

834/FT.01/SKRIP/12/2008



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI EKSPERIMENTASI BALOK BETON RINGAN
BERAGREGAT *POLYETHYLEN TEREPHTALATE (PET)*
TERHADAP BEBAN STATIK**

SKRIPSI

**BID HANDORO
04 03 01 013 5**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
DESEMBER 2008**

834/FT.01/SKRIP/12/2008



UNIVERSITAS INDONESIA

**STUDI EKSPERIMENTASI BALOK BETON RINGAN
BERAGREGAT *POLYETHYLEN TEREPHTALATE (PET)*
TERHADAP BEBAN STATIK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**BID HANDORO
04 03 01 013 5**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN STRUKTUR
DEPOK
DESEMBER 2008**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Bid Handoro

NPM : 0403010135

Tanda Tangan : 

Tanggal : 6 Januari 2009



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Bid Handoro
NPM : 0403010135
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Eksperimentasi Balok Beton Ringan Beragregat *Polyethylen Terephthalate (PET)* Terhadap Beban Statik

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA

Penguji : Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA

Penguji : Dr. Ing. Ir. Henki W Ashadi



Ditetapkan di : Depok

Tanggal :

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan kekuatan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini;
- 2) Dr. Ir. Heru Purnomo, DEA, selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 3) Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA dan Dr-Ing. Ir. Henki W Ashadi, selaku dosen penguji yang telah memberi kritik dan saran untuk penulisan skripsi ini;
- 4) Laboran di laboratorium mekanika material dan struktur, pak Samin, pak Yudi, pak Obet, bang Idris, pak Apri dan pak Hanafi yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
- 5) orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 6) sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 6 Januari 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bid Handoro

NPM : 0403010135

Program Studi : Teknik Sipil

Departemen : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

STUDI EKSPERIMENTASI BALOK BETON RINGAN BERAGREGAT
POLYETHYLEN TEREPHTALATE (PET) TERHADAP BEBAN STATIK

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 6 Januari 2009

Yang menyatakan



(Bid Handoro)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR DAN UCAPAN TERIMA KASIH.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penulisan.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Agregat Ringan.....	7
2.2.1. Karakteristik Agregat Ringan	8
2.2.2. Klasifikasi Agregat Ringan	10
2.3 Beton Ringan (<i>Lightweight Concrete</i>).....	11
2.3.1. Sifat Mekanis Beton Ringan.....	13
2.3.2. Klasifikasi Beton Ringan.....	17
2.4 <i>Polyethylen Terephtalate</i> (PET).....	18
2.5 Teori Balok <i>Bernoulli</i>	20
2.5.1 Hubungan Desain Awal.....	24
2.5.2 Kurva Elastisitas Balok.....	27
2.5.3 Rangkak.....	34
2.5.4 Teori Lentur (Aksi Balok Statik).....	38
BAB III METODE PENELITIAN.....	43
3.1 Pendahuluan.....	43
3.2 Sistematika Penelitian.....	44
3.3 Permodelan Percobaan Balok <i>Bernoulli</i>	45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Hasil dan Pembahasan Pembuatan Agregat.....	49
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Agregat.....	50
4.2.1 Hasil Pengujian Agregat Kasar Ringan.....	50
4.2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Hancur Agregat.....	51
4.2.3 Hasil Pengujian Agregat Halus Normal.....	54
4.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Beton Ringan Mengeras.....	56
4.3.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton.....	56
4.3.2 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas.....	60
4.3.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton.....	62
4.3.4 Hasil Pengujian Rangkak.....	64
4.3.5 Hasil Pengujian Balok <i>Bernoulli</i>	66
4.3.5.1 Pengujian Balok <i>Bernoulli</i> Tipe A.....	67
4.3.5.2 Pengujian Balok <i>Bernoulli</i> Tipe B.....	80
4.3.5.3 Pengujian Balok <i>Bernoulli</i> Tipe C.....	93
4.3.5.4 Perbandingan Pengujian Balok <i>Bernoulli</i>	109
4.4 Analisa Biaya.....	116
BAB V PENUTUP.....	118
5.1 Kesimpulan.....	118
5.2 Saran.....	119
DAFTAR PUSTAKA.....	121
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Klasifikasi Beton Ringan Berdasarkan Berat Isi Beton.....	13
Gambar 2.2 Modulus Elastisitas Beton Ringan.....	15
Gambar 2.3 Hubungan antara Waktu dengan Regangan Beton.....	17
Gambar 2.4 Permodelan Balok <i>Bernoulli</i>	21
Gambar 2.5 Deformasi dari Sebuah Balok.....	22
Gambar 2.6 Penyebaran Tegangan Normal σ_y	23
Gambar 2.7 Hubungan Momen Lentur dan Tegangan Normal.....	24
Gambar 2.8 Beban-beban dan Pengaruh Beban.....	26
Gambar 2.9 Gaya Dalam Momen.....	26
Gambar 2.10 Jari-jari Kelengkungan.....	29
Gambar 2.11 Arah-arrah Kelengkungan pada Kurva Elastis.....	30
Gambar 2.12 Beban-beban Distribusi pada Balok.....	32
Gambar 2.13 Momen Kopel pada Balok.....	33
Gambar 2.14 Elastisitas dan Rangkaian Selama Pembebanan pada Balok.....	34
Gambar 2.15 Pengaruh dari Ketebalan Efektif.....	37
Gambar 2.16 Gaya Dalam pada Balok.....	40
Gambar 2.17 Elastis Tegangan Balok dan Tegangan Blok.....	42
Gambar 3.1 Permodelan Balok <i>Bernoulli</i> Kecil.....	46
Gambar 3.2 Permodelan Balok <i>Bernoulli</i> Besar.....	47
Gambar 3.3 Permodelan Dua Dimensi Pembebanan Balok.....	48
Gambar 4.1 Regresi Hubungan Kuat Tekan Hancur Agregat vs Berat Jenis Kubus Agregat Platik Ukuran (5 x 5x 5) cm.....	52
Gambar 4.2 Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Hancur Handoro,	

