

**PENGARUH PEMAKAIAN CACAHAN LIMBAH
GELAS PLASTIK *POLYPROPYLENE* (PP)
PADA KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR
MATERIAL BETON**

SKRIPSI

Oleh

JOHANES CHANDRA

04 04 01 039 2



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

**PENGARUH PEMAKAIAN CACAHAN LIMBAH
GELAS PLASTIK *POLYPROPYLENE* (PP)
PADA KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR
MATERIAL BETON**

SKRIPSI

Oleh

JOHANES CHANDRA

04 04 01 039 2



**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 :

**PENGARUH PEMAKAIAN CACAHAN LIMBAH GELAS PLASTIK
POLYPROPYLENE (PP) PADA KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR
MATERIAL BETON**

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

Depok, 8 Juli 2008

Johanes Chandra

NPM 04 04 01 039 2

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PENGARUH PEMAKAIAN CACAHAN LIMBAH GELAS PLASTIK
POLYPROPYLENE (PP) PADA KUAT TARIK DAN KUAT LENTUR
MATERIAL BETON**

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 8 Juli 2008 dan dinyatakan memenuhi syarat/sah sebagai skripsi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 8 Juli 2008

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

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

NIP 132 207 741

Dr. Ir. Essy Ariyuni, MSc

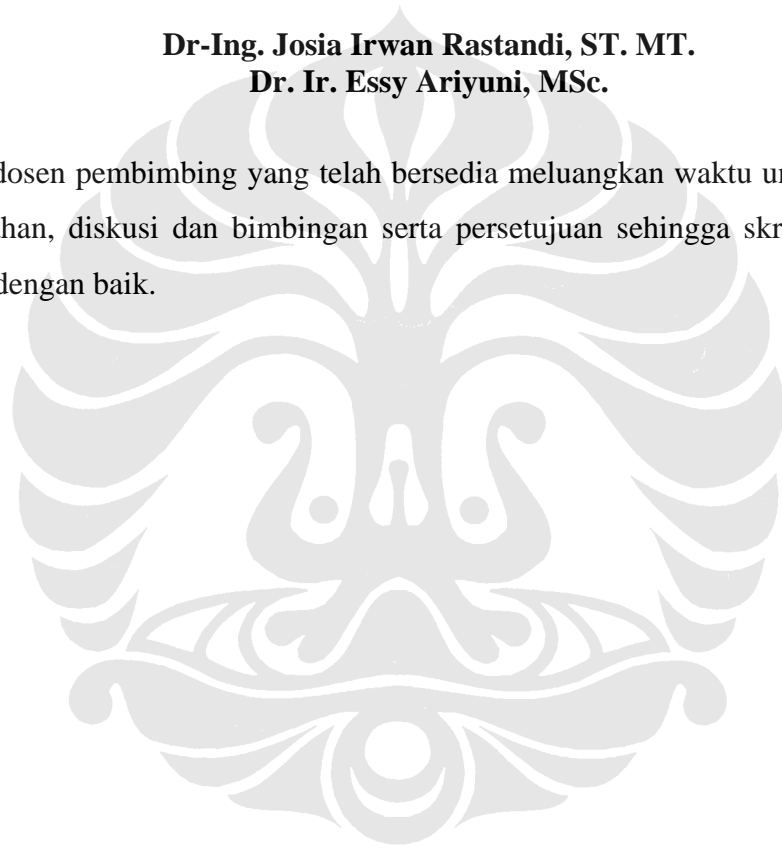
NIP 130 693 557

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

Dr-Ing. Josia Irwan Rastandi, ST. MT.
Dr. Ir. Essy Ariyuni, MSc.

