

LAPORAN TUGAS AKHIR
ANALISIS DATA SEISMİK GELOMBANG PERMUKAAN
PADA LAPISAN PERKERASAN LENTUR DENGAN
MENGGUNAKAN METODE SASW
Studi Kasus Jalan Cikampek-Purwakarta

**(Disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh
derajat sarjana strata satu program studi Teknik Sipil)**



Diajukan Oleh :

Chairun Niessa Al Husna 2000 011 0008

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS DATA SEISMIK GELOMBANG PERMUKAAN PADA
LAPISAN PERKERASAN LENTUR 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 : CHAIRUN NIESSA AL HUSNA

No. Mhs : 20000110008

Telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji

Ir. Gendut Hantoro, MT

Dosen Pembimbing I / Ketua Tim Penguji

Acc Gendut
(_____)

Tanggal :

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

Dosen Pembimbing II / Anggota Tim Penguji

Acc, 22/06/07
(_____)

Tanggal :

Ir. Wahyu Widodo, MT.

Anggota Tim Penguji / Sekretaris

Acc h'
(_____)

Tanggal :

Imajinasi lebih penting daripada pengetahuan.

**Semangat yang besar sering kali menghadapi perlawanan dahsyat dari
pikiran-pikiran yang biasa saja.**

(Einstein)

Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga

mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.

Untuk Keluarga Terkasih,
Husni Teryono, Rahayu Sri Sulastri, and Ayu Hustriana

We're always not perfect, but family will always accept you however you are.

No one left behind. So, this is for us!

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil'alamin, puji syukur ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam tercurah kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, istri-istrinya, para sahabat dan para pengikutnya sampai akhir jaman.

Terwujudnya laporan Tugas Akhir dengan judul Analisis Data Seismik Gelombang Permukaan pada Lapisan Perkerasan Lentur dengan Menggunakan *Metode Spectral Analisis of Surface Waves* adalah sebuah pencapaian besar dalam proses yang panjang. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penyusun menghaturkan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang selalu menjadi segalanya, tempat berasal dan berpulang. Terima kasih telah menghadirkan atmosfer Abad 21 dengan puncak-pemiknnya yang selalu membuat kalimat *Astagfirullah, Subhanallah* dan *Alhamdulillah* terucap dalam satu helaan nafas.
2. Orang tua, Husni Teryono dan Rahayu Sri Sulastri, dengan segala kasih, dukungan dan doa restu yang tanpa henti.
3. Sri Atmaja PJNRR, ST, M.Sc. Eng, selaku dosen pembimbing dan pemotivator dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Ir. Gendut Hantoro, MT, selaku dosen pembimbing dan pemotivator dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
5. Ir. Sentot Hardwiyono, MT, selaku teman selama penelitian, teman diskusi dan pemotivator yang humoris di lingkungan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Ir. Wahyu Widodo, MT, selaku dosen penguji pendadaran Tugas Akhir ini.
7. Ayu Hustriana, dengan tulus tanpa pamrih terus dan masih menyayangi, meminjami semangat dan penghiburannya.
8. *Segala Terima kasih banyak*