	Dwisetyowati dan Wiryawan.....	53
Gambar 4.3	Hubungan Kuat Tekan Hancur Agregat Plastik dengan Ukuran Specimen.....	54
Gambar 4.4	Perbandingan Kuat Tekan Silinder (15 x 30) cm Handoro, Dwisetyowati dan Wiryawan.....	58
Gambar 4.5	Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas.....	62
Gambar 4.6	Hasil Perbandingan Poisson Ratio.....	62
Gambar 4.7	Hasil Perbandingan Kuat Tarik Beton Angka 8.....	63
Gambar 4.8	Grafik Regangan Rangkak Beton Terhadap Waktu.....	64
Gambar 4.9	Grafik Regangan Rangkak Beton Terhadap Waktu Dengan Branson.....	65
Gambar 4.10	Perbandingan Rangkak antara Bid dengan Shinta Pada Rentan Yang Sama.....	66
Gambar 4.11	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Setengah Bentang Dengan Tipe A.....	68
Gambar 4.12	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe A di Setengah Bentang.....	70
Gambar 4.13	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe A di Setengah Bentang.....	71
Gambar 4.14	Regresi Balok 1 Tipe A.....	71
Gambar 4.15	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Seperempat Bentang dengan Tipe A.....	72
Gambar 4.16	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe A di Seperempat Bentang.....	73
Gambar 4.17	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe A di Seperempat Bentang.....	74
Gambar 4.18	Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Setengah Bentang dengan Tipe A.....	75
Gambar 4.19	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 2 Tipe A di Setengah Bentang.....	76
Gambar 4.20	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2 Tipe A di Setengah Bentang.....	77