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



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena kasih dan penyertaan-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini, penulis mengulas tentang studi penelitian pemanfaatan limbah gelas plastik minuman (*polypropylene*) terkait kuat tarik dan kuat lentur beton normal.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Bapak Dr –Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, MT, selaku pembimbing utama yang banyak memberikan bantuan dan meluangkan waktu untuk mengarahkan penelitian skripsi ini.
- Ibu Dr. Ir. Essy Ariyuni, MSc, selaku pembimbing kedua yang banyak memberikan bantuan, saran serta nasehat baik dalam konsep analistis serta penulisan skripsi ini.
- Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil atas dukungannya.
- Ibu Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA, selaku Ketua Laboratorium Struktur dan Material, Departemen Teknik Sipil FTUI atas bantuan dan fasilitasnya, serta selaku dosen penguji.
- Ibu Ir. Mulia Orientilize, MEng, selaku dosen penguji, serta masukan dan arahan yang diberikan kepada penulis.
- Bapak Ir. Gunawan Rusli Purnomo, MT yang telah menjadi inspirasi awal dari penelitian.
- Bapak Ayub dan rekan – rekan, atas bantuan dan waktu yang telah diluangkan untuk mendukung penelitian ini.
- Bapak Samin, Bapak Apri serta seluruh karyawan Laboratorium Struktur dan Material, Departemen Sipil FTUI yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas bantuan dalam melakukan penelitian.

- Keluarga terkasih (Siauw Jonny Sarsono, Khoe Chun Lan, Christian Chandra dan Michael Chandra) atas dukungan penuh, kasih dan perhatian yang telah diberikan.
- Rekan Jessica yang sudah berjuang bersama sejak mulai sampai selesainya penelitian skripsi ini.
- Rekan Michael Titono, serta seluruh rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2004 atas dukungannya.
- Bapak Ir. Johannes Gunawan dan Ibu Ir. Irene atas bantuan dan dukungannya dalam penelitian ini.

Akhir kata, besar harapan penulis agar skripsi yang disusun dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak. “Tak ada gading yang tak retak”, demikian pula dengan skripsi yang penulis susun ini, tentunya masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun dari para pembaca untuk hasil yang lebih baik lagi di masa yang akan datang.

Depok, Juli 2008

Johanes Chandra

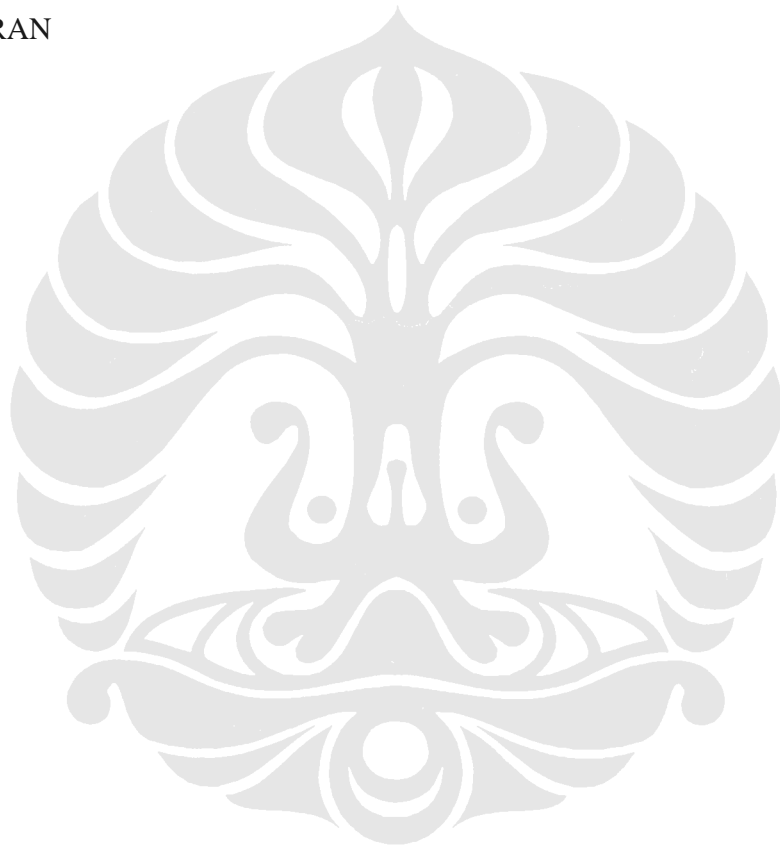
DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
DAFTAR SINGKATAN	xx
DAFTAR NOTASI	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. TUJUAN PENELITIAN	3
1.3. RUANG LINGKUP PENELITIAN	3
1.4. BATASAN PENELITIAN	5
1.5. SISTEMATIKA PENULISAN	6
BAB II DASAR TEORI PENELITIAN	8
2.1. BETON DAN BAHAN PEMBENTUKNYA	8
2.1.1. Pengertian Umum	8
2.1.2. Bahan – bahan Pembentuk Beton	9
2.1.2.1. Semen	9

