

TUGAS AKHIR

**PENGARUH RASIO SEMEN DENGAN AGREGAT KASAR DAN
VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT FISIK DAN
SIFAT MEKANIK BETON BERONGGA**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun Oleh:

Tegar Imanuel

NIM. 2210811210007

Pembimbing:

Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc

NIP. 19690106 199502 2 001



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU**

2026

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Dan Variasi Ukuran Agregat
Kasar Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Beton Berongga

Oleh:

Tegar Imanuel (2210811210007)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 7 Januari 2026 dan dinyatakan

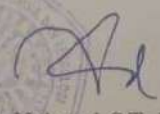
LULUS

Komite Penguji :
Ketua : Wiku Adhiwicaksana Krasna, S.T.,
M.Eng., Ph.D.
NIP. 19860628 201212 1 002
Anggota 1 : Dr. Rahmani Kadarningsih, S.T., M.T.
NIP. 19780430 200604 2 001
Anggota 2 : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.
NIP. 19790723 200501 2 005
Pembimbing : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.
Utama : NIP. 19690106 199502 2 001


15 JAN 2026
Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh :

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM


Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Sipil


Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.
NIP. 19720826 199802 1 001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tegar Imanuel
NIM : 2210811210007
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar dan Variasi Ukuran Agregat Kasar Terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Beton Berongga
Pembimbing : Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2026

Penulis,



Tegar Imanuel

NIM. 2210811210007

**PENGARUH RASIO SEMEN DENGAN AGREGAT KASAR DAN
VARIASI UKURAN AGREGAT KASAR TERHADAP SIFAT FISIK DAN
SIFAT MEKANIK BETON BERONGGA**

Tegar Imanuel¹, Ratni Nurwidayati²

¹Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

²Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: grimel531@gmail.com

ABSTRAK

Beton berongga merupakan material perkerasan yang memiliki kemampuan meloloskan air sehingga berpotensi mengurangi limpasan permukaan dan genangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh rasio semen terhadap agregat kasar serta variasi ukuran agregat kasar terhadap sifat fisik dan sifat mekanik beton berongga. Variasi rasio semen terhadap agregat kasar yang digunakan adalah 1:5, 1:6, dan 1:7, sedangkan variasi ukuran agregat kasar terdiri dari ukuran 0,5–1 cm dan 2–3 cm dengan persentase 0%, 30%, 50%, dan 100%. Faktor air semen (FAS) ditetapkan konstan sebesar 0,31. Benda uji berupa kubus beton berongga berukuran 15 × 15 × 15 cm sebanyak 60 sampel, yang dirawat dengan metode perendaman dan diuji pada umur 28 hari. Pengujian meliputi kuat tekan sebagai sifat mekanik serta porositas dan permeabilitas sebagai sifat fisik beton berongga. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rasio semen terhadap agregat kasar 1:6 menghasilkan keseimbangan terbaik antara kuat tekan dan karakteristik pori beton. Selain itu, penggunaan gradasi campuran (30A dan 50A) agregat kasar menghasilkan struktur rongga yang lebih stabil dibandingkan gradasi seragam (0A dan 100A), sehingga mampu memberikan kuat tekan yang relatif lebih tinggi dengan tetap mempertahankan nilai porositas dan permeabilitas yang baik. Dengan demikian, rasio 1:6 dan gradasi campuran (30A dan 50A) merupakan komposisi yang paling optimal untuk aplikasi beton berongga.

Kata Kunci: Beton berongga, rasio semen, gradasi campuran, gradasi seragam.

