



## TUGAS AKHIR

# ANALISIS NILAI KEKAKUAN DINAMIK LAPISAN PERKERASAN *CONBLOCK* MENGGUNAKAN METODE *SASW (Spectral Analysis of Surface Wave)*



Diajukan oleh :

**ELWIN HENDRATNO**

20020140007

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

## TUGAS AKHIR

### ANALISIS NILAI KEKAKUAN DINAMIK LAPISAN PERKERASAN CONBLOCK MENGGUNAKAN METODE SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*)

---

*Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk mencapai  
Derajat Sarjana (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK

---

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KEKAKUAN DINAMIK  
PADA LAPISAN PERKERASAN CONBLOCK MENGGUNAKAN  
METODE SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*)**

Dipersiapkan dan disusun oleh :


**ELWIN HENDRATNO**

20020140007

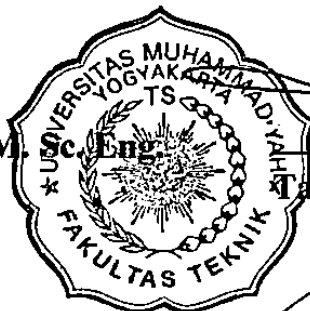



*Tugas akhir ini telah diuji, disetujui, dan disahkan di depan Dosen Penguji  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

1. Ir. Gendut Hantoro, MT.  
Dosen Pembimbing I  
(Ketua Tim Penguji)

  
Tanggal: 07/03/05

2. Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, M.  
Dosen Pembimbing II  
(Anggota Tim Penguji)



  
Tanggal: 07/03/05

3. M. Heri Zulfiar, ST, MT.  
(Anggota merangkap  
Sekretaris Tim Penguji)

  
Tanggal: 07.03.05

## **M O T T O**

***Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan)  
Kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain)  
Dan kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap  
(QS. Alam nasyrah: 6-8)***

***Barang siapa yang menempuh jalan untuk menuntut ilmu, maka Allah akan  
mempermudah jalannya menuju surga  
(HR. Abu Daud dan Turmudzi)***

***Menjadi lelaki yang mencintai tuhanNYA, menjadikan islam sebagai agama  
akhirnya, hidup, mati, ibadah, hanya untukMU ya ALLAH dan nabi***

## **PERSEMBAHAN**

***Tugas akhir ini kupersembahkan untuk orang-orang terdekat dalam hidupku***

***ini :***

***Ayah dan Ibuku tercinta Alm Bpk. Syarifudin Ali dan Bu Nurbaini yang telah memberikan cinta dan kasih sayangnya yang tiada henti dengan seluruh jiwa***

***raga dan tak akan pernah terbalaskan,***

***Keluarga yang selalu memberikan dukungan***

***dan***

***Seluruh sahabat yang menjadi teman dalam perjalanan hidup ini.***

***Terima kasih***

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah mengizinkan hambanya untuk hidup di muka bumi ini. Menjaganya, memberikan rahmatNYA dan memberikan hidayah untuk dapat menyusun Laporan Tugas Akhir ini, dengan judul "Analisis Kekakuan Dinamis pada Lapisan Perkerasan *Conblock* Menggunakan Metode SASW (*Spectral Analysis of Surface Wave*)". Sholawat dan salam tetap berlimpah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, seluruh hidup dan mati kita insyaAllah membawa langkah pada ridho Allah SWT.

Tak lupa penyusun mengucapkan banyak terima kasih atas segala petunjuk, arahan bimbingan, dukungan, sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik sebagaimana mestinya kepada :

1. Ir. Wahyu Widodo, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ir. Gendut Hantoro, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Dosen Pembimbing I pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, M.Sc. Eng, sebagai Dosen Pembimbing II yang sudah membimbing serta mengarahkan dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. M. Heri Zulfiar. ST, MT, sebagai Dosen Penguji pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
5. Kedua orang tua penyusun yang telah memberikan semangat, angan, harapan dan impian baik itu dalam bentuk moril maupun materil.
6. Hanif Gentur Akbar, atas kerja sama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak disebutkan namanya satu persatu.