2.1.2.1.1. <i>Sejarah Semen</i>	9
2.1.2.1.4. <i>Proses Hidrasi</i>	14
2.1.2.2. <i>Agregat</i>	16
2.1.2.2.1. <i>Jenis – jenis Agregat</i>	16
2.1.2.2.2. <i>Karakteristik Agregat</i>	18
2.1.2.3. <i>Air</i>	21
2.1.3. <i>Karakteristik Beton</i>	22
2.1.3.1. <i>Beton Muda</i>	22
2.1.3.1.1. <i>Workabilitas</i>	23
2.1.3.1.2. <i>Konsistensi dan Slump</i>	24
2.1.3.2. <i>Beton yang sudah Mengeras</i>	26
2.1.3.2.1. <i>Kuat Tekan</i>	27
2.1.3.2.2. <i>Kuat Tarik</i>	28
2.1.3.2.3. <i>Kuat Lentur</i>	30
2.1.3.2.4. <i>Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson</i>	31
2.2. BETON BERSERAT <i>POLYPROPYLENE</i>	32
2.2.1. <i>Polimer Polypropylene</i>	32
2.2.2. <i>Beton Berserat</i>	36
2.2.3. <i>Interaksi antara Serat dengan Pasta Semen (Matriks)</i>	39
2.2.4. <i>Karakteristik Beton Berserat</i>	41
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	43
3.1. METODE PENELITIAN	43
3.1.1. <i>Standar Pengujian</i>	43
3.1.2. <i>Material Dasar Pembentuk Beton</i>	45
3.1.3. <i>Analisis Rancang Campur</i>	46
3.1.4. <i>Laboratorium Uji</i>	46
3.2. PROSEDUR PENELITIAN	46
3.2.1. <i>Persiapan Cacahan Gelas Plastik <i>Polypropylene</i></i>	46
3.2.2. <i>Pengujian terhadap Material Dasar</i>	47
3.2.3. <i>Pembuatan Benda Uji</i>	52

3.2.3.1. <i>Persiapan Material</i>	52
3.2.3.2. <i>Pencampuran Material</i>	53
3.2.3.3. <i>Pencetakan Material</i>	53
3.2.4. Pengujian terhadap Beton Muda	54
3.2.5. Pengujian terhadap Beton yang sudah Mengeras	55
3.2.5.1. <i>Uji Kuat Tarik</i>	55
3.2.5.2. <i>Uji Kuat Lentur</i>	56
3.2.5.3. <i>Uji Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson</i>	57
3.3. PENGUMPULAN DATA PENELITIAN	57
3.4. PENGKODEAN BENDA UJI	58
BAB IV ANALISIS DAN HASIL PENELITIAN	59
4.1. MATERIAL DASAR PEMBENTUK BETON	59
4.1.1. Agregat Halus (Pasir)	59
4.1.2. Agregat Kasar (Batu Pecah)	60
4.1.3. Semen	60
4.1.4. Air	62
4.1.5. Cacahan Plastik <i>Polypropylene</i>	62
4.2. PENGUJIAN TERHADAP BETON MUDA	63
4.3. PENGUJIAN TERHADAP KUAT TARIK	64
4.3.1. Analisa Data Uji Kuat Tarik Belah	64
4.3.1.1. <i>Analisa Kuantitatif</i>	65
4.3.1.2. <i>Analisa Kualitatif</i>	76
4.3.2. Hasil Uji Kuat Tarik Belah	82
4.4. PENGUJIAN TERHADAP KUAT LENTUR	83
4.4.1. Analisa Data Uji Kuat Lentur	83
4.4.1.1. <i>Analisa Kuantitatif</i>	83
4.4.1.2. <i>Analisa Kualitatif</i>	86
4.4.2. Hasil Uji Kuat Lentur	89
4.5. PENGUJIAN TERHADAP ELASTISITAS	90
4.5.1. Analisa Data Uji Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson	90

