

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DATA SEISMIK GELOMBANG PERMUKAAN  
PADA ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE SASW**

**(Spectral Analysis of Surface Wave)**

**Studi Kasus Jalan Cikampek-Purwakarta**



**Disusun Oleh :**

**RATNA KURNIATI**

**20000110007**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DATA SEISMIK GELOMBANG PERMUKAAN  
PADA ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE SASW**

**(Spectral Analysis of Surface Wave)**

**Studi Kasus Jalan Cikampek-Purwakarta**



**Disusun Oleh :**

**RATNA KURNIATI**

**20000110007**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2005**

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DATA SEISMIK GELOMBANG PERMUKAAN PADA LAPISAN  
ASPAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE SASW  
(SPECTRAL ANALYSIS OF SURFACE WAVES)  
Studi Kasus Jalan Cikampek-Purwakarta**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan  
Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

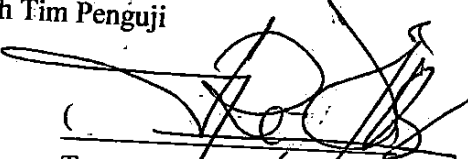
Oleh

NAMA : RATNA KURNIATI  
No. Mhs : 20000110007

Telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji

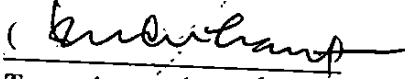
Sri Atmaja PJNNR, ST, M.Sc.C.Eng

Dosen Pembimbing I / Ketua Tim Penguji

()  
Tanggal : 11/07/05

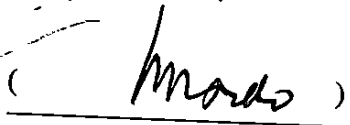
Ir. Gendut Hantoro, MT

Dosen Pembimbing II / Anggota Tim Penguji

()  
Tanggal : 11/07/05

Ir. Wahyu Widodo, MT.

Anggota Tim Penguji / Sekretaris

()  
Tanggal : 11/07/05

## HALAMAN MOTTO

*Sesungguhnya Allah tak akan merubah nasib suatu kaum, sehingga mereka merubah nasibnya mereka sendiri*  
(Q.s Ar-Ra'du : 11)

*Hari kemaren Cuma mimpi dan hari esok cuma bayang-bayang, tapi bila hari ini kita jalani dengan baik, setiap hari yang kemarin akan menjadi mimpi yang indah dan setiap esok menjadi bayang-bayang harapan. Jadi manfaatkan hari ini sebaik-baiknya*  
(anonim)

*Sesungguhnya Allah tidak melihat rupa dan penampilanmu, tetapi Allah melihat hati dan amal (produktifitas) kamu*  
(H.R. Muslim)

*Hidup ini adalah perjuangan, Cinta itu adalah misteri,  
Beribah sedikit waktu. Agar sesuatu itu datangnya barona telah hiasa*



## *HALAMAN PERSEMBAHAN*

*Niat, lafadz dan hasil perjuangan selama ini dipersembahkan untuk yang terkasih*

*Ayahanda Surahyo & Ibunda Sumarhiyah  
Kakakku Dedi Budi Susanto, SP.d dan Desi Yarni, SP.d  
Adikku yang cerdas serta lucu M. Farhansyah  
M. Syamsu Ridha as my life time partner, InsyaAllah  
Amin*



## KATA PENGANTAR

### **Assalamualaikum Wr Wb**

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan karunia dan hidayah-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini merupakan syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (SI) pada jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir ini tidak dapat berjalan dengan baik tanpa adanya bantuan serta dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materiil.

Penghargaan yang besar serta ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Sri Atmaja PJNR, ST, M.Sc.Eng selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing dan memberikan arahan selama pembuatan tugas akhir.
2. Bapak Ir. Gendut Hantoro, MT, selaku Dosen Pembimbing kedua yang dengan kesabaran dan kebaikannya telah memberikan bimbingan , arahan kepada penulis.
3. Bapak Ir. Wahyu Widodo, MT, selaku Dosen penguji tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Sentot Hardiwayono, MT., yang banyak memberikan motivasi, wawasan serta ilmu Teknik maupun ilmu-ilmu yang lainnya.
5. Ayahanda Surahyo dan Ibunda Sumarliyah, yang dengan tulus ihklas membesarkan, mendidik, membiayai, dan mencurahkan kasih sayangnya, memberikan motivasi dengan penuh kesabaran pengertian dan kelembutan serta doa yang selalu menyertai diriku.
6. Rekan-rekan seperjuangan Niessa, Gesti dan Catur yang merupakan rekan satu tim dalam penelitian ini.
7. Mas M. Syamsu Ridha yang selalu memberikan semangat, motivasi dan

