

**STUDI PERILAKU KUAT LENTUR DAN SUSUT  
PADA BETON AGREGAT DAUR ULANG**

**SKRIPSI**

Oleh :

**HEIDI DUMA**  
**04 04 01 028 7**



**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

No.825/FT.01/SKRIP/07/2008

**STUDI PERILAKU KUAT LENTUR DAN SUSUT  
BETON AGREGAT DAUR ULANG**

**SKRIPSI**

Oleh :

**HEIDI DUMA**  
**04 04 01 028 7**



**SKRIPSI INI DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI SEBAGIAN  
PERSYARATAN MENJADI SARJANA TEKNIK**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA  
GENAP 2007/2008**

## **PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

### **STUDI PERILAKU KUAT LENTUR DAN SUSUT**

### **PADA BETON AGREGAT DAUR ULANG**

yang dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia, sejauh yang saya ketahui merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Indonesia maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Depok, 3 Juli 2008

HEIDI DUMA

NPM 04 04 01 028 7

## **PENGESAHAN**

Skripsi dengan judul :

**STUDI PERILAKU KUAT LENTUR DAN SUSUT  
PADA BETON AGREGAT DAUR ULANG**

Dibuat untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Skripsi ini telah diujikan pada sidang ujian skripsi pada tanggal 3 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 3 Juli 2008

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA.

Dr. -Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, MT.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

**Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA**

**Dr. -Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, MT**

selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, diskusi dan bimbingan serta persetujuan sehingga skripsi dapat selesai dengan baik.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji dan syukur dipersembahkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan karunia-Nya maka dapat diselesaikan skripsi ini yang berjudul "Studi Perilaku Kuat Lentur dan Susut Pada Beton Agregat Daur Ulang".

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi persyaratan menjadi Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Adapun tercapainya penyelesaian proposal skripsi ini adalah berkat ketulusan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih dengan setulusnya kepada:

1. Ibuku yang tercinta, Nursaimah Duma Ujung, yang selama ini telah memberikan dukungan dan semangat serta doa selama ini.
2. Ibu Dr. Ir. Elly Tjahyono, DEA, sebagai pembimbing pertama yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Dr-Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, MT, sebagai pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan tambahan selama pengerjaan skripsi ini.
4. Para Staf Laboratorium Beton Departemen Sipil FTUI, terima kasih Pak atas semua bantuan yang telah diberikan.
5. Teman seperjuanganku dalam penelitian ini, Annie Wulandari, terima kasih sudah menjadi teman dalam seperjuangan tugas akhir ini.
6. Teman terdekatku, Yan Adhi Pradana, terima kasih sudah memberikan aku motivasi, semangat, dan energi. Terimakasih atas bantuan yang telah diberikan selama ini.

7. Sahabatku, Citra Chergia, dan Temanku yang lain yang belum disebutkan yang telah memberikan semangat selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi penelitian ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima saran dan kritik dalam upaya mencapai penyempurnaan skripsi ini. Semoga proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Amin.



Depok, 3 Juli 2008

Penulis

HEDI DUMA

NPM 04 04 01 028 7

## DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
DAFTAR ISTILAH/SIMBOL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 LATAR BELAKANG	I-1
1.2 RUMUSAN MASALAH	I-2
1.3 TUJUAN PENELITIAN	I-3
1.4 HIPOTESIS	I-3
1.5 BATASAN MASALAH	I-3
1.6 METODOLOGI PENELITIAN	I-5
1.7 SISTEMATIKA PENULISAN	I-5
BAB II KAJIAN TEORITIS	II-1
2.1 BETON	II-1
2.2 BETON AGREGAT DAUR ULANG	II-2