Penyusun sangat menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penyusun harapkan sehingga Tugas Akhir ini menjadi lebih sempurna. Akhir kata semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan pembaca semua.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, Februari 2005

(Penyusun)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
INTISARI.....	xv

### BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Keaslian Penelitian.....	3

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lapisan Perkerasan .....	4
2.2. Lapisan Perkerasan <i>Conblock</i> .....	4
2.3. Gelombang Seismik.....	5
2.4. Sejarah dan Perkembangan SASW.....	8
2.5. Penyebaran Gelombang Rayleigh.....	9
2.6. Analisis Frekuensi.....	11
2.7. Metode Analisis dalam Pengujian SASW.....	12



### **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1. Analisis Frekuensi.....	15
3.2. Pembuatan Kurva Penyebaran Kecepatan Fase.....	17
3.3. Proses Rata-rata Kecepatan.....	18
3.4. Proses Inversi.....	20
3.5. Menghitung Modulus Geser dan Modulus Elastisitas.....	22

### **BAB IV METODOLOGI PENELITIAN**

4.1. Tahapan Penelitian dengan Metode SASW.....	24
4.2. Denah Lokasi Pengujian.....	26
4.3. Metode Pengambilan Data.....	27
4.3.1. Studi kelayakan.....	27
4.3.2. Pengambilan data primer.....	28
4.3.3. Penentuan parameter studi .....	28
4.4. Peralatan dalam pengukuran data seismik .....	28
4.4.1 Alat Pembangkit Gelombang Permukaan Rayleigh .....	29
4.4.2 Alat sensor .....	30
4.4.3 Alat penganalisis spektrum .....	30
4.5. Prosedur Pengujian Lapangan.....	31
4.6. Pengaturan Jarak di Antara Sumber Gelombang dan Sensor.....	33
4.7. Proses Analisis Data Seismik Metode SASW .....	35
4.7.1. Metode Analisis Data Seismik dalam Domain Waktu .....	35
4.7.2. Metode Penyaringan dan Penyembunyian ( <i>masking</i> ) .....	36
4.7.3. Pembuatan Kurva Penyebaran .....	37
4.7.5. Proses Inversi .....	41
4.7.6. Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastis .....	41
4.8. Profil Akhir .....	41
4.9. Uji Statistik .....	42

### **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1. Data Seismik Gelombang Rayleigh.....	44
5.2. Proses Analisis Spektrum dengan dB 01 .....	51
5.3. Proses Penyembunyian ( <i>Masking Proses</i> ) .....	57
5.4. Penggunaan Spektrum Gabor .....	59
5.5. Analisis Perhitungan Kecepatan Fase .....	63
5.6. Kurva Penyebaran Individu .....	66
5.7. Kurva Penyebaran Gabungan .....	68
5.8. Analisis Kurva Gabungan Penyebaran Rata – Rata .....	69
5.9. Proses Inversi .....	70
5.10. Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastis .....	75
5.11. Pembahasan .....	78
5.11.1. Lapisan <i>conblock</i> .....	78
5.11.2. Karakteristik pondasi .....	82
5.11.3. Karakteristik <i>subgrade</i> .....	86

## **BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1. Kesimpulan.....	90
6.2. Saran .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
2.1	Bentuk lapisan perkerasan	4
2.2	Bentuk hubungan <i>conblock</i> untuk lalu lintas kendaraan gelombang badan ( <i>body wave</i> ) dan gelombang permukaan ( <i>surface wave</i> ) yang terjadi akibat gempa	5
2.3	Perubahan partikel yang terjadi akibat gelombang badan	6
2.4	Perubahan partikel yang terjadi akibat gelombang permukaan	7
2.5	Sifat gelombang Rayleigh yang merambat pada permukaan media yang berlapis	7
2.6	<i>Auto power spektrum, cross power spektrum, coherence dan transformasi function</i>	10
2.7	Kurva penyebaran kecepatan gelombang fase setelah dirata - rata terhadap kurva gabungan	12
3.1	Bagan alir penelitian	20
4.1	Denah lokasi titik uji	24
4.2	Peralatan yang digunakan dalam metode SASW	27
4.3	Alat pembangkit gelombang	29
4.4	Unit Akuisisi	29
4.5	Jarak antara sensor dan sumber gelombang	31
4.6	Garis Imajiner	32
4.7	Proses penyembunyian	33
4.8	Kurva penyebaran individu	37
4.9	Kurva penyebaran gabungan	39
4.10	Bagan alir pembuatan kurva penyebaran	39
4.11	Hubungan kecepatan gelombang geser dan kedalaman	40
4.12	Data analog gelombang untuk 4 cm	42
5.1	Data analog gelombang untuk 8 cm	45
5.2		46

