

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

**SKRIPSI**

Oleh

**JESSICA SJAH**

**04 04 01 038 4**



**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 TEKAN DAN KUAT GESER  
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, 11 Juli 2008

Jessica Sjah

NPM 04 04 01 038 4

# PENGESAHAN

Skripsi dengan judul :

**PENGARUH PEMAKAIAN CACAHAN LIMBAH GELAS PLASTIK  
*POLYPROPYLENE* (PP) PADA KUAT TEKAN DAN KUAT GESER  
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, 11 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

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya. Tanpa kasih dan penyertaan-Nya penulis tidak akan mungkin dapat menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis akan mengulas mengenai studi penelitian pemanfaatan limbah gelas plastik minuman (*polypropylene*) terkait kuat tekan dan kuat geser beton normal.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

- Yang terkasih, Bapak Dr –Ing. Ir. Josia Irwan Rastandi, MT, selaku pembimbing utama yang banyak memberikan bantuan dan meluangkan waktu untuk mengarahkan dalam penyusunan skripsi ini.
- Yang terkasih, Ibu Dr. Ir. Essy Ariyuni, MSc. selaku pembimbing kedua yang banyak memberikan bantuan dan saran serta nasehat untuk menyelesaikan skripsi ini.
- Ibu Ir. Mulia O, MEng. selaku dosen penguji atas saran dan kritik yang diberikan.
- Ibu Dr. Ir. Elly Tjahjono, DEA, selaku Ketua Laboratorium Bahan dan Struktur Departemen Teknik Sipil FTUI atas bantuan dan fasilitasnya. Di samping itu sebagai dosen penguji atas saran dan kritiknya.
- Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Katili, DEA, selaku Ketua Jurusan Departemen Teknik Sipil atas dukungannya.
- Bapak Ir. Gunawan Rusli Purnomo, MT yang telah menjadi inspirasi awal dari penelitian.
- Bapak Ayub atas bantuan dan waktu yang telah diluangkan untuk mendukung penelitian ini.
- Bapak Samin dan Bapak Pri atas kerjasama, saran dan masukan yang berguna dalam melakukan penelitian di Laboratorium Bahan Sipil FTUI.
- Seluruh karyawan Laboratorium Bahan dan Struktur Departemen Sipil FTUI yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, atas bantuan dalam melakukan penelitian.
- Rekan terbaik, Johannes Chandra, atas kerja sama yang sangat berarti sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik dan tepat pada waktunya.

- Teman saya, Michael Titono atas dukungan yang telah diberikan.
- Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2004 atas dukungannya.
- Bapak Drs. Irawan atas perhatian dan dukungan moril yang diberikan.
- Keluarga terkasih (Drs. Stephen Sjah, Wong Cecilia, Edward Sjah SS, dan Caroline Sjah) atas dukungan penuh, kasih dan perhatian yang telah diberikan.
- Bapak Ir. Johannes Gunawan dan Ibu Ir. Irene atas dukungan dan bantuan penuh yang diberikan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
- Yang terkasih Leonardus Gunawan atas perhatian, dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata, besar harapan penulis agar skripsi yang penulis susun 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

Jessica Sjah

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR GRAFIK	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
DAFTAR NOTASI	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 LATAR BELAKANG MASALAH	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	7
2.1 BETON DAN BAHAN PEMBENTUK BETON	7
2.1.1 Semen	7
2.1.1.1 <i>Sejarah Singkat Semen Portland</i>	7
2.1.1.2 <i>Oksida Pembentuk Semen Portland</i>	8
2.1.1.3 <i>Proses Pembentukan Semen Portland</i>	9
2.1.1.4 <i>Sifat-sifat Senyawa Semen Portland</i>	9