2.3	MATERIAL PEMBENTUK	II-2
2.3.1	Semen	II-3
2.3.2	Agregat	II-5
2.3.2.1	<i>Agregat Halus</i>	II-8
2.3.2.2	<i>Agregat Kasar</i>	II-13
2.3.3	Air	II-18
2.4	SIFAT-SIFAT MEKANIS BETON	II-19
2.4.1	Workabilitas	II-20
2.5	KUAT LENTUR BETON	II-21
2.6	PERUBAHAN PANJANG	II-22
2.7	MODULUS ELASTISITAS DAN <i>POISSON RATIO</i>	II-24
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	PENGAMBILAN BETON SISA	III-2
3.2	PEMILAHAN FRAKSI AGREGAT	III-2
3.3	PENGUJIAN AGREGAT	III-2
3.3.1	Pengujian Agregat Halus	III-2
3.3.1.1	<i>Analisa Ayak</i>	III-2
3.3.1.2	<i>Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus</i>	III-3
3.3.1.3	<i>Pemeriksaan Berat Isi Agregat</i>	III-5
3.3.1.4	<i>Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200</i>	III-6
3.3.2	Pengujian Agregat Kasar	III-8
3.3.2.1	<i>Analisa Ayak</i>	III-8
3.3.2.2	<i>Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Kasar</i>	III-9
3.3.2.3	<i>Pemeriksaan Abrasi dengan Menggunakan Mesin Los Angeles</i>	III-10
3.3.2.4	<i>Pemeriksaan Berat Isi Agregat</i>	III-12
3.4	Percobaan Campuran Beton	III-13
3.4.1	Perbandingan Campuran Beton	III-13
3.4.2	Prosedur Perhitungan Campuran	III-14
3.4.3	Menentukan Ukuran Butir Maksimum Agregat Kasar	III-14

3.4.4	Menentukan Slump	III-15
3.4.5	Menentukan Jumlah Air Adukan, Kandungan Udara dan Presentase Pasir Terhadap Agregat	III-16
3.4.6	Menentukan Water-Cement Ratio	III-16
3.4.7	Target Strength	III-18
3.4.8	Penentuan Perbandingan Campuran Sebenarnya	III-19
3.5	PEMBUATAN BENDA UJI	III-19
3.6	PERAWATAN BENDA UJI	III-20
3.7	PENGUJIAN KUAT LENTUR BENDA UJI	III-20
3.8	PENGUJIAN PERUBAHAN PANJANG (SUSUT)	III-23
3.9	PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS DAN <i>POISSON RATIO</i>	III-25
BAB IV ANALISA HASIL PENELITIAN		IV-1
4.1	ANALISA AGREGAT	IV-1
4.1.1	Agregat Halus	IV-1
4.1.1.1	<i>Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi</i>	IV-1
4.1.1.2	<i>Pengujian Analisa Ayak (Sieve Analysis)</i>	IV-1
4.1.1.3	<i>Pemeriksaan Bahan Lewat Saringan No. 200 (ASTM C117-04)</i>	IV-3
4.1.2	Agregat Kasar	IV-4
4.1.2.1	<i>Pengujian Berat Jenis dan Absorpsi</i>	IV-4
4.1.2.2	<i>Pengujian Analisa Ayak (Sieve Analysis)</i>	IV-4
4.1.2.3	<i>Pengujian Keausan dengan Mesin Los Angeles</i>	IV-5
4.2	ANALISA PENGUJIAN KUAT LENTUR	IV-6
4.2.1	Analisa Keretakan Pada pengujian Kuat Lentur	IV-10
4.3	ANALISA PENGUJIAN PERUBAHAN PANJANG (SUSUT)	IV-11
4.4	ANALISA PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS DAN <i>POISSON RATIO</i>	IV-19
BAB V PENUTUP		V-1
5.1	KESIMPULAN	V-1
5.2	SARAN	V-3