9. Sahabat-sahabat baik, yang selalu mampu menjadi pendukung sekaligus pelemah mental, kompetitor sekaligus rekan satu tim, diantaranya :
- a. Ratna Kurniati, terima kasih untuk tidak mengajari dengan kalimat-kalimat dan selalu mengembalikan penyusun dalam kerangka pikiran yang sederhana.
 - b. Catur Sigit dan Gesti Nofianingrum.
 - c. Wendy, Wawan, Eko, Sigit, Gentur dan Elvin.
 - d. Teman-teman di lingkungan Fakultas Teknik. Simbah, Asep, Guruh, Ibnu, Estu, Faruq, Memet, Eko, Mas Opi, Sigit-Serpong, Lilik, Yosep, Doni Kecil, Doni TE, Doni TS, Topik, Mirna, Novi, Eka KD, Aisyah, Okta, Wanti, Sherman, Fadzil, Dewi, Ismi L.
 - e. Diana Natalia, Mas Tofi, Saiful Bahri dan Tika.
 - f. Teman-teman EC Project. Rina M, Rahayu P, Fanny Yusuf, Qq, Ian, Sholeh, Endi, Aang, Jefry, Dian, Rhino, Ian TS, Innanas, Purnomo Sigit, Pak Didit, Syamsul dan Erwin.
 - g. Teman-teman dari Swacomsta. Mari mengkomikkan Indonesia. Helmy Aulia, Andri Restyadi, *thanks for remind me that we are live in present.*
 - h. Purna Mustika, *thanks for always be honest with me.*
 - i. Reni Ratna Pratiwi.
 - j. Abeer ND Al Hanbali. *You are a very inspiring woman. I hope we will see again someday.*

Dalam penyusun 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. Amin

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
INTISARI	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. MANFAAT PENELITIAN	2
D. BATASAN MASALAH	2
E. KEASLIAN	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. JENIS PERKERASAN	4
B. GELOMBANG SEISMIK	5
1. Gelombang Badan (<i>Body Waves</i>)	5
2. Gelombang Permukaan	6
C. SEJARAH <i>Spectral Analysis of Surface Waves</i> (SASW)	8
D. STUDI SASW PADA PEKERJAAN PERKERASAN JALAN	10
BAB III LANDASAN TEORI	11
A. FUNGSI SPEKTRUM DALAM SASW	11
1. Spektrum Linier (<i>Linear Spectrum</i>)	13

3. Spektrum Tenaga Silang(<i>Cross Power Spektrum</i>)	14
4. Fungsi Pindahan (<i>Transfer Function</i>)	14
5. Fungsi Koheren (<i>Coherence Function</i>)	15
B. MENGHITUNG KECEPATAN GELOMBANG RAYLEIGH(V_R)	16
C. PROSES INVERSI	17
D. MENGHITUNG MODULUS GESER (G) DAN MODULUS ELASTISITAS (E)	17
E. UJI STATISTIK YANG DIGUNAKAN	18
1. Rata-rata (<i>Mean</i>)	18
2. Simpangan Baku (<i>Standard Deviasi</i>)	18
3. Kesalahan Baku (<i>Standar Error</i>)	19
4. Uji Hipotesis	19
5. Uji T	19
BAB IV METODE PENELITIAN	21
A. BAGAN ALIR PENELITIAN	21
B. PILOT STUDY	22
C. PROSEDUR PENGUKURAN DATA SEISMIC DI LAPANGAN	23
1. Lokasi Penelitian	23
2. Peralatan yang digunakan	23
3. Tata Cara Pengukuran Geometrik	26
D. METODE ANALISIS DATA SEISMIC	29
1. Analisis Transformasi Fourier Cepat (<i>Fast Fourier Transform, FFT</i>)	29
2. Kurva penyebaran kecepatan fase.	29
3. Proses Inversi	33
4. Profil Akhir	34
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	35
A. HASIL	35
1. Data Seismik	35
2. Spektrum-spektrum Hasil Analisis Fast Fourier Transform	40