2.1.1.5	<i>Proses Hidrasi</i>	10
2.1.1.6	<i>Panas Hidrasi</i>	10
2.1.1.7	<i>Tipe-tipe Semen</i>	10
2.1.2	Agregat	11
2.1.2.1	<i>Peranan Agregat</i>	11
2.1.2.2	<i>Klasifikasi Agregat</i>	12
2.1.2.3	<i>Pengaruh Bentuk Agregat dalam Beton Semen</i>	15
2.1.2.4	<i>Gradasi Agregat</i>	15
2.1.3	Air	17
2.2	SIFAT-SIFAT BETON	17
2.2.1	<i>Fresh Concrete</i>	17
2.2.2	<i>Hard Concrete</i>	18
2.2.2.1	<i>Kuat Tekan</i>	18
2.2.2.2	<i>Kuat Geser</i>	21
2.2.2.3	<i>Modulus Elastisitas</i>	22
2.2.2.4	<i>Gradasi Agregat</i>	22
2.3	<i>POLYPROPYLENE</i>	22
2.3.1	<i>Polypropylene sebagai Senyawa Hidrokarbon</i>	22
2.3.2	<i>Polypropylene Tergolong Kelompok Bahan Polimer</i>	23
2.3.3	<i>Polypropylene Tergolong Polimer Sintetik</i>	24
2.3.4	<i>Properti Polypropylene</i>	24
2.4	BETON BERSERAT <i>POLYPROPYLENE</i>	24
2.4.1	<i>Sifat-sifat Beton Segar Serat Polypropylene</i>	25
2.4.2	<i>Sifat-sifat Beton Keras Serat Polypropylene</i>	25
2.4.3	<i>Interaksi antara Serat dengan Pasta Semen</i>	25
2.4.3.1	<i>Interaksi Serat dengan Pasta Beton Homogen Tanpa Retak</i>	26
2.4.3.2	<i>Interaksi Serat dengan Pasta Beton Homogen Retak</i>	26
BAB III METODE PENELITIAN		27
3.1	RENCANA PENELITIAN	27
3.2	PERSIAPAN PENELITIAN	29

3.2.1	Standar Pengujian	29
3.2.2	Bahan Baku Penelitian	30
3.3	PEMBUATAN BAHAN TAMBAHAN CACAHAN <i>POLYPROPYLENE</i>	31
3.4	PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	32
3.4.1	Pengujian Agregat Halus	32
3.4.2	Pengujian Agregat Kasar	37
3.4.3	Pengujian Bahan Tambahan Cacahan <i>Polypropylene</i>	39
3.5	ANALISIS RANCANG CAMPUR	40
3.6	PROSES PERCOBAAN BETON	40
3.6.1	Pembuatan Adukan dan Benda Uji Beton	41
3.6.2	Pengujian Beton Segar ( <i>Slump Test</i> )	42
3.6.3	Pengujian Beton yang Telah Mengeras	43
2.6.3.1	<i>Kuat Tekan</i>	43
2.6.3.2	<i>Kuat Geser</i>	45
2.6.3.3	<i>Modulus Elastisitas</i>	47
3.7	PENGUMPULAN DATA	49
3.8	PENKODEAN BENDA UJI BETON	49
BAB IV ANALISA DAN HASIL PENELITIAN		50
4.1	ANALISA PEMBUATAN CACAHAN <i>POLYPROPYLENE</i>	50
4.2	ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN BAHAN BAKU PENELITIAN	51
4.2.1	Analisa dan Hasil Pengujian Agregat Halus	51
4.2.2	Analisa dan Hasil Pengujian Agregat Kasar	52
4.2.3	Analisa dan Hasil Pengujian <i>Polypropylene</i>	53
4.3	ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN BETON SEGAR (UJI <i>SLUMP</i> )	53
4.4	ANALISA DAN HASIL UJI KUAT TEKAN BETON	55
4.4.1	Analisa Kuantitatif untuk Kuat Tekan Beton	55
4.4.2	Analisa Kualitatif untuk Kuat Tekan Beton	61
4.5	ANALISA DAN HASIL UJI KUAT GESER BETON	64
4.5.1	Analisa Kuantitatif untuk Kuat Geser Beton	64
4.5.2	Analisa Kualitatif untuk Kuat Geser Beton	70