Nomor	Gambar	Halaman
5.3	Data analog gelombang untuk 16 cm	47
5.4	Data analog gelombang untuk 32 cm	48
5.5	Data analog gelombang untuk 64 cm	49
5.6	Spektrum untuk jarak sensor 4 cm	51
5.7	Spektrum untuk jarak sensor 8 cm	52
5.8	Spektrum untuk jarak sensor 16 cm	53
5.9	Spektrum untuk jarak sensor 32 cm	54
5.10	Spektrum untuk jarak sensor 4 cm	55
5.11	Proses penyembunyian untuk titik 8 Jalan Samping	57
5.12	Spektrum gabor untuk jarak sensor 4 cm	60
5.13	Spektrum gabor untuk jarak sensor 8 cm	60
5.14	Spektrum gabor untuk jarak sensor 16 cm	61
5.15	Spektrum gabor untuk jarak sensor 32 cm	62
5.16	Spektrum gabor untuk jarak sensor 64 cm	62
5.17	Data gelombang sebelum IRF dan sesudah IFR	63
5.18	Spektrum Wrapped titik 8 Jalan Samping	64
5.19	Kurva penyebaran individu untuk titik 8 Jalan Samping	67
5.20	Kurva gabungan untuk titik 8 Jalan Samping	69
5.21	Kurva penyebaran pengujian rata – rata global	70
5.22	Grafik hubungan kecepatan gelombang Rayleigh dan Kedalaman	73
5.23	Profil hubungan kecepatan gelombang geser dan Kedalaman	74
5.24	Profil hubungan modulus geser dan Kedalaman	76
5.25	Profil hubungan modulus elastis dan Kedalaman	77

## DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
2.1	Perbedaan nilai modulus elastis pada apron pesawat <i>Tindal Air Force</i>	14
4.1	Jarak sensor dan frekuensi rencana	34
5.1	Nilai data analog gelombang sensor 1 dan sensor 2	50
5.2	Nilai <i>coherence</i> untuk titik 8 Jalan Samping	57
5.3	Tabel hasil perhitungan Vs, H, G dan E	72
5.4	Hasil pengujian SASW untuk ketebalan lapisan <i>conblock</i>	78
5.5	Nilai rata – rata untuk kecepatan gelombang geser pada <i>conblock</i>	81
5.6	Nilai rata- rata modulus elastis (E) pada <i>conblock</i>	81
5.7	Hasil uji rata – rata kedalaman dengan metode SASW jalan Boulevard	82
5.8	Hasil uji rata – rata kedalaman dengan metode SASW jalan Samping	82
5.9	Nilai rata – rata kecepatan gelombang geser pondasi	83
5.10	Perbandingan kecepatan gelombang geser yang didapat dengan hasil penelitian terdahulu	83
5.11	Hasil rata – rata modulus elastis pondasi	84
5.12	Perbandingan modulus elastis terhadap hasil penelitian terdahulu	84
5.13	Hasil rata – rata kecepatan gelombang geser <i>subgrade</i>	85
5.14	Perbandingan kecepatan gelombang geser pada <i>subgrade</i> dengan hasil penelitian terdahulu	86
5.15	Nilai rata – rata hasil pengujian modulus geser <i>subgrade</i>	86

Nomor	Tabel	Halaman
5.16	Nilai rata – rata hasil pengujian modulus elastis <i>subgrade</i>	87
5.17	Perbandingan hasil dengan penelitian terdahulu untuk <i>subgrade</i>	87

## DAFTAR SIMBOL

A	= amplitudo gelombang.
E	= modulus elastik dinamik
f	= frekuensi gelombang.
G	= modulus geser.
$G_{xx}$	= spektrum tenaga auto.
$G_{xy}$	= spektrum tenaga silang.
H	= kedalaman lapisan.
r	= rasio peningkatan tetap ( <i>constant increment ratio</i> ).
t	= waktu gelombang.
$\gamma^2(f)$	= nilai koheren.
$V_R$	= kecepatan gelombang R (Rayleigh).
$V_s$	= kecepatan gelombang geser.
$\mu$	= angka poisson material.
$\gamma$	= berat jenis bahan.
$\lambda$	= panjang gelombang.
$\phi$	= beda fase.