3. Analisis Spektrum

51

4. Proses Inversi dan Derivasi Modulus Elastisitas dan Modulus

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Penelitian Rosyidi et.al (2002) di Landed Zone 4-B Precint 11	10
Tabel 2.2	Perbandingan Nilai Vs Penelitian Rosyidi et al., Nazarian dan Al Hunaidi	11
Tabel 5.1	Perhitungan Vs, H, G dan E	58
Tabel 5.2	Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Lapisan Permukaan	62
Tabel 5.3	Kesimpulan Hasil Analisis Statistik Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Lapisan Permukaan	62
Tabel 5.4	Modulus Elastisitas (E) Lapisan Permukaan	62
Tabel 5.5	Kesimpulan Hasil Analisis Statistik Modulus Elastis (E) Lapisan Permukaan	62
Tabel 5.6	Perhitungan Uji T pada Sta 0+000	64
Tabel 5.7	Perhitungan Uji T pada Sta 0+020	65
Tabel 5.8	Perhitungan Uji T pada Sta 0+045	65
Tabel 5.9	Modulus Geser (G) Lapisan Permukaan	65
Tabel 5.10	Kesimpulan Hasil Analisis Statistik Modulus Geser (G) Lapisan Permukaan	66
Tabel 5.11	Ketebalan Lapisan Permukaan	66
Tabel 5.12	Kecepatan Gelombang Geser (Vs) Lapisan Fondasi	67
Tabel 5.13	Kesimpulan Hasil Analisis Kecepatan Gelombang Geser pada Lapisan Fondasi	67
Tabel 5.14	Perbandingan nilai rata-rata Vs (m/s) dengan penelitian lain menggunakan SASW	67
Tabel 5.15	Modulus Elastisitas Lapisan Fondasi	68
Tabel 5.16	Kesimpulan Hasil Analisis Modulus Elastisitas pada Lapisan Fondasi	68
Tabel 5.17	Perbandingan nilai Modulus Elastisitas dengan penelitian sebelumnya.	68
Tabel 5.18	Perhitungan Uji T pada Sta 0+000	68

Tabel 5.19	Perhitungan Uji T pada Sta 0+020	70
Tabel 5.20	Perhitungan Uji T pada Sta 0+045	70
Tabel 5.21	Modulus Geser Lapisan Fondasi	71
Tabel 5.22	Kesimpulan Hasil Analisis Modulus Geser pada Lapisan Fondasi	71
Tabel 5.23	Ketebalan Lapisan Fondasi	71
Tabel 5.24	Kecepatan Gelombang Geser Lapisan Tanah Dasar	72
Tabel 5.25	Kesimpulan Hasil Analisis Kecepatan Gelombang Geser pada Lapisan Tanah Dasar	72
Tabel 5.26	Perbandingan Kecepatan Gelombang Geser	73
Tabel 5.27	Modulus Elastisitas Lapisan Tanah Dasar	73
Tabel 5.28	Kesimpulan Hasil Analisis Modulus Elastisitas pada Lapisan Tanah Dasar	73
Tabel 5.29	Perhitungan Uji T pada Sta 0+000	74
Tabel 5.30	Perhitungan Uji T pada Sta 0+020	74
Tabel 5.31	Perhitungan Uji T pada Sta 0+045	75
Tabel 5.32	Modulus Geser Lapisan Tanah Dasar	75
Tabel 5.33	Kesimpulan Hasil Analisis Modulus Geser Lapisan Tanah Dasar	75
Tabel 5.34	Perbandingan Modulus Elastisitas (MPa) Hasil Perhitungan dengan metode SASW dan FWD	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Susunan Konstruksi Perkerasan Lentur	5
Gambar 2.2	Gelombang Seismik	7
Gambar 2.3	Sifat Gelombang Rayleigh yang Merambat pada Media Berlapis	7
Gambar 2.4	Penyebaran Gelombang Rayleigh, P dan S dengan Pembebanan Berbentuk Lingkaran pada Lapisan Homogen, Isotropik dan Elastis	8
Gambar 3.1	Sistem Ideal dan Sistem yang Terjadi di Lapangan	12
Gambar 4.1	Bagan Alir Penelitian	21
Gambar 4.2	Peta Lokasi Penelitian	23
Gambar 4.3	Penggunaan peralatan di lapangan	23
Gambar 4.4	Alat Pembangkit Gelombang	25
Gambar 4.5	Unit penerima spektrum <i>Harmonie</i> 01dB	26
Gambar 4.6	Geometri Titik Tengah	27
Gambar 4.7	Proses Penyembunyian pada Spektrum Fasa Tertutup dan Terbuka	33
Gambar 4.8	Grafik Eksperimen Individu	33
Gambar 5.1	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 4 cm	35
Gambar 5.2	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 4 cm	36
Gambar 5.3	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 8 cm	36
Gambar 5.4	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 8 cm	37
Gambar 5.5	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 16 cm	37
Gambar 5.6	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 16 cm	37
Gambar 5.7	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 32 cm	38
Gambar 5.8	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 32 cm	38
Gambar 5.9	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 64 cm	38
Gambar 5.10	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 64 cm	39
Gambar 5.11	Data Analog Gelombang Sensor 1 pada Jarak 100 cm	39
Gambar 5.12	Data Analog Gelombang Sensor 2 pada Jarak 100 cm	39