4.6 ANALISA DAN HASIL PENGUJIAN MODULUS ELASTISITAS DAN ANGKA PERBANDINGAN POISSON	71
4.7 ANALISA BIAYA	76
BAB V PENUTUP	78
5.1. KESIMPULAN	78
5.2. SARAN	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 1.1</b> Masalah sampah plastik yang menumpuk	2
<b>Gambar 1.2</b> Kemasan gelas plastik minuman <i>polypropylene</i>	2
<b>Gambar 2.1</b> Bagan proses pembentukan semen portland	9
<b>Gambar 2.2</b> Contoh batuan beku	12
<b>Gambar 2.3</b> Batu kapur sebagai salah satu contoh dari batuan sedimen	12
<b>Gambar 2.4</b> Batu kuarsit sebagai salah satu contoh dari batuan metamorf	13
<b>Gambar 2.5</b> Agregat bulat	14
<b>Gambar 2.6</b> Agregat tidak beraturan	14
<b>Gambar 2.7</b> Agregat bersudut	14
<b>Gambar 2.8</b> Agregat pipih	14
<b>Gambar 2.9</b> Agregat memanjang	15
<b>Gambar 2.10</b> <i>Uniform gradation</i>	15
<b>Gambar 2.11</b> <i>Gap gradation</i>	16
<b>Gambar 2.12</b> <i>Continuous gradation</i>	16
<b>Gambar 2.13</b> Berbagai pola keruntuhan dari benda uji standar bentuk silinder	21
<b>Gambar 2.14</b> Idealisasi dari konsep gesekan geser	21
<b>Gambar 2.15</b> Rantai karbon terbuka dan bercabang	23
<b>Gambar 2.16</b> Polimerisasi adisi	23
<b>Gambar 2.17</b> Interaksi serat dan matriks pada matriks tanpa retak	26
<b>Gambar 2.18</b> Interaksi serat dan matriks pada matriks retak	26
<b>Gambar 3.1</b> Pemetaan penelitian	28
<b>Gambar 3.2</b> Sampah gelas plastik minuman yang akan dicacah	31
<b>Gambar 3.3</b> Mesin pencacah limbah plastik	32
<b>Gambar 3.4</b> Piknometer untuk analisa <i>specific gravity and absorption</i> dari agregat halus	34

<b>Gambar 3.5</b>	Susunan saringan agregat halus pada mesin pengguncang	35
<b>Gambar 3.6</b>	Memperoleh kondisi SSD dalam analisa <i>specific gravity and absorption</i> dari agregat kasar	38
<b>Gambar 3.7</b>	Alat uji <i>slump</i>	43
<b>Gambar 3.8</b>	Mesin uji tekan beton	44
<b>Gambar 3.9</b>	Uji tekan	45
<b>Gambar 3.10</b>	Bentuk dan ukuran benda uji <i>double – L</i>	46
<b>Gambar 3.11</b>	Uji geser <i>double – L</i>	47
<b>Gambar 4.1</b>	Membersihkan cacahan plastik <i>polypropylene</i> dengan deterjen	51
<b>Gambar 4.2</b>	Beton dengan kadar cacahan <i>polypropylene</i> 2,00%	61
<b>Gambar 4.3</b>	Pola retak beton dengan kadar cacahan 2,00% pada uji tekan beton	62
<b>Gambar 4.4</b>	Diagram lingkaran mohr	62
<b>Gambar 4.5</b>	Pola retak beton pada uji tekan beton dengan kadar cacahan 0,70%	63
<b>Gambar 4.6</b>	Pola retak beton pada uji tekan beton dengan kadar cacahan 3,00%	64
<b>Gambar 4.7</b>	Pola retak geser yang ideal	71
<b>Gambar 4.8</b>	Pola retak geser yang tidak ideal	71