Gambar 4.21	Regresi Balok 2 Tipe A.....	77
Gambar 4.22	Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Seperempat Bentang dengan Tipe A.....	78
Gambar 4.23	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi Pada Balok 2 Tipe A di Seperempat Bentang.....	79
Gambar 4.24	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2 Tipe A di Seperempat Bentang.....	80
Gambar 4.25	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Setengah Bentang dengan Tipe B.....	81
Gambar 4.26	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe B di Setengah Bentang.....	82
Gambar 4.27	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe C di Setengah Bentang.....	83
Gambar 4.28	Regresi Balok 1 Tipe B.....	84
Gambar 4.29	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Di Seperempat Bentang dengan Tipe B.....	85
Gambar 4.30	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe B di Seperempat Bentang.....	86
Gambar 4.31	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe B di Seperempat Bentang.....	87
Gambar 4.32	Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Di Setengah Bentang dengan Tipe B.....	88
Gambar 4.33	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 2 Tipe B di Setengah Bentang.....	89
Gambar 4.34	Regresi Balok 2 Tipe B.....	90
Gambar 4.35	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2 Tipe B di Setengah Bentang.....	90
Gambar 4.36	Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Di Seperempat Bentang dengan Tipe B.....	91
Gambar 4.37	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 2 Tipe B di Seperempat Bentang.....	92
Gambar 4.38	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2	

	Tipe B di Seperempat Bentang.....	92
Gambar 4.39	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Di Setengah Bentang dengan Tipe C.....	94
Gambar 4.40	Perbandingan Momen Ultimate Ketiga Pembebanan Pada Balok 1 di Setengah Bentang.....	95
Gambar 4.41	Perbandingan Kelengkungan Ketiga Pembebanan Pada Balok 1 di Setengah Bentang.....	95
Gambar 4.42	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe C di Setengah Bentang.....	96
Gambar 4.43	Perbandingan Modulus Elastisitas Ketiga Pembebanan Pada Balok 1 di Setengah Bentang.....	96
Gambar 4.44	Regresi Balok 1 Tipe C.....	97
Gambar 4.45	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe C di Setengah Bentang.....	97
Gambar 4.46	Flexural Moment vs Curvature Balok 1 Di Seperempat Bentang dengan Tipe C.....	98
Gambar 4.47	Perbandingan Momen Ultimate Ketiga Pembebanan Pada Balok 1 di Seperempat Bentang.....	99
Gambar 4.48	Perbandingan Kelengkungan Ketiga Pembebanan Pada Balok 1 di Seperempat Bentang.....	100
Gambar 4.49	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 1 Tipe C di Seperempat Bentang.....	100
Gambar 4.50	Regangan Absolut vs (t/h) Balok 1 Tipe C di Seperempat Bentang.....	101
Gambar 4.51	Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Tipe C di Setengah Bentang.....	102
Gambar 4.52	Perbandingan Momen Ultimate Ketiga Pembebanan Pada Balok 2 di Setengah Bentang.....	103
Gambar 4.53	Perbandingan Kelengkungan Ketiga Pembebanan Pada Balok 2 di Setengah Bentang.....	103
Gambar 4.54	Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 2 Tipe C di Setengah Bentang.....	104

Gambar 4.55 Perbandingan Modulus Elastisitas Ketiga Pembebanan Pada Balok 2 di Setengah Bentang.....	105
Gambar 4.56 Regresi Balok 2 Tipe C.....	105
Gambar 4.57 Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2 Tipe C di Setengah Bentang.....	106
Gambar 4.58 Flexural Moment vs Curvature Balok 2 Tipe C di Seperempat Bentang.....	106
Gambar 4.59 Perbandingan Momen Ultimate Ketiga Pembebanan Pada Balok 2 di Seperempat Bentang.....	107
Gambar 4.60 Perbandingan Kelengkungan Ketiga Pembebanan Pada Balok 2 di Seperempat Bentang.....	108
Gambar 4.61 Momen Ultimate Terhadap Kelengkungan Tidak Berdimensi pada Balok 2 Tipe C di Seperempat Bentang.....	108
Gambar 4.62 Regangan Absolut vs (t/h) Balok 2 Tipe C di Seperempat Bentang.....	109
Gambar 4.63 Hasil Perbandingan Momen Tidak Berdimensi Pada Setengah Bentang.....	110
Gambar 4.64 Hasil Perbandingan Kelengkungan Tidak Berdimensi Pada Setengah Bentang.....	110
Gambar 4.65 Hasil Perbandingan Momen Tidak Berdimensi Pada Seperempat Bentang.....	111
Gambar 4.66 Hasil Perbandingan Kelengkungan Tidak Berdimensi Pada Seperempat Bentang.....	111
Gambar 4.67 Hasil Konversi Kuat Tekan Balok Ke Silinder Dengan <i>Hammer Test</i> Pada 3 Pola Pembebanan.....	113

