

**LAPORAN PENELITIAN  
DOSEN MUDA**



**STUDI EVALUASI DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR  
PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN METODE *SPECTRAL  
ANALYSIS OF SURFACE WAVE (SASW)***

Oleh :

**IR. WAHYU WIDODO, MT.  
SRI ATMAJA P. ROSYIDI, ST., M.Sc.C.Eng., P.E.**

**DIBIYAI DIPA :**

**NOMOR:**

**DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
OKTOBER 2007**

**HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN HASIL  
PENELITIAN DOSEN MUDA**



---

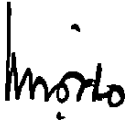
1. Judul Penelitian : Studi Evaluasi Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar Perkerasan Jalan Menggunakan Metode *Spectral Analysis of Surface Wave* (SASW)
2. Bidang Ilmu : Teknologi (Teknologi Rekayasa Jalan Raya)
3. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Ir. Wahyu Widodo, MT.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP : 132 005 745
- d. Pangkat/Golongan : Penata/III-c
- e. Jabatan : Lektor
- f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil
4. Waktu Penelitian : 8 bulan
5. Biaya : Rp 6.488.125,00

Yogyakarta, 1 September 2007

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Peneliti,

  
  
Ir. Wahyu Widodo, MT.  
NIP : 132005745

  
Ir. Wahyu Widodo, MT.  
NIP : 132005745

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian



Said Tuhuleley  
NIK : 113.012

## RINGKASAN DAN SUMMARY

Parameter tanah dasar merupakan parameter utama yang menggambarkan kondisi bawah perkerasan sebagai pertimbangan dalam pengambilan keputusan untuk pekerjaan-pekerjaan rehabilitasi jalan ataupun perencanaan ulang jalan. Saat ini, metode penilaian daya dukung tanah untuk jalan pasca-konstruksi di Indonesia masih menggunakan metode *dynamic cone penetrometer* (DCP) dan Benkleman Beam. Penggunaan metode DCP merupakan metode destruktif yang dapat merusak struktur jalan, memerlukan waktu yang lama dan biaya yang tinggi sedangkan dalam metode Benkleman Beam, parameter lendutan yang dihasilkan tidak dapat secara langsung menggambarkan daya dukung lapisan tanah dasar. Dalam penelitian ini metode *Spectral Analysis of Surface Wave* (SASW) digunakan untuk mengevaluasi nilai daya dukung tanah lapisan subrage perkerasan jalan pasca-konstruksi. Proses data seismik dalam metode SASW ini menggunakan 3 D untuk memperoleh hasil pengujian yang akurat dalam intepretasi mode perambatan gelombang Rayleigh dalam perkerasan jalan. Tingkat realibilitas dan signifikansi pengujian SASW dalam pengujian bahan tanah dasar perkerasan jalan diuji melalui berbagai bentuk korelasi eksperimental yang dihasilkan dari pemodelan SASW dan pengujian konvensional di lapangan (DCP). Korelasi eksperimental SASW yang dihasilkan diharapkan dapat digunakan sebagai referensi mengenai kemampuan metode SASW untuk penilaian perkerasan jalan di Indonesia.

## PRAKATA

Assalamu'alaikum Wr.Wb.,

Puji syukur dipanjatkan kehadirat Allah swt., dan sholawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW., beserta keluarga serta sahabatnya.

Laporan penelitian ini adalah hasil penelitian didanai oleh Koordinator Perguruan Tinggi Swasta (Kopertis) Wilayah, Daerah Istimewa Yogyakarta. Penelitian ini mengambil topik mengenai pengukuran modulus elastisitasi dinamik perkerasan jalan menggunakan teknik SASW. Topik kajian ini merupakan topik penelitian utama yang dilakukan secara berkelanjutan oleh Kelompok Studi Teknik Transportasi, Program Studi S-1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY) mengenai pengembangan teknik seismik dalam bidang teknik sipil, khususnya untuk infrastruktur jalan dan jembatan.