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
<b>Grafik 2.1</b>	Grafik hubungan jumlah semen dengan kuat tekan beton 19
<b>Grafik 2.2</b>	Grafik hubungan ukuran butiran dengan kuat tekan beton 19
<b>Grafik 2.3</b>	Grafik hubungan rasio air-semen dengan kuat tekan beton 20
<b>Grafik 4.1</b>	Hasil pengujian <i>slump</i> beton 54
<b>Grafik 4.2</b>	Berat benda uji silinder VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 57
<b>Grafik 4.3</b>	Kuat tekan beton VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 59
<b>Grafik 4.4</b>	Kenaikan $f_c'$ (umur 7 dan 28 hari) VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 59
<b>Grafik 4.5</b>	Berat benda uji <i>double – L</i> VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 65
<b>Grafik 4.6</b>	Kuat geser beton 28 hari VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 67
<b>Grafik 4.7</b>	Kenaikan kuat geser (umur 28 hari) VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 67
<b>Grafik 4.8</b>	Kenaikan kuat tekan beton VS kadar cacahan <i>polypropylene</i> 68
<b>Grafik 4.9</b>	Hubungan modulus elastisitas beton dengan kuat tekan beton 75
<b>Grafik 4.10</b>	Angka perbandingan poisson untuk benda uji T28-0,7-3 75

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 1.1</b>	Jumlah benda uji terkait variasi kadar cacahan <i>polypropylene</i> 5
<b>Tabel 2.1</b>	Reaksi kimia dan sifat-sifat senyawa kimia akibat bereaksi dengan air 9
<b>Tabel 2.2</b>	Nilai hubungan antara kuat tekan beton dengan umur beton 18
<b>Tabel 4.1</b>	Karakteristik geometrik cacahan <i>polypropylene</i> 50
<b>Tabel 4.2</b>	Hasil pengujian agregat halus 51
<b>Tabel 4.3</b>	Hasil pengujian agregat kasar 53
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil pengujian <i>slump</i> beton 54
<b>Tabel 4.5</b>	Hasil uji tekan beton umur 7 hari 55
<b>Tabel 4.6</b>	Hasil uji tekan beton umur 28 hari 56
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil uji kuat geser beton 28 hari 65
<b>Tabel 4.8</b>	Hubungan kuat geser dan kuat tekan beton 69
<b>Tabel 4.9</b>	Regangan vertikal 72
<b>Tabel 4.10</b>	Regangan horizontal 73
<b>Tabel 4.11</b>	Tabel perhitungan modulus elastisitas beton dan angka poisson 74
<b>Tabel 4.12</b>	Modulus elastisitas beton dan angka perbandingan poisson 74
<b>Tabel 4.13</b>	Hubungan modulus elastisitas beton dengan kuat tekan beton 74
<b>Tabel 4.14</b>	Perbandingan analisa biaya antara beton normal dan beton dengan bahan tambahan berupa cacahan <i>polypropylene</i> 76
<b>Tabel 5.1</b>	Perbandingan %kenaikan karakteristik beton 79

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A** Proses pelaksanaan dan hasil percobaan
- Lampiran A-1** Proses pencacajan limbah gelas plastik minuman
- Lampiran A-2** Proses pemeriksaan berat isi agregat halus dengan metode berat isi lepas
- Lampiran A-3** Proses pemeriksaan berat isi agregat halus dengan metode penusukan
- Lampiran A-4** Proses pemeriksaan bahan lewat saringan No. 200
- Lampiran A-5** Proses pemeriksaan kotoran organik dalam agregat halus
- Lampiran A-6** Proses pemeriksaan berat isi agregat kasar dengan metode penusukan
- Lampiran A-7** Proses analisa saringan agregat
- Lampiran A-8** Proses pemeriksaan berat jenis *polypropylene*
- Lampiran A-9** Proses pengecoran
- Lampiran A-10** Proses pencetakan benda uji silinder
- Lampiran A-11** Proses pencetakan benda uji *double – L*
- Lampiran A-12** Proses pengujian *slump* beton
- Lampiran A-13** Proses pengujian kuat tekan beton
- Lampiran A-14** Proses meratakan permukaan benda uji silinder dengan mortar belerang
- Lampiran A-15** Proses pengujian kuat geser beton
- Lampiran A-16** Proses pengujian modulus elastisitas beton
- Lampiran A-17** Hasil uji *slump* beton untuk setiap variasi kadar cacahan *polypropylene*
- Lampiran B** Perhitungan rancang campur beton
- Lampiran C** Hasil uji laboratorium
- Lampiran C-1** Pemeriksaan berat isi agregat halus
- Lampiran C-2** Analisa *Specific Gravity and Absorption* agregat halus
- Lampiran C-3** Analisa saringan agregat halus
- Lampiran C-4** Pemeriksaan bahan lewat saringan No. 200
- Lampiran C-5** Pemeriksaan kotoran organik dalam agregat halus
- Lampiran C-6** Pemeriksaan berat isi agregat kasar