**THE EFFECT OF CEMENT TO COARSE AGGREGATE RATIO
AND VARIATION OF COARSE AGGREGATE SIZE ON PHYSICAL AND
MECHANICAL PROPERTIES OF HOLLOW CONCRETE**

Tegar Imanuel¹, Ratni Nurwidayati²

¹ Undergraduate Student of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

²Lecturer of Civil Engineering, Lambung Mangkurat University

Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714

Email: grimel531@gmail.com


ABSTRACT

Porous concrete is a pavement material that allows water to infiltrate through its structure, thereby reducing surface runoff and water ponding. This study aims to analyze the effect of the cement-to-coarse aggregate ratio and variations in coarse aggregate size on the physical and mechanical properties of porous concrete. The cement-to-coarse aggregate ratios used were 1:5, 1:6, and 1:7, while the coarse aggregate size variations consisted of 0.5–1 cm and 2–3 cm with proportions of 0%, 30%, 50%, and 100%. The water–cement ratio was kept constant at 0.31. A total of 60 porous concrete cube specimens measuring 15 × 15 × 15 cm were prepared, cured by water immersion, and tested at the age of 28 days. The tests included compressive strength as a mechanical property, as well as porosity and permeability as physical properties. The results indicate that a cement-to-coarse aggregate ratio of 1:6 provides the best balance between compressive strength and pore characteristics. In addition, the use of mixed aggregate gradation produces (30A and 50A) a more stable pore structure compared to single-size gradation (0A and 100A), resulting in relatively higher compressive strength while maintaining adequate porosity and permeability. Therefore, the 1:6 ratio combined with mixed aggregate gradation (30A and 50A) is considered the most optimal composition for porous concrete applications.

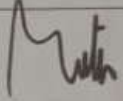
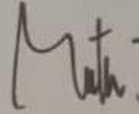
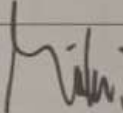
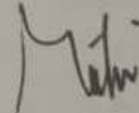
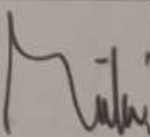
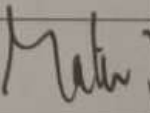
Keywords: Porous concrete, cement-to-aggregate ratio, graded aggregate, uniformly graded aggregate

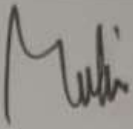
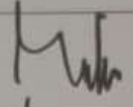
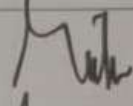
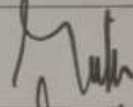
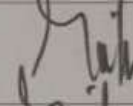
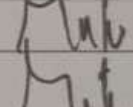
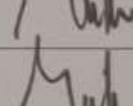
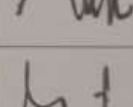
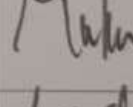
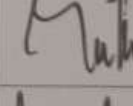
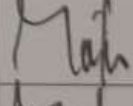
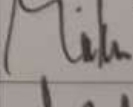

LEMBAR ASISTENSI

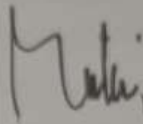
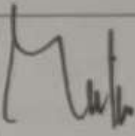
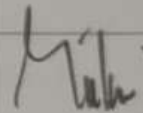
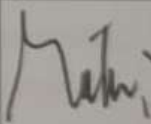
LEMBAR ASISTENSI

 <p style="text-align: center;">UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL BANJARBARU</p>	LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR											
	KEHADIRAN											
No	Nama	NIM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I.	Tegar Imanuel	2210811210007										

KEGIATAN ASISTENSI

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	21 Juli 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Studi literatur • Review jurnal beton berongga 	
2	8 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan BAB I dengan tinjauan rasio semen & gradasi agregat kasar • Gunakan rasio 1:5, 1:6, 1:7 • Gunakan gradasi 0% : 100%, 30% : 70%, 50% : 50%, 100% : 0% 	
3	26 Agustus 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Lanjutkan BAB II & BAB III • Perbaiki penulisan 	
4	4 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan Sub BAB pada BAB II • Perbaiki tabel • Tambah gambar agregat kasar • Cek kembali perhitungan kebutuhan material 	
5	9 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki tabel • Perbaiki bagan alir • Tambah penjelasan BAB II • Perbaiki perhitungan jumlah bahan 	
6	17 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki penulisan • Tambahkan referensi beton berongga 	

