

TUGAS AKHIR

**STUDI NILAI KEKAKUAN DINAMIK SLAB BETON
PERKERASAN KAKU PADA VARIASI UMUR PERAWATAN
MENGUNAKAN METODE SASW**



**Disusun oleh :
EKO RAHADI NURTANTO
2000 011 0056**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK**

TUGAS AKHIR

STUDI NILAI KEKAKUAN DINAMIK SLAB BETON
PERKERASAN KAKU PADA VARIASI UMUR PERAWATAN
MENGGUNAKAN METODE SASW

Porpus.

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

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**STUDI NILAI KEKAKUAN DINAMIK SLAB BETON
PERKERASAN KAKU PADA VARIASI UMUR PERAWATAN
MENGUNAKAN METODE SASW**

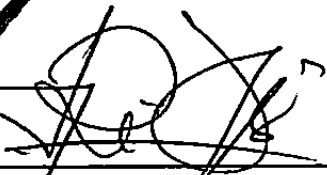
Dipersiapkan dan disusun oleh :

EKO RAHADENURANTO




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

1. **Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, M. Sc. Eng, P Eng**
Dosen Pembimbing I
(Ketua Tim Penguji)

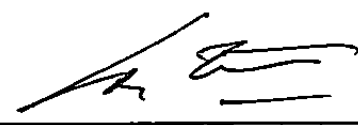

Tanggal : 21/05/05

2. **Ir. Gendut Hantoro, MT**
Dosen Pembimbing II
(Anggota Tim Penguji)


Tanggal : 21/05/05

3. **Edi Hartono, ST, MT**
(Anggota merangkap




Tanggal : 21/5/05

...wanita yang baik adalah untuk lelaki yang baik dan lelaki yang baik hanyalah untuk wanita yang baik... (An Nur 26)

"Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat diantara manusia"
(HR. Tirmudzi)

"Barang siapa yang menjadikan akhirat sebagai harapannya, maka Allah akan memberikan kepuasan dalam hatinya, menghidupkannya segala impiannya, dan dunia pun akan mendatangnya dengan merunduk. Dan barang siapa yang menjadikan dunia sebagai cita-citanya, maka Allah akan jadikan kemiskinannya di depan matanya, membujarkan segala impiannya, dan dunia takkan mendatangnya melainkan apa yang telah ditentukan baginya"
(HR. Tirmudzi)

MOTTO

Halaman Persembahan

Tugas Akhir ini dipersembahkan pada

Ayahanda Alm. Subardi & Ibunda Partanti

Yang Selama ini selalu mendoakan & memberikan dorongan

dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini

Buat adékku Kurnia Wuri Handayani jangan manja terus ya...

Dan yang terakhir buat Lukmanawati Rahayu

yang tak kenal putus Membantu dan menjadi semangat bagi

berusaha dalam menyelesaikan Studi ini

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 “Studi Nilai Kekakuan Dinamik Slab Beton Perkerasan Kaku Pada Variasi Umur Perawatan Menggunakan Metode SASW”. 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. Sri Atmaja P. Rosyidi, ST, M.Sc. Eng, P Eng, sebagai Dosen Pembimbing I pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Gendut Hantoro, MT sebagai Dosen Pembimbing II dan juga selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang sudah membimbing serta mengarahkan dalam penyusunan dan penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Edi Hartono ST, MT sebagai Dosen Penguji pada pelaksanaan Tugas Akhir ini.
5. Dosen, staf dan karyawan di jurusan teknik sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

6. Ayahanda Alm.Subardi dan Ibunda Partanti yang telah memberikan semangat, angan, harapan dan impian baik itu dalam bentuk moril maupun materil.
7. Adinda Kurnia Wuri H jangan manja ya..
8. Lukmanawati Rahayu yang tak kenal putus membantu dan menjadi semangat bagi penulis dalam menyelesaikan studi ini.
9. Team SASW Rigid Pavement Wendy Artyanto, Kurniawan Suhartomo dan Sigit Sunarjati indahny kebersamaan bila kita selalu saling mengoreksi.
10. Teman-teman di TTC.COM, yang telah memberikan banyak pengalaman, kebersamaan dan kekeluargaan.
11. 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, Mei 2005

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
MOTTO.....	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR SIMBOL.....	xv
INTISARI.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gelombang Seismik	5
2.1.1 Gelombang P (Primer).....	5
2.1.2 Gelombang S (Sekunder)	6
2.1.3 Gelombang L (Love).....	6
	7