- 8 Sahabat-sahabat baik, yang selalu mampu menjadi pendukung sekaligus pelemah mental, sekaligus rekan satu tim, diantaranya :
- a. Chairun Niessa Al Husna, terima kasih untuk ilmu rekayasa & kreatifnya, tenaga, waktu yang telah banyak tersita serta pertolongan yang tidak pernah membuat penulis merasa sungkan.
  - b. Gesti Nofianingrum, yang telah membuat penulis mencontoh semangatnya untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
  - c. Catur sigit yang juga merupakan rekan satu tim yang juga banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
  - d. Wendy, yang bersedia membagi ilmunya, Wawan, Eko, Sigit, Gentur.
  - e. Ayu Hustriana, dengan tulus ikhlas memberikan ruangan dan waktu yang digunakan oleh penulis.
  - f. Teman-teman di lingkungan Fakultas Teknik. Nana, Simbah, Mas Gergazi, Asep, Guruh, , Faruq, Eko, Eka KD,
  - g. Teman-teman EC Project. Rina M, Rahayu P, Mas Fanny Yusuf, Qq, Ian, Sholeh, Endi, Aang, Jefry, Pak Didit, Dian, Ian TS, Innanas, Purnomo Sigit, Syamsul dan Erwin.
  - h. Anak-anak kos Al-Barokah 24.A (mba Upik, mba Ambar, Sist Merlin, Sist Lola, mba Ari, Teh Qoni, mba Risma, Yu Titi, mba Laura, mba Evi, mba Rini, mba Desi, Nana & Vira) terimakasih atas doa, semangat dan motifasi yang diberikan.

Dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, namun penyusun tetap berusaha untuk meraihnya. Oleh karena itu kepada segenap pembaca berkenan memberikan kritik, saran maupun pujian untuk tugas selanjutnya.

Akhirul kalam kepada segenap pembaca apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan mohon maaf yang sebesar-besarnya. Semoga hasil laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Amiin.

Yogyakarta, Juni 2005

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>xii</b>
<b>INTISARI</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	1
1.3 BATASAN MASALAH	2
1.4 KEASLIAN PENELITIAN	3
	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 JENIS PERKERASAN JALAN	4
2.2 KONSTRUKSI PERKERASAN LENTUR	4
2.3 SEJARAH DAN PERKEMBANGAN SASW	4
2.4 GELOMBANG SEISMIK	5
2.5 PROSEDUR PENGUKURAN DATA SEISMIK DI LAPANGAN	6
	10
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	
3.1 FUNGSI SPEKTRUM DALAM SASW	12
	12
3.1.1 Spektrum Linier ( <i>Linear Spectrum</i> )	14
3.1.2 Spektrum Tenaga Auto ( <i>Auto Power Spektrum</i> )	14
3.1.3 Spektrum Tenaga Silang ( <i>Cross Power Spektrum</i> )	14
3.1.4 Fungsi Pindahan ( <i>Transfer Function</i> )	14
3.1.5 Fungsi Koheren ( <i>Coherence Function</i> )	14
	15



3.2 MENGHITUNG KECEPATAN GELOMBANG RAYLEIGH( $V_R$ )	16
3.3 PROSES INVERSI	16
3.4 ENGHITUNG MODULUS GESER (G) DAN MODULUSELASTISITAS (E)	17
3.5 UJI STATISTIK YANG DIGUNAKAN	18
3.5.1 Rata-rata ( <i>Mean</i> )	18
3.5.2 Simpangan Baku ( <i>Standard Deviasi</i> )	18
3.5.3 Kesalahan Baku ( <i>Standar Error</i> )	19
3.5.4 Uji T	19
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	<b>21</b>
4.1 BAGAN ALIR PENELITIAN	21
4.2 PILOT STUDY	23
4.3 PENGAMBILAN DATA DI LAPANGAN	23
4.3.1 Lokasi Penelitian	23
4.3.2 Alat yang digunakan	23
1. Sensor	24
2. Pembangkit Gelombang	24
3. Penganalisis Spektrum ( <i>Spectrum Analyzer</i> )	25
4.3.2 Kalibrasi Alat	26
4.4 DATA YANG DIGUNAKAN	27
4.5 TATACARA PENGUKURAN DI LAPANGAN	27
4.6 TATACARA PENGUKURAN GEOMETRIK	28
4.7 ANALISIS DATA SEISMIK	29
4.7.1 Analisis Transformasi Fourier Cepat ( <i>Fast Fourier Transform, FFT</i> )	29
4.7.2 Kurva penyebaran kecepatan fase.	29
4.7.2.1 Proses Penyembunyian	30
4.7.2.2 Pembentukan Kurva Penyebaran	30
4.8 PROSES INVERSI	32
4.9 PROFIL AKHIR	32

