

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERHITUNGAN BALIK (*BACKCALCULATION*) PADA
LENDUTAN JALAN DARI PENGUKURAN FWD UNTUK ANALISIS
MODULUS ELASTISITAS**



disusun oleh :

ARIO MUHAMMAD

NIM : 20050110006

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2009

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PERHITUNGAN BALIK (*BACKCALCULATION*) PADA
LENDUTAN JALAN DARI PENGUKURAN FWD UNTUK ANALISIS
MODULUS ELASTISITAS**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk mencapai derajat keserjanaan Strata-1 pada

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Telah diperiksa dan disahkan oleh :
Tim Penguji


Sri Atmaja P. Rosyidi, ST.M.Sc.Eng., Ph.D

Ketua Tim Penguji

Tanggal :

Ir. Siegfried, M.Sc., Ph.D

Anggota Tim Penguji



Tanggal :

Ir. Sentot Hardwiyono, M.Sc.

Anggota Tim Penguji

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji Syukur senantiasa kita panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Perhitungan Balik (*Backcalculation*) Pada Lendutan Jalan dari Pengukuran FWD Untuk Analisis Modulus Elastisitas**”. Sholawat serta salam senantiasa kita curahkan kepada Nabi Muhammad SAW., keluarga dan sahabat-sahabatnya yang telah membawa kita dari alam kebodohan menuju alam yang penuh ilmu pengetahuan seperti sekarang ini.

Melalui kata pengantar ini, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Ucapan berterima kasih antara lain kepada :

1. Sri Atmaja P. Rosyidi., ST., M.Sc.Eng., Ph.D., P.Eng., selaku dosen pembimbing utama. *Jazakallah khairan katsira* karena telah banyak memberikan bantuan, pengetahuan juga waktu dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.
2. Ir. Siegfried. M.Sc. Ph.D, selaku dosen pendamping yang telah banyak memberikan pemahaman tentang konsep penelitian ini, juga data-data sekunder yang sangat berguna untuk analisis.
3. Dr.Eng. Agus Setyo Muntohar., ST., M.Eng.Sc, selaku dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah banyak memberikan pengetahuan tentang penelitian kepada saya. *Jazakallah khairan katsira* atas semua apresiasi dan bantuannya.
4. Ir. Gendut Hantoro. MT (alm), selaku dosen mata kuliah Perencanaan Transportasi. Semoga Allah memberikan tempat terindah buat bapak. Saya mendapatkan banyak hal selama berinteraksi dengan bapak.
5. Tim *Almuhandis Research Community* (ARC), Seksi Kerohanian Islam Fakultas (SKIF), yang telah banyak memberikan dorongan untuk melangkah.
6. Tim PH LDK Jama'ah Al-Anhar (JAA) tahun 2007/2008. *Jazakumullah khairan katsir* atas semua pengalaman yang kalian berikan.

7. Teman-teman yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini. Terutama teknik sipil angkatan 2005. Semoga tahun ini banyak yang bisa lulus.

Harapan kami selaku penulis, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk pengembangan studi dalam bidang transportasi.

Yogyakarta, Februari 2009

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
.....	iii
DAFTAR ISI	v
.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	ix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Batasan Penelitian	4
E. Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Metode Falling Weight Deflectometer	8
B. Perhitungan Balik	9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
A. Bagan Alir Penelitian	16
1. Data dan Variabel Penelitian	18
2. Teknik Pengumpulan Data	18
3. Lokasi Penelitian	22
4. Analisis Lendutan	24
5. Perhitungan Umur Sisa	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	

A. Pemodelan Struktur Perkerasan	31
B. Contoh Analisis Lendutan	34
C. Analisis Hasil Perhitungan Balik	38
1. Sistem Struktur 3 Lapisan	38
2. Sistem Struktur 4 Lapisan	48
D. Analisis Nilai RMS	61
E. Proses dan Hasil Perhitungan Umur Sisa	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	69
B. Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gambar Falling Weight Deflectometer	9
.....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
.....	17
Gambar 3.2 Pelat Beban dan Sensor	19
.....	19
Gambar 3.3 Komputer	20
.....	20
Gambar 3.4 Alat Pengukur Suhu Perkerasan	20
.....	20
Gambar 3.5 Tipikal Cekung Lendutan	21
.....	21
Gambar 3.6 Grafik Hasil Lendutan FWD	22
.....	22
Gambar 3.7 Lokasi Pengambilan data FWD	23
.....	23
Gambar 3.8 Lokasi Pengambilan data FWD	24
.....	24

Gambar 3.9 Diagram Alir Perhitungan Balik	26
Gambar 3.10 Diagram Alir Perhitungan Umur Sisa	27
Gambar 3.11 Hubungan Antara CF dan Umur Sisa	30
Gambar 4.1 Pemodelan Struktur Perkerasan Jalan Soekarno-Hatta	32
Gambar 4.2 Pemodelan Struktur Perkerasan Jalan Lingkar Barat	32
Gambar 4.3 Pemodelan Struktur Perkerasan Jalan Padalarang	33
Gambar 4.4 Contoh Data Lendutan	35
Gambar 4.5 Tampilan Perangkat Lunak BAKFAA	36
Gambar 4.6 Tampilan Perangkat Lunak MICHBACK	36
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai E pada Sistem Struktur 3 Lapisan	41
Gambar 4.8 Distribusi Nilai E pada Jalan Soekarno-Hatta	42
Gambar 4.9 Distribusi Nilai E pada Jalan Lingkar Barat	44
Gambar 4.10 Distribusi Nilai E pada Jalan Padalarang-Purwakarta	46
Gambar 4.11 Perbandingan Nilai E pada Sistem Struktur 4 Lapisan	52
Gambar 4.12 Distribusi Nilai E pada Jalan Soekarno-Hatta	54