DAFTAR ACUAN	1
DAFTAR PUSTAKA	2
LAMPIRAN	4



## DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
<b>Gambar II.1</b>	Bentuk agregat II-7
<b>Gambar III.1</b>	Prosedur penelitian III-1
<b>Gambar III.2</b>	Sketsa <i>slump</i> tes III-16
<b>Gambar III.3</b>	Pengujian kuat lentur pada balok uji dengan metode pembebanan pada 1/3 bentang balok III-21
<b>Gambar III.4</b>	Keruntuhan lentur terjadi pada tengah bentang III-22
<b>Gambar III.5</b>	Keruntuhan lentur terjadi pada tepi bentang tengah III-23
<b>Gambar IV.1</b>	Perbandingan analisa saringan % tertahan antara agregat halus Alam dan daur ulang IV-3
<b>Gambar IV.2</b>	Perbandingan analisa saringan % tertahan antara agregat kasar alam, daur ulang dan standar SNI 02-2384-1992 IV-5
<b>Gambar IV.3</b>	Hasil uji kuat lentur beton agregat daur ulang IV-7
<b>Gambar IV.4</b>	Hasil uji kuat lentur beton agregat daur ulang dengan program MATLAB Vers.7.1 IV.8
<b>Gambar IV.5</b>	Tegangan lentur penelitian versus tegangan lentur mutu beton versus tegangan lentur dari uji kuat tekan. IV-10
<b>Gambar IV.6</b>	Pola retak di antara dua titik pembebanan benda uji IV-11
<b>Gambar IV.7</b>	Permukaan retak uji kuat lentur IV-11
<b>Gambar IV.8</b>	Perubahan panjang beton IV-14
<b>Gambar IV.9</b>	% Perubahan panjang pada sampel A versus Hari versus % Perubahan kelembaban IV-17
<b>Gambar IV.10</b>	Perubahan panjang yang telah dikoreksi IV-18
<b>Gambar IV.11</b>	Perbandingan perubahan panjang sampel A sebelum dan sesudah faktor koreksi kelembaban IV-18

