

**STUDI PENGGUNAAN SEMEN PORTLAND POZOLAN (PPC) UNTUK
PERENCANAAN BETON STRUKTURAL DENGAN $f_c' = 25 \text{ MPa}$**

Triyono Erwin

NRP : 9321085

NIRM : 41077011930312

PEMBIMBING : Ny. Winarni Hadipratomo, Ir.

**Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
Universitas Kristen Maranatha
Bandung**

ABSTRAK

Selama ini masyarakat awam hanya mengenal Semen Portland (PC) sebagai material beton konvensional. Penggunaan material pengikat beton lain seperti Semen Pozolan nyaris terlupakan. Semen Pozolan sebenarnya sudah lama dikenal masyarakat, tetapi karena keterbatasan teknik proses yang ada, Pozolan dianggap semen berkualitas rendah. Tetapi pada saat ini, industri semen nasional telah mengembangkan Semen Pozolan terbaru dengan nama *Portland Pozzolan Cement* (PPC) yang memiliki keunggulan yang sekelas dengan Semen Portland tipe I dan keunggulan-keunggulan lain yang tidak dimiliki oleh Semen Portland.

Tugas akhir ini meneliti kekuatan tekan beton silinder yang terbuat dari bahan pengikat Semen Portland Pozolan (*Portland Pozzolan Cement* – PPC) jenis A pada usia 3, 7, 14, 21, 28 dan 60 hari. Kemudian hasil ini dibandingkan dengan kekuatan beton yang berasal dari campuran yang menggunakan Semen Portland biasa (*Ordinary Portland Cement* – OPC) tipe I. Perencanaan campuran beton berdasarkan metode *American Concrete Institute* (ACI).

Kebutuhan semen untuk pembuatan beton dengan $f_c' = 25 \text{ MPa}$ menggunakan Semen Portland Pozolan lebih besar dari pada Semen Portland. Beton segar yang menggunakan Semen Portland Pozolan lebih encer dibandingkan dengan yang menggunakan Semen Portland. Proses hidrasi beton yang menggunakan Semen Portland Pozolan lebih lambat dibanding dengan yang menggunakan Semen Portland. Walaupun demikian, proses hidrasinya mempunyai rentang waktu yang lebih panjang, sehingga kenaikan kuat tekan pada usia yang lama cukup signifikan.

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Pembatasan Masalah	2
1.4 Metode Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Agregat	7
2.3 Air Pengaduk	8
2.4 Semen Portland	9
2.5 Pozolan	12
2.6 Semen Portland Pozolan	14

BAB 3 PERSIAPAN DAN PENENTUAN FAKTOR AIR SEMEN	
CAMPURAN BETON	17
3.1 Pengujian Agregat Halus	20
3.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat	
Halus	21
3.1.2 Analisis Saringan	22
3.1.3 Penentuan Kadar Air	25
3.1.4 Penentuan Kadar Lumpur dan Lempung	26
3.1.5 Penentuan Kadar Organik	27
3.2 Pengujian Agregat Kasar	27
3.2.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	27
3.2.2 Pengujian Berat Isi	29
3.2.3 Analisis Saringan	29
3.2.4 Penentuan Kadar Air	31
3.2.5 Pengujian Kekerasan Agregat Kasar	32
3.3 Pengujian Semen Portland	33
3.4 Pengujian Semen Portland Pozolan	34
3.5 Pembuatan dan Pengujian Campuran Percobaan	34
3.5.1 Perencanaan Campuran Percobaan	35
3.5.2 Pembuatan dan Perawatan Campuran Percobaan	43
3.5.3 Pengujian Beton Segar	44
3.5.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Campuran Percobaan	46
3.5.5 Kuat Tekan Karakteristik Campuran Percobaan	50

BAB 4 PERENCANAAN DAN UJI KUAT TEKAN BETON MUTU	
$f_c' = 25$ MPa MENGGUNAKAN PC DAN PPC	54
4.1 Perencanaan Campuran Beton	54
4.2 Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji	57
4.3 Pengujian Beton Segar	57
4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton	58
4.5 Hasil Uji Kuat Tekan	60
4.6 Kuat Tekan Karakteristik Beton	66
4.7 Pembahasan Hasil Uji	70
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	74
5.1 Kesimpulan	74
5.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	79