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
		<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki bagan alir • Buat PPT untuk seminar proposal 	
7	23 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan penjelasan di BAB I • Tambahkan gambar permeabilitas • Perbaiki bagan alir di ppt 	
8	25 September 2025	<ul style="list-style-type: none"> • ACC laporan proposal dan siap seminar proposal 	
9	10 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan sub bab pengaruh gradasi 	
10	11 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Bedakan warna untuk setiap pengujian 	
11	13 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan pengujian agregat gabungan 	
12	18 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki grafik pengujian 	
13	20 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Hitung standar deviasi • Cek error grafik 	
14	25 November 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan kesimpulan dan saran • Perbaiki typo 	
15	2 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan pengamatan visual untuk masing-masing rasio dan masing-masing gradasi 	
16	5 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Samakan template grafik untuk semua pengujian 	
17	8 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan uji Grubbs • Tambahkan grafik uji Grubbs 	
18	10 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan narasi bab 4 • Sesuaikan narasi dengan grafik 	
19	11 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> • Tambahkan tabel peningkatan nilai terhadap 0A pada masing-masing rasio 	

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
		<ul style="list-style-type: none"> Tambahkan hubungan sifat fisik dan mekanik 	
20	16 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> Tambahkan gambar di bab 3 Perbaiki daftar Pustaka Perbaiki kesimpulan dan saran Tambahkan error bar di sub bab hubungan 	
21	19 Desember 2025	<ul style="list-style-type: none"> Tambahkan berat jenis beton berongga lalu bandingkan Tambahkan abstrak Tambahkan kata pengantar 	
22	4 Januari 2026	<ul style="list-style-type: none"> Perbaiki abstrak Perbaiki nama gambar 	
23	6 Januari '26	Siap Sidang Akhir	
24			

Banjarbaru, 2026
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Ratni Nurwidavati, M.T., M.Eng.Sc
NIP. 19690106 199502 2 001

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan karunia-Nya yang telah memberikan kemudahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Dan Variasi Ukuran Agregat Kasar Terhadap Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Beton Berongga”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukungan, untuk itu pula penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan laporan akhir Tugas Akhir:

1. Bapak Drs. Marhaendra dan Ibu Rusyana, selaku orang tua saya yang sudah memberikan saya semangat dalam saya menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Dr. Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Kakak saya Angeica Amenia, yang telah memberikan saya semangat dan motivasi dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
5. Pasangan saya Yolanda, yang telah memberikan semangat dan motivasi kepada saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir.
6. Rekan-rekan Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat dan mahasiswa magang yang telah banyak membantu saya dalam pembuatan tugas akhir ini.
7. Teman saya Muhammad Nashir dan Muhammad Najmi Mubarak, yang telah membantu saya dalam pembuatan tugas akhir ini.
8. Teman-teman seangkatan saya di Program Studi Teknik Sipil Angkatan 2022, yang telah memberikan saya motivasi dalam mengerjakan Laporan Tugas Akhir,

Akhir kata, saya menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar Tugas Akhir ini lebih baik lagi. Saya berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Tegar Imanuel', written in a cursive style.

Tegar Imanuel

NIM. 2210811210007

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
LEMBAR ASISTENSI	v
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR PERSAMAAN	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pengertian Beton	7
2.1.1 Beton Normal	7
2.1.2 Beton Berongga.....	8
2.2 Material Pembentuk Beton Berongga	9
2.2.1 Agregat Kasar.....	10
2.2.2 Semen.....	10
2.2.3 Air	11
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton Berongga.....	12
2.3.1 Gradasi Agregat.....	12