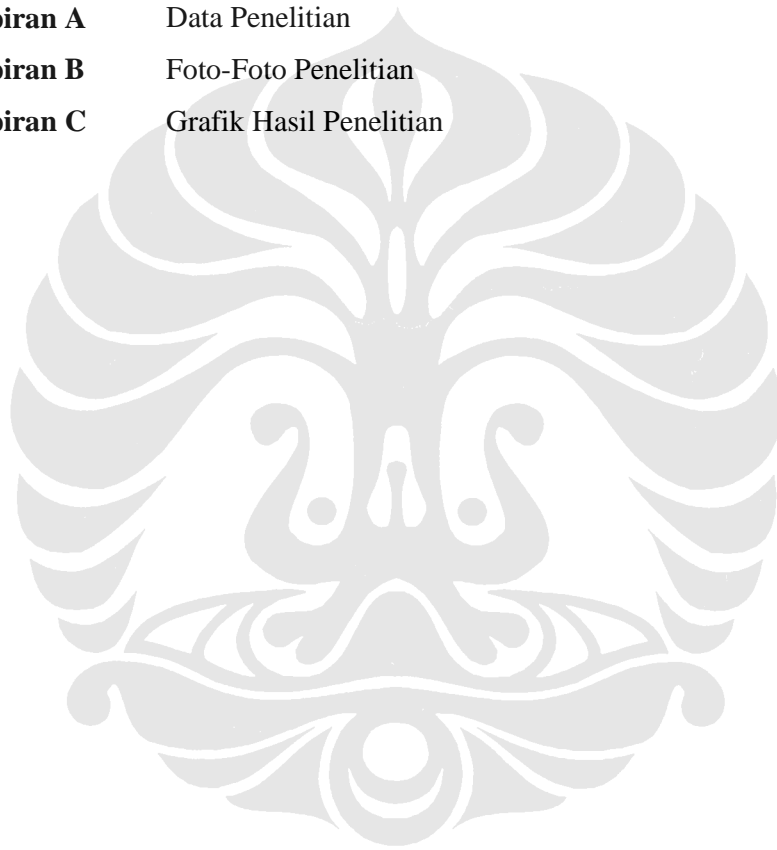
## DAFTAR TABEL

		HALAMAN
<b>Tabel I.1</b>	Komposisi Benda Uji	I-4
<b>Tabel II.1</b>	Komposisi Kimia Semen Tipe I	II-5
<b>Tabel II.2</b>	Klasifikasi Fisik Agregat	II-6
<b>Tabel II.3</b>	Gradasi Standar Agregat Halus Alam	II-10
<b>Tabel II.4</b>	Batas-batas Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-1992	II-13
<b>Tabel II.5</b>	Gradasi Standar Agregat Kasar Alam Berdasarkan ASTM C 33-78	II-16
<b>Tabel II.6</b>	Batas-batas Gradasi Agregat Kasar SNI 03- 2834-1992	II-18
<b>Tabel II.7</b>	Persyaratan Kekerasan Agregat Kasar	II-18
<b>Tabel III.1</b>	Daftar Peralatan Percobaan Berat Isi Agregat Kasar	III-5
<b>Tabel III.2</b>	Ukuran Agregat Kering Minimum	III-7
<b>Tabel III.3</b>	Ukuran Agregat Maksimum Yang Dianjurkan Dalam Berbagai Macam-Macam Tipe Konstruksi	III-15
<b>Tabel III.4</b>	Ukuran <i>Slump</i> Maksimum Yang Dianjurkan Dalam Berbagai Macam Tipe Konstruksi	III-16
<b>Tabel III.5</b>	Perbandingan Material Yang Digunakan Dalam Berbagai Design Mix	III-17
<b>Tabel III.6</b>	Penyesuaian Harga Perbandingan Material <i>Compressive Strength</i> Minimum Rata-Rata Dari Beton	III-18
<b>Tabel III.7</b>	Untuk Berbagai macam Harga <i>Water-Cement Ratio</i>	III-18
<b>Tabel III.8</b>	<i>Target Strength</i>	III-20
<b>Tabel III.9</b>	Kombinasi Bahan Pembentuk Beton untuk Kuat Lentur	III-22
<b>Tabel III.10</b>	Kombinasi Bahan Pembentuk Beton Untuk Perubahan	III-25

	Panjang (Susut)	
<b>Tabel IV.1</b>	Hasil Analisa <i>Spesific Gravity</i> dan Absorpsi dari Agregat Halus	IV-1
<b>Tabel IV.2</b>	Hasil <i>Sieve Analysis</i> Agregat Halus Daur Ulang dan Alam	IV-2
<b>Tabel IV.3</b>	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus Lewat Saringan No.200	IV-3
<b>Tabel IV.4</b>	<i>Spesific Gravity</i> dan Absorpsi dari Agregat Kasar	IV-4
<b>Tabel IV.5</b>	Hasil <i>Sieve Analysis</i> Agregat Kasar Daur Ulang dan Alam	IV-5
<b>Tabel IV.6</b>	Hasil Pengujian Keausan Dengan Mesin Los Angeles	IV-6
<b>Tabel IV.7</b>	Hasil Uji Kuat Lentur	IV-7
<b>Tabel IV.8</b>	Perbandingan Hasil Uji Kuat Lentur dengan Kuat Tekan	IV-9
<b>Tabel IV.9</b>	Hasil Perubahan Panjang (Susut)	IV-12
<b>Tabel IV.10</b>	% Pertambahan Susut	IV-13
<b>Tabel IV.11</b>	Hasil Modulus Elastisitas dan <i>Poisson Ratio</i>	IV-19

## DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
<b>Lampiran A</b> Data Penelitian	4
<b>Lampiran B</b> Foto-Foto Penelitian	35
<b>Lampiran C</b> Grafik Hasil Penelitian	43



## DAFTAR SINGKATAN



ACI	<i>American Concrete Institute</i>
AHDU	Agregat Halus Daur Ulang
AKDU	Agregat Kasar Daur Ulang
ASTM	<i>American Society for Testing and Material</i>
BSI	<i>British Standard Institution</i>
PUBI	Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia
SII	Standar Industri Indonesia
SNI	Standar Nasional Indonesia



## DAFTAR ISTILAH / SIMBOL

Simbol	Keterangan	Dimensi
$\sigma_{ts}$	Target strength	<i>MPa</i>
b	Rata-rata lebar benda uji	<i>mm</i>
d	Rata-rata ketinggian benda uji	<i>mm</i>
$E_c$	Modulus Elastisitas	<i>MPa</i>
G	<i>Nominal gage length</i>	<i>mm</i>
L	Perubahan panjang pada umur x	%
l	Panjang <i>span</i>	<i>mm</i>
$L_i$	Pembacaan <i>comparator</i> awal dikurangi pembacaan <i>comparator</i> pada <i>reference bar</i> pada waktu yang sama	<i>mm</i>
$L_x$	Pembacaan <i>comparator</i> pada benda uji pada umur x dikurangi pembacaan <i>comparator</i> pada <i>reference bar</i> pada umur x	<i>mm</i>
P	Maksimum Beban	<i>N</i>
R	Modulus Runtuh	<i>MPa</i>
S	Tegangan	<i>MPa</i>
$\epsilon$	Regangan	
$\nu$	<i>Poisson Ratio</i>	