DAFTAR NOTASI

ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Materials</i>
DOE	=	<i>Department of The Environment</i>
fas	=	faktor air semen
f_c'	=	kuat tekan karakteristik
f_{cr}	=	kuat tekan rata-rata
OPC	=	<i>Ordinary Portland Cement</i>
PBI	=	Peraturan Beton Indonesia
PC	=	<i>Portland Cemen</i>
PPC	=	<i>Pozolan Portland Cemen</i>
ppm	=	<i>part per milions</i> $\left(\frac{1}{1000}\right)$
psi	=	<i>pound per square inch</i>
R^2	=	koefisien determinasi
s	=	standar deviasi
SEE	=	<i>Standard Error of Estimate</i> , selisih kesalahan taksir standar
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i> , kering jenuh permukaan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian	19
Gambar 3.2	Hasil Uji Analisis Saringan Agregat Halus	24
Gambar 3.3	Hasil Uji Analisis Saringan Agregat Kasar	21
Gambar 3.4	Hasil Uji Slump untuk Setiap Faktor Air Semen	46
Gambar 3.5	Kuat Tekan Rata-rata Campuran Percobaan	50
Gambar 3.6	Kuat Tekan Karakteristik Campuran Percobaan	53
Gambar 4.1	Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland	63
Gambar 4.2	Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland Pozolan	63
Gambar 4.3	Hubungan Kuat Tekan dengan Umur Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 Semen Portland Pozolan	64
Gambar 4.4	Hubungan Kuat Tekan dengan Umur untuk Seluruh Benda Uji	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Senyawa Kimia Penyusun Semen Portland	10
Tabel 2.2	Spesifikasi Semen Portland Menurut ASTM dan SNI	11
Tabel 2.3	Pengujian Fisika Semen Gresik PC Tipe I	11
Tabel 2.4	Spesifikasi Teknik Semen Gresik PC Tipe I	12
Tabel 2.5	Syarat Mutu Pozolan Sebagai <i>Mineral Admixture</i>	13
Tabel 2.6	Syarat Kimia Semen Portland Pozolan	15
Tabel 2.7	Syarat Fisika Semen Portland Pozolan	15
Tabel 2.8	Spesifikasi Teknik Semen Gresik PPC Jenis A	16
Tabel 2.9	Pengujian Fisika Semen Gresik PPC Jenis A	16
Tabel 3.1	Data Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	21
Tabel 3.2	Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	22
Tabel 3.3	Gradasi Ideal Agregat Halus Menurut ASTM C-33	23
Tabel 3.4	Hasil Uji Analisis Saringan Agregat Halus	24
Tabel 3.5	Data Uji Kadar Air Agregat Halus	25
Tabel 3.6	Hasil Uji Kadar Air Agregat Halus	25
Tabel 3.7	Hasil Uji Kadar Lumpur dan Lempung Agregat Halus	26
Tabel 3.8	Data Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	28
Tabel 3.9	Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	28
Tabel 3.10	Hasil Uji Berat Isi Agregat Kasar	29
Tabel 3.11	Gradasi Ideal Agregat Kasar Menurut ASTM C-33	30
Tabel 3.12	Hasil Uji Analisis Saringan Agregat Kasar	30
Tabel 3.13	Data Uji Kadar Air Agregat Kasar	31

Tabel 3.14 Hasil Uji Kadar Air Agregat Kasar	32
Tabel 3.15 Hasil Uji Kekerasan Agregat Kasar	32
Tabel 3.16 Hasil Uji Berat Jenis Semen Portland	33
Tabel 3.17 Hasil Uji Berat Jenis Semen Portland Pozolan	34
Tabel 3.18 Rekomendasi Slump untuk Berbagai Tipe Konstruksi	36
Tabel 3.19 Jumlah Perkiraan Air Pencampur yang Dibutuhkan untuk Slump dan Ukuran Nominal Maksimum Agregat yang Berbeda	36
Tabel 3.20 Hubungan Faktor Air Semen dengan Kuat Tekan	37
Tabel 3.21 Volume Agregat Kasar Per Unit Volume Beton	38
Tabel 3.22 Estimasi Berat Beton Segar	38
Tabel 3.23 Hasil Langkah Perhitungan Perencanaan Campuran Beton Untuk Campuran Percobaan	42
Tabel 3.24 Proporsi Material Untuk Setiap 1 m ³ Campuran Beton	43
Tabel 3.25 Proporsi Material Untuk Campuran Percobaan	43
Tabel 3.26 Angka Slump Untuk Setiap Campuran	45
Tabel 3.27 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Semen Portland	47
Tabel 3.28 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Semen Portland Pozolan	48
Tabel 3.29 Analisis Regresi Kuat Tekan Rata-rata Campuran Percobaan Menggunakan Semen Portland	49
Tabel 3.30 Analisis Regresi Kuat Tekan Rata-rata Campuran Percobaan Menggunakan Semen Portland Pozolan	50

Tabel 3.31	Kuat Tekan Karakteristik Campuran Percobaan dengan Semen Portland	52
Tabel 3.32	Kuat Tekan Karakteristik Campuran Percobaan dengan Semen Portland Pozolan	52
Tabel 4.1	Hasil Langkah Perhitungan Perencanaan Campuran Beton	55
Tabel 4.2	Proporsi Material Untuk Setiap 1 m ³ Campuran Beton	56
Tabel 4.3	Kebutuhan Material Untuk Setiap Campuran Beton	56
Tabel 4.4	Angka Slump Untuk Setiap Campuran	57
Tabel 4.5	Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland	58
Tabel 4.6	Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland Pozolan	59
Tabel 4.7	Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 Semen Portland Pozolan	60
Tabel 4.8	Analisis Regresi Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland	61
Tabel 4.9	Analisis Regresi Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland Pozolan	61
Tabel 4.10	Analisis Regresi Uji Kuat Tekan Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 Semen Portland Pozolan	62
Tabel 4.11	Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Usia	65
Tabel 4.12	Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Benda Uji	65
Tabel 4.13	Kuat Tekan Karakteristik untuk Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland	67

Tabel 4.14	Kuat Tekan Karakteristik untuk Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,544 Semen Portland Pozolan	68
Tabel 4.15	Kuat Tekan Karakteristik untuk Benda Uji dengan Faktor Air Semen 0,503 Semen Portland Pozolan	69
Tabel 4.16	Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata Beton	70
Tabel 4.17	Biaya yang Diperlukan untuk Membuat 1 m ³ Beton $f_c' = 25$ MPa dengan Semen Portland	72
Tabel 4.18	Biaya yang Diperlukan untuk Membuat 1 m ³ Beton $f_c' = 25$ MPa dengan Semen Portland Pozolan	72

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Foto Material Beton	A – 1
Lampiran B Foto Peralatan Uji Semen dan Agregat	B – 1
Lampiran C Foto Peralatan dan Benda Uji Beton	C – 1
Lampiran D Pola Retak Benda Uji Beton Silinder	D – 1