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang membantu terlaksananya penelitian ini, diantaranya Sudaryoto, ST., (Pimpro Proyek Peningkatan Jalan Nasional Piyungan – Gading dan Jalan Provinsi Prambanan - Pakem) yang telah mengizinkan peneliti untuk melakukan studi ini pada jaringan jalan nasional dan provinsi di Yogyakarta, Ir.Gendut Hantoro, MT. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil UMY, Drs. Said Tuhuleley selaku Ketua Lembaga Penelitian dan Pengembangan Pendidikan UMY, Prof. Mohd.Raihan Taha (Professor Bidang Geoteknik di UKM) dan Prof. Sung Ho Joh, BS., M.Sc., M.S., Ph.D. (Professor Geoteknik di Chung Ang University, Korea) yang telah banyak memberikan diskusi dan pengajaran kepada peneliti mengenai dinamika tanah dan pengujian seismik dalam teknik sipil, serta kepada saudara Wendy A., ST. sebagai Assisten Peneliti.

Penelitian ini merupakan awal pengembangan aplikasi teknologi seismik khususnya metode SASW dalam bidang jalan. Hasil ini diharapkan dapat dilanjutkan sehingga disunnya teknologi SASW ini sebagai salah satu alternatif metode penilaian kekuatan struktur dalam manajemen infrastruktur jalan.

Wassalam,

**Wahyu Widodo**  
**Sri Atmaja P. Rosyidi**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	1
HALAMAN PENGESAHAN .....	2
RINGKASAN DAN SUMMARY.....	4
PRAKATA .....	5
DAFTAR ISI.....	6
DAFTAR TABEL.....	8
DAFTAR GAMBAR.....	10
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>11</b>
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Perumusan Masalah .....	14
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>17</b>
2.1 Kajian Gelombang Mekanik .....	17
2.2 Matrik Kekakuan 3 D untuk Analisis Simpangan Gelombang .....	18
2.3 Aplikasi Algoritma Cooley-Tukey untuk Analisis Seismik .....	24
2.4 Analisis Kecepatan Gelombang Rayleigh.....	26
2.5 Analisis Modulus Elastisitas Bahan dari Data Gelombang .....	27
<b>BAB III TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN .....</b>	<b>28</b>
3.1 Tujuan Penelitian .....	28
3.2 Manfaat Penelitian .....	28
<b>BAB IV METODOLOGI.....</b>	<b>29</b>
4.1 Tahapan Utama Penelitian .....	29
4.2 Data dan Variabel.....	29
4.3 Teknik Pengumpulan Data.....	31
4.4 Analisis dan Intepretasi Data .....	35
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>40</b>
5.1 Pendahuluan .....	40
5.2 Corak Gelombang Seismik .....	40
5.3 Analisis Kecepatan Fase Gelombang pada Perkerasan.....	56
5.4 Hasil Inversi Profil Perkerasan Jalan Menggunakan Matrik Kekakuan 3 D.....	59
5.5 Analisis Modulus Elastisitas Lapisan Tanah Dasar .....	65
5.6 Analisis Daya Dukung Lapisan Tanah Dasar .....	66
5.7 Diskusi Modulus Elastisitas dan Daya Dukung Tanah Dasar .....	69

<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	74
6.1 Kesimpulan .....	74
6.2 Saran .....	75
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	76
<b>DRAFT ARTIKEL ILMIAH</b> .....	80
<b>SINOPSIS PENELITIAN</b> .....	

## DAFTAR TABEL

Tabel 5.1	Nilai modulus elasticitas lapisan tanah dasar perkerasan jalan	66
-----------	--	----