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Gradasi Agregat Ringan Untuk Beton Struktural.....	10
Tabel.2.2 Sifat-sifat Fisis Agregat Ringan.....	11
Tabel 2.3 Hubungan Kekuatan Tekan Rata-Rata dengan Kandungan Semen...14	
Tabel 2.4 Koefisien Rangkak.....	38
Tabel 3.1 Jumlah Benda Uji Untuk Setiap Uji.....	44
Tabel 4.1 Karakteristik Agregat Kasar Ringan Plastik PET.....	49
Tabel 4.2 Hasil Pengujian pada Agregat Ringan Plastik.....	50
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus.....	55
Tabel 4.4 Data Kuat Tekan Beton Ringan.....	57
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Silinder (10 x 15) cm umur 7 hari.....	58
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas dan Poissons Ratio.....	61
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton.....	63
Tabel 4.8 Hasil Pengambilan dan Pengolahan Data <i>Hammer Test</i>	112
Tabel 4.9 Proporsi Campuran Dengan Metode SNI.....	116
Tabel 4.10 Biaya Proporsi Campuran Beton.....	116

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Dimensi
E_c	Modulus Elastisitas beton	MPa
w_c	Berat isi beton	kg/m^3
f_{ct}	Kuat tarik belah beton	kg/cm^2
f_c'	Kuat tekan beton	kg/cm^2
f_r	Modulus of rupture	MPa
ϵ_t	Regangan Total	
ϵ_e	Regangan Elastis	
ϵ_c	Regangan Rangkak	
ϵ_{sh}	Regangan Susut	
$\epsilon^m (t)$	Regangan mekanik	
$\epsilon^n (t)$	Regangan non mekanik	
M	Momen yang bekerja	N.m
y	Jarak vertikal antara titik yang dicari tegangannya	m
I	Momen inersia penampang	m^4
f'^{CBR}	Kuat tekan beton ringan	kg/cm^2
BI_{Br}	Bobot isi beton ringan	kg/m^3
f'^{CA}	Kuat hancur agregat	kg/cm^2
f'^{CM}	Kuat tekan adukan atau mortar	kg/cm^2
BI_M	Berat isi adukan	kg/m^3
K	Kelengkungan	1/mm
ρ	Jari-jari kelengkungan	mm

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Rancang Cambur Beton Ringan

Lampiran 2. Hasil Pengujian dan Pengolahan Data Material

Test of Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregates

Test for Unit Weight and Voids in Fine Aggregates

Test for Materials Finer than No.200 Sieve in Mineral Aggregates by Washing

Test for Organic Impurities in Fine Aggregate

Test of Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregates

Test for Unit Weight and Voids in Coarse Aggregates

Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar Ringan dengan Spesimen Berbentuk Kubus (5×5×5) cm

Lampiran 3. Hasil Pengujian dan Pengolahan Data

Pengujian Kuat Tekan Agregat Kasar Ringan Plastik

Hasil Pengujian dan Pengolahan Data Kuat Tekan Beton

Hasil Pengujian dan Pengolahan Data Modulus Elastisitas dan Poisson's Ratio

Hasil Pengujian dan Pengolahan Data Kuat Rangkak Beton

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Kecil Tipe Pembebanan A

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Besar Tipe Pembebanan A

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Kecil Tipe Pembebanan B

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Besar Tipe Pembebanan B

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Kecil Tipe Pembebanan C

Pengolahan Data untuk Balok Berukuran Besar Tipe Pembebanan C

Pengolahan Data *Hammer Test*

Lampiran 4. Foto-Foto Dokumentasi Skripsi