Gambar 4.13 Distribusi Nilai E pada Jalan Lingkar Barat	56
Gambar 4.14 Distribusi Nilai E pada Jalan Padalarang-Purwakarta	59
Gambar 4.15 Perbandingan Nilai RMS Sistem Perkerasan 3 Lapisan	62
Gambar 4.16 Perbandingan Nilai RMS Sistem Perkerasan 4 Lapisan	62
Gambar 4.17 Nilai SN_{eff} Sistem Struktur 3 Lapisan	64
Gambar 4.18 Nilai SN_{eff} Sistem Struktur 4 Lapisan	65

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan antara Lendutan Survai dan Teoritis MICHBACK...	37
Tabel 4.2 Nilai Modulus Elastisitas Hasil Perhitungan MICHBACK	37
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Balik Jalan Soekarno-Hatta Sistem 3 Lapisan ...	38
Tabel 4.4 Perbedaan nilai E Jalan Soekarno-Hatta Sistem 3 Lapisan.....	39
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Balik Jalan Lingkar Barat Sistem 3 Lapisan	39
Tabel 4.6 Perbedaan nilai E Jalan Lingkar Barat Sistem 3 Lapisan	40
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Balik Jalan Padalarang-Purwakarta.....	40
Tabel 4.8 Perbedaan nilai E Jalan Padalarang-Purwakarta Sistem 3 Lapisan .	40

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Balik Jalan Soekarno-Hatta Sistem 4 Lapisan ...	49
Tabel 4.10 Perbedaan nilai E Jalan Soekarno-Hatta Sistem 4 Lapisan.....	49
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Balik Jalan Lingkar Barat Sistem 4 Lapisan	50
Tabel 4.12 Perbedaan nilai E Jalan Lingkar Barat Sistem 4 Lapisan	50
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Balik Jalan Padalarang-Purwakarta.....	51
Tabel 4.14 Perbedaan nilai E Jalan Padalarang-Purwakarta Sistem 4 Lapisan	51
Tabel 4.15 Nilai Umur Sisa Perkerasan	68

INTISARI

Nilai modulus elastisitas (E) dan ketebalan (H) setiap lapisan perkerasan merupakan parameter yang penting untuk mengukur kekuatan struktur jalan. Untuk mengukur parameter E dan H secara efektif, diperlukan suatu pengujian tanpa merusak (*non destructive testing*, NDT) yang mampu melakukan pengujian dengan cepat, ekonomis dan hanya memberikan gangguan rendah terhadap kelancaran lalu lintas. Tugas Akhir ini bertujuan untuk menghitung modulus elastisitas, kekuatan struktur (SN) dan umur sisa perkerasan jalan menggunakan metode pengujian NDT menggunakan alat *Falling Weight Deflectometer* (FWD). Pengujian ini dapat mengukur modulus elastisitas struktur jalan melalui analisis respon perkerasan berupa data lendutan balik jalan. Pengujian FWD dilakukan pada tiga lokasi yang berbeda yaitu Jalan Soekarno-Hatta Bandung, Jalan Padalarang-Purwakarta Jawa Barat dan Jalan Lingkar Barat Yogyakarta. Data lendutan yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan metode perhitungan balik (*backcalculation*) dari paket program komputer BAKFAA dan MICHBACK. Pemodelan struktur perkerasan yang digunakan untuk melakukan perhitungan balik ini adalah sistem struktur 3 dan 4 lapisan.

Hasil perhitungan balik menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas yang dihasilkan dari kedua program tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Perbedaan modulus yang dihasilkan dari kedua program memiliki nilai yang relatif kecil. Korelasi nilai E dan *Root Mean Square* (RMS) yang merupakan salah satu dasar perhitungan balik yang digunakan kedua program juga menunjukkan hubungan yang sangat baik (kuat), hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi (R^2) dan koefisien korelasi (r) yang mendekati 1. Nilai SN_0 yang didapatkan dari tiga lokasi juga bervariasi antara 2,76 – 4,71 inchi, sedangkan nilai SN_{eff} berkisar antara 1,85 - 4,64 inchi. Sedangkan umur sisa perkerasan yang didapatkan berada pada kisaran 9,5 – 100%. Secara umum, tingginya nilai modulus elastisitas dan umur sisa perkerasan jalan pada 3 lokasi pengujian menunjukkan bahwa kondisi struktur perkerasan jalan yang diuji masih berada dalam kondisi yang cukup baik (*good performance*).

Kata kunci : Modulus elastisitas, lendutan, FWD, sistem 3 dan 4 lapisan, umur sisa perkerasan, RMS