2.2	Sejarah SASW	9
2.3	Analisis <i>Fast Fourier Transform</i> (FFT)	10
2.4	Proses Analisis Data Seismik Metode SASW	12
2.5	Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	12
BAB III LANDASAN TEORI		
3.1	Analisis Frekuensi	13
3.2	Pembuatan Kurva Penyebaran Kecepatan Fase	18
3.3	Proses Rata – rata Kecepatan	19
3.4	Proses Inversi	21
3.5	Perhitungan Modulus Geser (G) dan Modulus Elastis (E).....	22
 BAB IV METODOLOGI PENELITIAN		
4.1	Tahap Penelitian	24
4.2	Desain Penelitian	27
4.2.1	Penentuan Variabel Studi	27
	1. Parameter – Parameter dalam SASW.....	27
	2. Parameter – Parameter dalam Slab Beton	27
4.2.2	Pembuatan Model Fisik.....	28
4.2.3	Alat dan Bahan	28
4.3	Metode Pengukuran SASW.....	29
4.3.1	Peralatan yang Digunakan.....	29
	4.3.1.1 Perangkat Keras.....	30
	1. Pembangkit Gelombang	30
	2. Sensor Gelombang	31
	3. Penganalisis Spektrum	32
	4.3.1.2 Perangkat Lunak.....	33
	1. dBFA 32	33
	2. WinSASW	33
4.3.2	Pengukuran atau Pengumpulan Data.....	34
	4.3.2.1 Konfigurasi Pengukuran.....	34
	4.3.2.2 Tahap Pengumpulan dan Pengolahan	35

4.3.3	Analisis Data	37
4.3.3.1	Analisis FFT	37
4.3.3.2	Kurva Penyebaran Kecepatan Fase	39
4.3.3.3	Metode Penyaringan Gelombang Pantulan (<i>Impulse Response Filtration</i>)	40
4.3.3.4	Metode Penyembunyian Gelombang (<i>Masking</i>).....	41
4.3.3.5	Pembentukan Kurva Penyebaran.....	43
4.3.3.6	Proses Inversi	45
4.3.3.7	Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastis	45
4.3.3.8	Profil Akhir.....	46
4.4	Metode Pengujian Kuat Tekan Beton	47
4.5	Uji Statistik.....	49
4.5.1	Rata – Rata (Mean).....	49
4.5.2	Simpangan Baku (<i>Standard Deviasi</i>).....	49
4.5.3	Kesalahan Baku (<i>Standard Error</i>)	50
4.5.4	Koefisien Varians (<i>Coeffisient of Varians</i>)	50
 BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN		
5.1	Data Seismik.....	51
5.2	Proses Spektrum dan FFT	52
5.3	Analisis Spektrum	53
5.3.1	Proses Penyembunyian (<i>Masking</i>)	53
5.3.2	Perhitungan Kecepatan Fase	54
5.4	Kurva Dispersi.....	56
5.4.1	Kurva Dispersi Individu.....	56
5.4.2	Kurva Penyebaran Gabungan.....	56
5.4.3	Analisa Kurva Gabungan	57
5.5	Proses Inversi	57
5.6	Perhitungan Modulus Geser dan Modulus Elastisitas	50

5.7	Pembahasan	64
5.7.1	Uji Homogenitas dan Validasi Prediksi Kuat Tekan Beton Hasil Uji SASW dan Korelasi Empirik ACI 318	64
5.7.1.1	Uji Statistik One Sample T Test.....	67
	5.7.1.1.1 Kecepatan Gelombang Phase K 175 ..	67
	5.7.1.1.2 Kecepatan Gelombang Phase K 225 ..	68
5.7.2	Validasi Statistik.....	69
5.7.3	Perbandingan Nilai V_{ph} , E dan f_c' dengan Studi Lain	71

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1.	Kesimpulan.....	74
6.2.	Saran	76