<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>33</b>
5.1 ANALISIS DATA	33
5.1.1 Data Seismik	33
5.1.2 Proses Analisis Spektrum Gelombang	34
5.1.3 Proses Penyembunyian ( <i>Masking Proses</i> )	36
5.1.4 Perhitungan Kecepatan Fase	38
5.1.5 Kurva Penyebaran	40
5.1.5.1 Kurva Penyebaran Individu	40
5.1.5.2 Kurva Penyebaran Gabungan	43
5.1.5.3 Analisis Kurva Rata-rata Global	44
5.1.6 Proses Inversi	44
5.1.7 Profil Akhir	47
5.2 PEMBAHASAN	<b>51</b>
5.2.1 Lapisan Permukaan Aspal	51
5.2.2 Lapisan Fondasi	52
5.2.3 Lapisan <i>Subgrade</i>	54
5.2.4 Analisis Uji T	56
5.2.4.1 Lapisan Aspal	56
5.2.4.2 Lapisan Fondasi	58
5.2.4.3 Lapisan <i>Subgrade</i>	59
 <b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b>	 <b>61</b>
6.1 KESIMPULAN	61
6.2 SARAN	62
 <b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur	5
Gambar 2.2	Deformasi partikel yang dihasilkan oleh gelombang primer	7
Gambar 2.3	Deformasi gelombang yang dihasilkan oleh gelombang sekunder	7
Gambar 2.4	Deformasi gelombang yang dihasilkan oleh gelombang love	8
Gambar 2.5	Deformasi gelombang yang dihasilkan oleh gelombang Rayleigh	9
Gambar 2.6	Penyebaran gelombang Rayleigh, P dan S dengan pembebanan berbentuk lingkaran pada lapisan homogen, isotropik dan elastis	9
Gambar 3.1	Ilustrasi linier sistem yang ideal dan sistem linier yang terjadi di lapangan	13
Gambar 4.1	Bagan alir penelitian	21
Gambar 4.2	Peta lokasi penelitian (Gambar tidak berskala)	23
Gambar 4.3	Dua buah sensor dan alat-alat bantu yang digunakan dalam penelitian	24
Gambar 4.4	Pembangkit gelombang	25
Gambar 4.5	Alat penganalisis spektrum	26
Gambar 4.6	Penggunaan komputer pada pengujian dilapangan	26
Gambar 4.7	Kalibrator VE10 01 dB	27
Gambar 4.8	Geometri titik tengah ( <i>common mod point, CMP</i> )	29
Gambar 4.9	Grafik eksperimen individu	31
Gambar 5.1	Data Analog Gelombang Sensor 1 dan sensor 2	34
Gambar 5.2	(a) auto power spectrum sensor1, (b) auto power spectrum sensor 2, (c) cross power spectrum, (d) transfer funtion, (e) coheren fuction, pada jarak 4 cm (Sta 0+070)	35
Gambar 5.3	(a) Gelombang individu yang dimasking pada jarak 4cm, (b) 8 cm, (c) 16 cm, (d) 32 cm dan (e) pada jarak 64 cm	36
Gambar 5.4	a) Spektrum fungsi transformasi untuk membuat kurva penyebaran wrapped, (b) unwrapped pada jarak sensor 32 cm dan (c) kurva hubungan panjang gelombang Rayleigh dengan kecepatan fase	39

Gambar 5.5	Kurva penyebaran individu pada jarak antar sensor (a) 4 cm, (b) 8 cm, (c) 16 cm, (d) 32 cm, (e) 64 cm, (f) 100 cm	41
Gambar 5.9	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 64 cm	38
Gambar 5.6	(a) Kurva penyebaran gabungan, (b) kurva penyebaran gabungan berkualitas baik.	43
Gambar 5.7	kurva penyebaran pengujian rata-rata global	44
Gambar 5.8	Profil kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dan kedalaman (H) pada Sta 0+110	46
Gambar 5.9	Profil kecepatan modulus elastis (E) dan kedalaman (H) pada Sta 0+110	49
Gambar 5.10	Profil kecepatan modulus geser (G) dan kedalaman (H) pada Sta 0+110	50

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Contoh hasil perhitungan kecepatan gelombang geser ( $V_s$ ) dan kedalaman (H)	45
Tabel 5.2	Contoh hasil perhitungan kedalaman (H) dan modulus elastisitas (E)	48
Tabel 5.3	Analisis statistik deskriptif kecepatan gelombang geser dan modulus elastisitas lapisan aspal pada (a) Sta 0+070, (b) Sta 0+090, (c) 0+110	51
Tabel 5.4	Analisis statistik deskriptif kecepatan gelombang geser dan modulus elastisitas lapisan fondasi pada (a) Sta 0+070, (b) Sta 0+090, (c) 0+110	53
Tabel 5.5	Perbandingan nilai rata-rata $V_s$ (m/s) dengan penelitian lain menggunakan SASW	53
Tabel 5.6	Perbandingan nilai Modulus Elastisitas dengan penelitian sebelumnya	54
Tabel 5.7	Analisis statistik deskriptif kecepatan gelombang geser dan modulus elastisitas lapisan subgrade pada (a) Sta 0+070, (b) Sta 0+090, (c) 0+110	55
Tabel 5.8	Perbandingan Kecepatan Gelombang Geser	55
Tabel 5.9	Perbandingan Modulus Elastisitas	56