- Lampiran C-7** Analisa *Specific Gravity and Absorption* agregat kasar
- Lampiran C-8** Analisa saringan agregat kasar
- Lampiran C-9** Pemeriksaan berat jenis *polypropylene*
- Lampiran C-10** Data tes tekan beton umur 7 hari
- Lampiran C-11** Data tes tekan beton umur 28 hari
- Lampiran C-12** Data tes geser beton umur 28 hari
- Lampiran C-13** Data modulus elastisitas beton T28-0,7-3
- Lampiran D** Detail cetakan benda uji *double – L*
- Lampiran E** ASTM Standard



## DAFTAR SINGKATAN



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>
MSA	<i>Maximum Size of Aggregate</i>
PAM	Perusahaan Air Minum
PCC	<i>Portland Composite Cement</i>
PP	<i>Polypropylene</i>
S	<i>Sand</i>
SG	<i>Specific Gravity</i>
SSD	<i>Saturated Surface Dry</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
V	<i>Volume</i>
W	<i>Water</i>
W/C	<i>Water – Cement Ratio</i>



## DAFTAR NOTASI

Simbol	Keterangan	Dimensi
$\alpha$	Sudut geser keruntuhan	derajat
$\alpha_1, \alpha_2$	Koefisien hubungan antara kuat geser dan kuat tekan beton	
A	Luas penampang	$\text{cm}^2$
A	<i>Entrapped Air</i>	%
$\beta$	Koefisien hubungan antara modulus elastisitas beton dengan kuat tekan beton	
b	Lebar bidang geser beton	cm
c	Kohesi	$\text{kg/cm}^2$
D, $\phi$	Diameter benda uji silinder	mm
$\epsilon_2$	regangan longitudinal yang disebabkan oleh $S_2$	
$\epsilon_{t2}$	regangan transversal di tengah panjang spesimen disebabkan oleh tegangan $S_2$	
$\epsilon_{t1}$	regangan transversal di tengah panjang spesimen disebabkan oleh tegangan $S_1$	
$\epsilon$	Regangan	
E	Modulus elastisitas beton	MPa
$\sigma_{ts}$	<i>Target strength</i>	MPa
$\sigma_{ds}$	<i>Standard design strength</i>	MPa
$f_c'$	<i>Compressive strength</i> , Kuat tekan beton	MPa
h	Tinggi bidang geser beton	mm
L	Panjang Benda Uji	mm
$\mu$	Rasio Poisson	
$\pi$	phi	
P	Gaya tekan yang bekerja	kg

$S_1$	Tegangan saat regangan seperlima puluh juta, psi	kg/cm <sup>2</sup>
$S_2$	Tegangan pada pembebanan 40% beban ultimit	kg/cm <sup>2</sup>
$t$	Konstanta = 0,883	
$v$	Tegangan geser beton	kg/cm <sup>2</sup>
$V$	Gaya maksimum pada uji geser	kg
$W$	Berat	gram
$\Delta L$	Perubahan panjang	mm
$\sigma$	Tegangan	kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	Sudut geser dalam	derajat