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Gambar	Halaman
2.1	Gelombang P (Primer) dan arah perambatannya	5
2.2	Gelombang S (Sekunder) dan arah perambatannya	6
2.3	Gelombang L (Love) dan arah perambatannya	7
2.4	Gelombang R (Rayleigh) dan arah perambatannya	8
2.5	Sifat Penyebaran Gelombang Rayleigh yang Merambat Pada Media Berlapis	8
2.6	Spektrum Tenaga Auto, Spektrum Tenaga Silang, Fungsi Transfer dan Fungsi Koheren	11
3.1	Hubungan Elastis Antara Nilai Poisson dengan Kecepatan Gelombang Rayleigh	22
4.1	Bagan Alir Penelitian	24
4.2	Sketsa Pemodelan Fisik Slab Beton	28
4.3	Pengambilan Data di Lapangan	29
4.4	Gambar <i>Ballbearing</i> Sebagai Pembangkit Gelombang	30
4.5	Dua Buah Sensor dan Alat Pendukungnya	31
4.6	Detail Sensor Gelombang	31
4.7	Harmonie <i>Spectral Analyzer</i>	32
4.8	(a) Tampilan Program dBFA 32, (b) Pilihan Menu Untuk Mengatur Sensitifitas Sensor	33
4.9	(a) Tampilan Program SASW <i>Analyzer</i> , (b) Menu <i>Impulse Response Filtration</i>	34
4.10	Susunan Geometrik Titik Tengah (<i>Common Mid Point, CMP</i>)	34
4.11	Data Bagan Alir Pengambilan Data di Lapangan	36
4.12	Grafik <i>Auto Power Spectrum, Transfer Function</i> dan <i>Coheren Function</i>	38

Nomor	Gambar	Halaman
4.13	Proses Penghapusan Data yang Tidak Akurat	39
4.14	Bagan Alir Pembuatan Kurva Gabungan	39
4.15	Proses Penyembunyian (<i>masking</i>) untuk Data yang Jelek	42
4.16	Grafik Eksperimen Individu pada Jarak 45 cm umur 10 hari tebal 40 cm K 225	44
4.17	Kurva Eksperimen Gabungan dari kurva Eksperimen Individu pada umur 10 hari tebal 40 cm K 225	45
4.18	Contoh Profil Akhir terhadap Kedalaman dengan Menggunakan Metode SASW	46
4.19	Alat Uji Tekan WF1 (Wykehan Farrance Slough England)	47
4.20	Proses Pengujian Tekan Silinder Beton	48
5.1	Data Analog Gelombang yang Diterima Sensor 1 dan 2 yang Ditampilkan dalam Unit Akusisi	51
5.2	(a) Auto Power Spektrum Sensor 1, (b) Auto Power Spektrum Sensor 2, (c) Coherence Function, (d) Transfer Function	52
5.3	Spektrum Fase Fungsi Transformasi yang Digunakan untuk Membuat Kurva Penyebaran, (a) <i>Wrapped</i> , (b) <i>Unwrapped</i>	54
5.4	Kurva Penyebaran Individu	56
5.5	Kurva Penyebaran Gabungan	57
5.6	Kurva Penyebaran Rata – Rata Global	58
5.7	Gambar Profil Modulus Elastis Perkerasan Kaku Umur 14 hari tebal 45 cm K 225	62
5.8	Gambar Profil Kuat Tekan Perkerasan Kaku Umur 14 hari tebal 45 cm K 225	63
5.9	Grafik Kuat Tekan Beton K 175 dan K 225 pada Uji SASW	64

Nomor	Gambar	Halaman
5.10	Grafik Kecepatan Gelombang Phase K 175 dan K 225 pada Uji SASW	65
5.11	Grafik Perbandingan f_c' SASW dengan f_c' Kuat Tekan Beton K 175	66
5.12	Grafik Perbandingan f_c' SASW dengan f_c' Kuat Tekan Beton K 225	66
5.13	Grafik Perbandingan Phase Velocity dengan Coefficient of Variance (a), Phase Velocity dengan Standard Deviasi (b) dan Phase Velocity dengan standard Error of Mean (c)	70

DAFTAR TABEL

Nomor	Tabel	Halaman
2.1	Perhitungan Perbandingan Kekuatan Berbagai Unsur Menurut PBB1 1971	13
5.1	Hasil Analisis Umur 14 hari tebal 45 cm K 225	61
5.2	Tegangan Tekan (f_c') dengan Variasi Umur pada Mutu Beton K 175 dan K 225 pada pengujian SASW	64
5.3	Hasil Uji Statistik Vph K 175 dari One Sample T Test	67
5.4	Hasil Uji Statistik Vph K 225 dari One Sample T Test	68
5.5	Perbandingan Nilai Vph, E dan f_c' K 175 dengan Peneliti sebelumnya	72
5.6	Perbandingan Nilai Vph, E dan f_c' K 225 dengan Peneliti sebelumnya	73

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.
μ	= angka poisson material.
γ	= berat jenis bahan.
λ	= panjang gelombang.
Δ	= beda fase