4.5.2. Hasil Uji Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson	91
4.6. ANALISA BIAYA	91
BAB V PENUTUP	93
5.1. KESIMPULAN	93
5.2. SARAN	96
DAFTAR ACUAN	98
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	102



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Produk Plastik <i>Polypropylene</i>	1
Gambar 2.1 Jenis – jenis <i>Slump</i>	25
Gambar 2.2 Uji Tarik Belah	29
Gambar 2.3 Uji Lentur	30
Gambar 2.4 Polimer <i>Polypropylene</i>	33
Gambar 2.5 Perbaikan yang diperoleh dengan menambahkan serat pada beton	39
Gambar 2.6 Interaksi antara serat dengan matriks pada matriks tanpa retak	40
Gambar 2.7 Interaksi antara serat dengan matriks pada matriks dengan retak	41
Gambar 3.1 Permodelan Uji Tarik	55
Gambar 3.2 Permodelan Uji Lentur	56
Gambar 4.1 Pola Retak Benda Uji TB-7-0,1-1	76
Gambar 4.2 Pola Retak Benda Uji 0,3% pada umur 28 hari	77
Gambar 4.3 Pola Retak Benda Uji TB-28-1-1	78
Gambar 4.4 Mekanisme Keruntuhan akibat Tarik Murni	78
Gambar 4.5 Benda Uji TB-28-1-2 yang sudah terbelah	79
Gambar 4.6 Pola Retak Benda Uji TB-7-3-1	79
Gambar 4.7 Pola Retak Benda Uji TB-7-3-2	80
Gambar 4.8 Pola Retak Benda Uji TB-7-3-3	80
Gambar 4.9 Pola Retak Benda Uji TB-7-0,7-1	81
Gambar 4.10 Pola Retak Benda Uji TB-7-0,7-2	81
Gambar 4.11 Pola Retak Benda Uji TB-7-0,7-3	82
Gambar 4.12 Permodelan Gaya Luar pada Uji Lentur	86
Gambar 4.13 Diagram Gaya Dalam pada Benda Uji Lentur	88
Gambar 4.14 Pola Retak Lentur pada Benda Uji TL-28-0,3-1	89
Gambar 4.15 Pola Retak Lentur pada Benda Uji TL-28-0,3-2	89