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penyebaran gelombang mekanik .....	17
Gambar 2.2.	Skematik beban luar sebagai tegangan dan perpindahan pada suatu lapisan.....	19
Gambar 2.3.	Model penyelesaian analisis 3 dimensi untuk media berlapis .....	21
Gambar 4.1	Bagan alir penelitian .....	30
Gambar 4.2.	Penentuan letak sensor dan sumber gelombang dalam pengukuran.....	33
Gambar 4.3.	Konfigurasi Titik Tengah Sensor dalam pengukuran .....	34
Gambar 4.4.	Implementasi konfigurasi pengukuran SASW lapangan di atas permukaan perkerasan di Jalan Nasional Piyungan.....	36
Gambar 4.5.	Bagan alir metode analisis dan intepretasi data gelombang .....	36
Gambar 5.1	Hasil rekaman sensor pertama untuk jarak antar sensor 4 cm .....	41
Gambar 5.2	Hasil rekaman sensor kedua untuk jarak antar sensor 4 cm .....	41
Gambar 5.3	Spektrum simpangan sensor pertama dalam jarak sensor 4 cm.....	42
Gambar 5.4	Spektrum simpangan sensor kedua dalam jarak sensor 4 cm.....	43
Gambar 5.5	Hasil rekaman sensor pertama untuk jarak antar sensor 64 cm .....	43
Gambar 5.6	Hasil rekaman sensor pertama untuk jarak antar sensor 200 cm .....	44
Gambar 5.7	Diagram alir proses FFT untuk tampilan spektrum .....	45
Gambar 5.8	Spektrum-auto density untuk jarak sensor 64 cm .....	47
Gambar 5.9	Spektrum-auto density untuk jarak sensor 4 cm .....	48
Gambar 5.10	Spektrum-auto density untuk jarak sensor 200 cm .....	49
Gambar 5.11	Spektrum-tenaga silang dalam bentuk kompleks untuk jarak sensor 4 cm .....	50
Gambar 5.12	Spektrum-tenaga silang dalam Nichols/Nyquist untuk jarak sensor 4 cm .....	51
Gambar 5.12	Spektrum-tenaga silang dalam Nichols/Nyquist untuk jarak sensor 64 cm .....	51
Gambar 5.13	Spektrum-tenaga silang dalam Nichols/Nyquist untuk jarak sensor 200 cm .....	52
Gambar 5.14	Spektrum fase dari pengukuran 4 cm.....	52

Gambar 5.15	Spektrum fase dari pengukuran 64 cm.....	53
Gambar 5.16	Spektrum fase dari pengukuran 200 cm.....	54
Gambar 5.17	Spektrum koheren hasil analisis untuk jarak sensor 4 dan 64 cm.....	55
Gambar 5.18	Analisis kecepatan fase untuk jarak sensor 4 cm.....	56
Gambar 5.19	Kurva sebaran eksperimen gabungan/komposit untuk Jalan Wonosari .....	57
Gambar 5.20	Kurva sebaran eksperimen gabungan/komposit untuk Jalan Prambanan.....	58
Gambar 5.21	Data rerata global kurva sebaran eksperimen untuk Jalan Prambanan.....	58
Gambar 5.22	Profil model SMP untuk analisis model 3 D .....	60
Gambar 5.23	Kurva Dispersi Hasil Simulasi Model 2 D dan 3 D terhadap Kurva Dispersi Eksperimen Jalan Prambanan – Pakem .....	62
Gambar 5.24	Perbandingan profil model 2 D dan 3 D di Jalan Prambanan – Pakem.....	63
Gambar 5.25	Hasil analisis resolusi lapisan profil model 2 D dan 3 D di Jalan Prambanan – Pakem.....	64
Gambar 5.26	Profil modulus elastik dari model 3 D di Jalan Prambanan – Pakem.....	65
Gambar 5.27	Perbandingan nilai DCP prediksi dari Rosyidi (2004) dan pengukuran langsung di Jalan Provinsi Prambanan-Pakem .....	67
Gambar 5.28	Nilai rerata modulus elastisitas dinamik lapisan tanah dasar perkerasan Jalan Provinsi Prambanan-Pakem.....	69
Gambar 5.29	Nilai rerata modulus elastisitas dinamik lapisan tanah dasar perkerasan Jalan Nasional Piyungan-Gading.....	69
Gambar 5.30	Daya dukung lapisan tanah dasar perkerasan Jalan Prambanan-Pakem.....	70
Gambar 5.31	Daya dukung lapisan tanah dasar perkerasan Jalan Piyungan – Gading.....	70
Gambar 5.32	Nilai simpangan baku daya dukung tanah pada Jalan Prambanan Pakem.....	71
Gambar 5.33	Nilai koefisien varians pada Jalan Prambanan-Pakem dan Jalan Piyungan-Gading .....	72
Gambar 5.34	Nilai simpangan baku pada Jalan Prambanan-Pakem dan Jalan Piyungan-Gading .....	72