Gambar 5.13	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 4 cm	40
Gambar 5.14	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 4 cm	41
Gambar 5.15	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 8 cm	41
Gambar 5.16	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 8 cm	42
Gambar 5.17	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 16 cm	42
Gambar 5.18	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 16 cm	42
Gambar 5.19	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 32 cm	43
Gambar 5.20	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 32 cm	43
Gambar 5.21	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 64 cm	43
Gambar 5.22	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 64 cm	44
Gambar 5.23	Spektrum Tenaga Auto Sensor 1 pada Jarak 100 cm	44
Gambar 5.24	Spektrum Tenaga Auto Sensor 2 pada Jarak 100 cm	44
Gambar 5.25	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 4 cm	45
Gambar 5.26	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 8 cm	45
Gambar 5.27	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 16 cm	46
Gambar 5.28	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 32 cm	46
Gambar 5.29	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 64 cm	46
Gambar 5.30	Spektrum Tenaga Silang pada Jarak 100 cm	47
Gambar 5.31	Fungsi Koheren pada Jarak 4 cm	47
Gambar 5.32	Fungsi Koheren pada Jarak 8 cm	47
Gambar 5.33	Fungsi Koheren pada Jarak 16 cm	48
Gambar 5.34	Fungsi Koheren pada Jarak 32 cm	48
Gambar 5.35	Fungsi Koheren pada Jarak 64 cm	48
Gambar 5.36	Fungsi Koheren pada Jarak 100 cm	49
Gambar 5.37	Fungsi Pindahan pada Jarak 4 cm	49
Gambar 5.38	Fungsi Pindahan pada Jarak 8 cm	49
Gambar 5.39	Fungsi Pindahan pada Jarak 16 cm	50
Gambar 5.40	Fungsi Pindahan pada Jarak 32 cm	50
Gambar 5.41	Fungsi Pindahan pada Jarak 64 cm	50
Gambar 5.42	Fungsi Pindahan pada Jarak 100 cm	51
Gambar 5.43	Gelombang Individu pada Jarak 32 cm yang Dimaskini	52

Gambar 5.44	Gelombang Individu pada Jarak 64 cm yang Dimasking	52
Gambar 5.45	Gelombang Individu pada Jarak 100 cm yang Dimasking	52
Gambar 5.46	Perhitungan Kecepatan Fase (<i>wrapped</i>)	53
Gambar 5.47	Perhitungan Kecepatan Fase (<i>unwrapped</i>)	54
Gambar 5.48	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 4 cm	54
Gambar 5.49	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 8 cm	55
Gambar 5.50	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 16 cm	55
Gambar 5.51	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 32 cm	55
Gambar 5.52	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 64 cm	55
Gambar 5.53	Kurva Dispersi Eksperimen pada Jarak 100 cm	56
Gambar 5.54	Kurva Gabungan pada sta 0+020 pada Setiap Jarak	56
Gambar 5.55	Kurva Gabungan pada sta 0+020 yang Berkualitas Baik	57
Gambar 5.56	Kurva Penyebaran Pengujian Rata-rata Global	58
Gambar 5.57	Profil Hubungan Kecepatan Fase dan Kedalaman	60
Gambar 5.58	Profil Hubungan Modulus Elastisitas dan Kedalaman	61