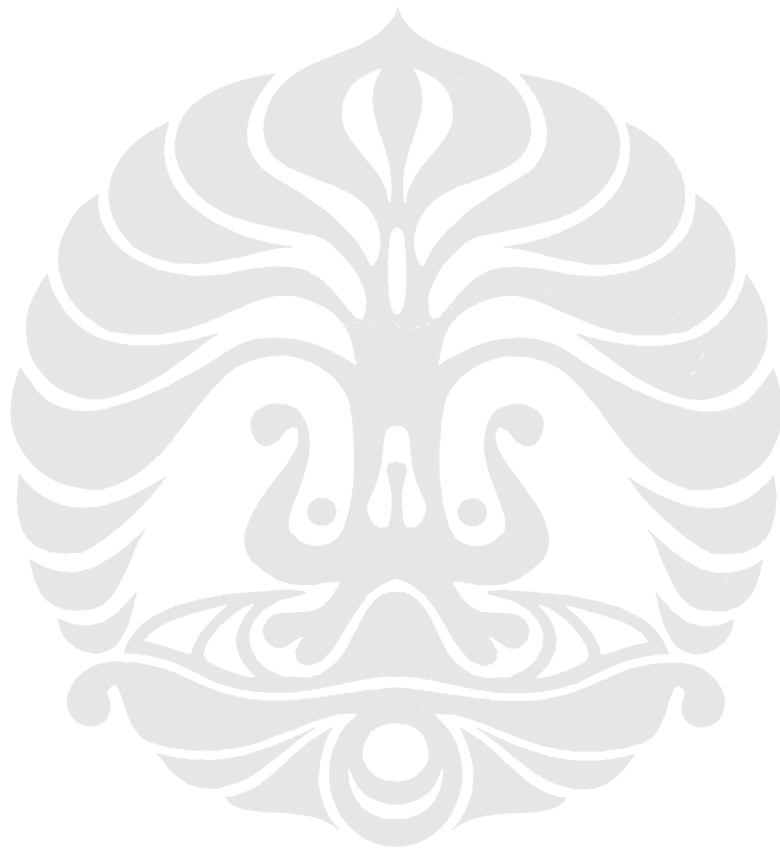
DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Nilai <i>Slump</i>	64
Grafik 4.2 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Berat Benda Uji pada Benda Uji umur 7 hari	67
Grafik 4.3 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Berat Benda Uji pada Benda Uji umur 28 hari	67
Grafik 4.4 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Tegangan Tarik pada Benda Uji umur 7 hari	69
Grafik 4.5 Kenaikan Tegangan Tarik rata – rata pada Benda Uji umur 7 hari	69
Grafik 4.6 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Tegangan Tarik pada Benda Uji umur 28 hari	70
Grafik 4.7 Kenaikan Tegangan Tarik rata – rata pada Benda Uji umur 28 hari	70
Grafik 4.8 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Tegangan Tarik	71
Grafik 4.9 Hubungan Tegangan Tarik dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 7 hari	73
Grafik 4.10 Hubungan Tegangan Tarik dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 28 hari	74
Grafik 4.11 Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i> VS Tegangan Tarik Lentur pada Benda Uji umur 28 hari	84
Grafik 4.12 Kenaikan Tegangan Tarik Lentur pada Benda Uji umur 28 hari	84
Grafik 4.13 Hubungan Tegangan Tarik Lentur dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 28 hari	86

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 1.1	Variasi Kadar <i>Polypropylene</i>	4
Tabel 1.2	Jumlah Benda Uji untuk setiap variasi kadar <i>Polypropylene</i>	5
Tabel 2.1	Komponen Kimia Utama Semen	12
Tabel 2.2	Standar Gradasi Halus	21
Tabel 2.3	Standar Gradasi Kasar	21
Tabel 2.4	Hubungan <i>Slump</i> dengan Workabilitas	26
Tabel 2.5	Pengaruh Kekuatan Minimum terhadap Kondisi Pembuatan Benda Uji	27
Tabel 2.6	Perbandingan beberapa resin Termoplastik	34
Tabel 2.7	Karakteristik serat <i>Polypropylene</i>	34
Tabel 2.8	Jenis dan <i>Properties</i> Serat	38
Tabel 4.1	Pengujian terhadap Agregat Halus	59
Tabel 4.2	Pengujian terhadap Agregat Kasar	60
Tabel 4.3	Nilai <i>Slump</i> Beton untuk setiap kadar cacahan <i>Polypropylene</i>	64
Tabel 4.4	Berat dan Tegangan Tarik pada Benda Uji umur 7 hari	65
Tabel 4.5	Kenaikan Tegangan Tarik rata – rata pada Benda Uji umur 7 hari	65
Tabel 4.6	Berat dan Tegangan Tarik pada Benda Uji umur 28 hari	66
Tabel 4.7	Kenaikan Tegangan Tarik rata – rata pada Benda Uji umur 28 hari	66
Tabel 4.8	Hubungan Tegangan Tarik dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 7 hari	73
Tabel 4.9	Hubungan Tegangan Tarik dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 28 hari	74
Tabel 4.10	Hasil pengujian Tegangan Tarik Lentur	83
Tabel 4.11	Hubungan Tegangan Tarik Lentur dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji umur 28 hari	85

