O	[L]	Tebal <i>Overlay</i> sebelum dikoreksi
HRS	[-]	<i>Hot Rolled Sheet</i>
H _t	[L]	Tebal <i>Overlay</i> setelah dikoreksi
HV	[-]	Kendaraan Berat
IRI	[-]	Indeks Ketidakrataan (<i>International Roughness Index</i>)
kg	[M]	Kilogram
km	[L]	Kilometer
Km/jam	[LT ⁻¹]	Kilometer per Jam
L	[L]	Lebar Perkerasan
LHR	[-]	Lalu Lintas Harian Rata-rata
LWD	[-]	<i>Light Weight Deflectometer</i>
M	[-]	Jumlah Kendaraan
m	[L]	Meter
MC	[-]	Sepeda Motor (<i>Motorcycle</i>)
Mm	[L]	Milimeter
M _g	[ML ⁻¹ T ⁻²]	<i>Modulus Resilient</i>
Mpa	[ML ⁻¹ T ⁻²]	Mega Pascal

Simbol	Dimensi	Keterangan
MST	[M]	Muatan Sumbu Terberat
N	[-]	Faktor Hubungan antara Umur Rencana dengan Pertumbuhan Lalu lintas
n	[T]	Umur Rencana Ruas Jalan
n _s	[-]	Jumlah Titik Pengujian Pada Segmen Jalan
PCI	[-]	Indeks Penilaian Kondisi Fungsional Perkerasan (<i>Pavement Condition Index</i>)
PSI	[-]	Indeks Permukaan (<i>Present Serviceability Index</i>)
r	[-]	Perkembangan atau Pertumbuhan Lalu Lintas
RAB	[-]	Rencana Anggaran Biaya
RCI	[-]	Indeks Kondisi Jalan (<i>Road Condition Index</i>)
s	[-]	Standar Deviasi
SASW	[-]	Analisa Gelombang Seismik Permukaan (<i>Spectral Analysis of Surface Wave</i>)
SDI	[-]	<i>Surface Distress Index</i>
SDRG	[-]	Sumbu <i>Dual</i> Roda Ganda
Smp	[-]	Satuan Mobil Penumpang
SN _{off}	[-]	<i>Structural Number Effective</i>
Sta	[-]	Stationing
STRG	[-]	Sumbu Tunggal Roda Ganda
STRT	[-]	Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STrRG	[-]	Sumbu <i>Triple</i> Roda Ganda
T _L	[K]	Temperatur Lapis Aspal
T _P	[K]	Temperatur Lapis Permukaan
T _t	[K]	Temperatur Lapis Tengah
T _b	[K]	Temperatur Lapis Bawah
TPRT	[K]	Temperatur Perkerasan Rata-rata Tahunan
UD	[-]	Tidak Terbagi (<i>undivided</i>)

DAFTAR ISTILAH

1. Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (E)
Angka yang menjadi pembanding untuk menunjukkan tingkat kerusakan jalan yang disebabkan oleh suatu lintasan beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang disebabkan oleh suatu lintasan beban sumbu standar.
2. Arloji pengukur (*Dial Gauge*).
Sebagai alat ukur lendutan dengan skala millimeter/mikrometer ketelitiannya 0,025 mm atau ketelitian yang lebih baik.
3. *Benkelman Beam*
Alat yang digunakan untuk mengilustrasikan kekuatan pada struktur perkerasan jalan berdasarkan hasil pengukuran lendutan balik dan lendutan langsung.
4. *Cummulative Equivalent Standart Axle (CESA)*
Akumulasi ekuivalen muatan sumbu standar sepanjang umur rencana
5. Laston
Campuran beraspal sebagai bahan pengikat aspal keras tanpa modifikasi (*Straight Bitumen*) memiliki gradasi gabungan yang rapat/menerus
6. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)
Lapisan yang teratas pada suatu perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang bersentuhan langsung dengan beban roda kendaraan.
7. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)
Lapisan struktur perkerasan lentur yang terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah
8. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)
Lapisan yang berada di antara lapisan atas dan di atas lapisan tanah dasar.
9. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)
Lapisan bagian terbawah dari perkerasan jalan berupa tanah asli, galian, maupun timbunan sebagai lapisan perletakan bagi lapisan di atasnya.
10. Lendutan Balik Maksimum (*Maximum Rebond Deflection*)

Besarnya lendutan balik pada perkerasan jalan dengan keadaan titik persinggungan batan *Benkelman Beam* selepas berpindah sejauh 6 m.

11. Lendutan Balik Titik Belok

Besarnya lendutan balik pada perkerasan jalan dengan keadaan di titik persinggungan batang *Benkelman Beam* selepas beban berpindah sejauh 0,3 m untuk penetrasi asbuton dan laburan atau sejauh 0,4 m untuk aspal beton.

12. Perkerasan Jalan

Bagian dari struktur jalan yang diperkeras dengan lapis konstruksi tertentu yang terletak di tanah dasar (*subgrade*) diperuntukkan bagi lalu lintas kendaraan.

13. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Konstruksi perkerasan yang biasanya menggunakan aspal sebagai bahan campurannya/pengikat lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan yang dibawahnya.

14. Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*)

Lapisan perkerasan yang ditambahkan di atas konstruksi perkerasan bertujuan guna meningkatkan kekuatan pada struktur perkerasan yang ada sebelumnya, agar dapat melayani lalu lintas kedepannya sesuai umur rencana yang direncanakan.

15. Umur Rencana

Waktu dimana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitasi atau kemampuan pelayanan perkerasan jalan berakhir.