Tabel 4.12	Nilai Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson pada Benda Uji T-28-0,7-3	90
Tabel 4.13	Hubungan Modulus Elastisitas dengan Tegangan Tekan pada Benda Uji T-28-0,7-3	90
Tabel 4.14	Analisa Biaya	92



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Uji Material Dasar	102
Lampiran 2. Analisis Rancang Campur	111
Lampiran 3. Hasil Uji Tarik Belah	114
Lampiran 4. Hasil Uji Lentur	118
Lampiran 5. Hasil Uji Modulus Elastisitas dan Rasio Poisson	120
Lampiran 6. Dokumentasi	123
6.1. Alat – alat	123
6.2. Prosedural	127
6.3. Variasi <i>Slump</i> untuk tiap Kadar Cacahan <i>Polypropylene</i>	135
6.4. ASTM Standard	136

DAFTAR SINGKATAN

ACI	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
C	<i>Cement</i>
CA	<i>Coarse Aggregate</i>
FM	<i>Fineness Modulus</i>
FTUI	Fakultas Teknik Universitas Indonesia
HDPE	<i>High Density Polyethylene</i>
M	Masehi
MOR	<i>Modulus of Rupture</i>
MSA	<i>Maximum Size of Aggregate</i>
PAM	Perusahaan Air Minum
PC	<i>Polymer Concrete</i>
PCC	<i>Portland Composite Cement</i>
PIC	<i>Polymer Impregnated Concrete</i>
PP	<i>Polypropylene</i>
PPCC	<i>Polymer Portland Cement Concrete</i>
S	<i>Sand</i>
SG	<i>Specific Gravity</i>
SSD	<i>Saturated Surface Dry</i>
SM	Sebelum Masehi
SII	Standar Industri Indonesia
SNI	Standar Nasional Indonesia
V	<i>Volume</i>
W	<i>Water</i>
W/C	<i>Water – Cement Ratio</i>

DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Dimensi
α	Hubungan antara Kuat Tarik dengan Kuat Tekan $\alpha = \frac{\sigma_t}{\sqrt{f_c'}}$	
a	Jarak Elemen dari Ujung Silinder	mm
A	<i>Entrapped Air</i>	%
β	Hubungan antara Modulus Elastisitas dengan Kuat Tekan $\beta = \frac{E}{\sqrt{f_c'}}$	
b	Lebar balok	cm
d	Tinggi Balok	cm
D, ϕ	Diameter Silinder	mm
ε	Regangan	
ε_2	Regangan saat tegangan S_2	
ε_{t1}	Regangan Transversal saat tegangan S_1	
ε_{t2}	Regangan Transversal saat tegangan S_2	
E	Modulus Elastisitas	MPa
σ_{ts}	<i>Target Strength</i>	MPa
σ_{ds}	<i>Standard Design Strength</i>	MPa
f_c'	<i>Compressive Strength</i> , Kuat Tekan Beton	MPa
f_t, σ_t	<i>Tensile Strength</i> , Kuat Tarik Beton	MPa
I	Momen Inersia	cm ⁴
l	Bentang Benda Uji	m
L	Panjang Benda Uji	mm
μ	Rasio Poisson	

M	Gaya Dalam Momen	kN.m
MOR	Modulus Kehancuran	MPa
π	phi	
P	Beban Luar yang bekerja	kN
q	Berat Sendiri Benda Uji Lentur	kN/m
R	Reaksi Perletakan	kN
S	Tegangan	MPa
S_1	Tegangan saat Regangan 50millionth inch per inch	MPa
S_2	Tegangan saat Pembebanan 40% Beban Ultimit	MPa
t	Konstanta = 0,883	
T	Gaya Dalam Lintang	kN
v	<i>Coefficient of Variation</i> = 0,15	
x	Jarak Titik yang ditinjau	m
y	Jarak dari garis netral ke serat yang tertarik	cm