2.3.2	Faktor Air Semen	13
2.3.3	Rasio Semen Terhadap Agregat	14
2.3.4	Bahan Tambah.....	14
2.4	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	16
2.5	Pengujian Terhadap Benda Uji.....	17
2.5.1	Pengujian Kuat Tekan	17
2.5.2	Pengujian Porositas	17
2.5.3	Pengujian Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air.	18
2.6	Kelebihan dan Kekurangan Beton Berongga	19
2.7	Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODE PENELITIAN.....		24
3.1	Bagan Alir.....	24
3.2	Waktu dan Tempat	26
3.3	Alat dan Bahan	26
3.3.1	Alat.....	26
3.3.2	Bahan.....	27
3.4	Persiapan dan Pemeriksaan Bahan Dasar.....	27
3.4.1	Persiapan Bahan Dasar.....	27
3.4.2	Pemeriksaan Bahan Dasar.....	28
3.5	Waktu Pengikatan.....	29
3.6	Rancangan Penelitian	30
3.8	Perhitungan <i>Mix Design</i>	35
3.8.1	Menentukan Berat Agregat Kasar	35
3.8.2	Menentukan Berat Agregat dalam Kondisi SSD.....	35
3.8.3	Menghitung Kebutuhan Bahan Beton Berongga	36
3.9	Pembuatan Benda Uji Kubus Beton Berongga	42

3.10	Perawatan Benda Uji (<i>Curing</i>)	43
3.11	Pengujian Benda Uji.....	43
3.11.1	Pengamatan Visual	44
3.11.2	Pengujian Kuat Tekan	44
3.11.3	Porositas	45
3.11.4	Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air.....	47
3.12	Penarikan Kesimpulan	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		49
4.1	Pemeriksaan Bahan Dasar	49
4.1.1	Pemeriksaan Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	49
4.1.2	Pemeriksaan Agregat Kasar Ukuran 2-3 cm	50
4.1.3	Pemeriksaan Semen	51
4.2	Pengamatan Visual dan Berat Benda Uji.....	52
4.2.1	Pengamatan Visual dan Berat Masing-Masing Benda Uji.....	52
4.2.2	Pengaruh Persentase Agregat Kasar dalam Pengamatan Visual dan Berat Benda Uji.....	63
4.2.3	Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengamatan Visual Dan Berat	65
4.2.4	Rekapitulasi Berat Beton Berongga	67
4.3	Pengujian Kuat Tekan Beton Berongga	68
4.3.1	Pengujian Kuat Tekan Untuk Masing-Masing Variasi.....	68
4.3.2	Pengaruh Persentase Agregat Kasar.....	81
4.3.3	Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar.....	85
4.3.4	Rekapitulasi Hasil Uji Kuat Tekan Beton Berongga.....	89
4.4	Pengujian Porositas Beton Berongga	91
4.4.1	Pengaruh Persentase Agregat Kasar dalam Analisis <i>Void Content</i> .	92

4.4.2	Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Analisis <i>Void Content</i>	96
4.4.3	Rekapitulasi Hasil Pengujian Porositas.....	101
4.5	Pengujian Kecepatan Lolos dan Persentase Lolos Air Beton Berongga	103
4.8.1	Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air	103
4.8.2	Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air.....	107
4.8.3	Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air	111
4.8.4	Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air.....	114
4.8.5	Rekapitulasi Kecepatan Lolos Air Dan Persentase Lolos Air.....	118
4.6	Hubungan Pengujian Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Beton Berongga	122
4.6.1	Hubungan Kuat Tekan Dan Porositas	122
4.6.2	Hubungan Kuat Tekan Dan Berat Volume	123
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		125
5.1	Kesimpulan.....	125
5.2	Saran	125
DAFTAR PUSTAKA		127

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Agregat dengan Semen Sebagai Bahan Penyusun Beton Berongga	14
Tabel 3. 1 Variabel Benda Uji Kubus Beton Berongga Diameter 15 cm dan Tinggi 15 cm untuk Uji Kuat Tekan	32
Tabel 3. 2 Variabel Benda Uji Kubus Beton Berongga Diameter 15 cm dan Tinggi 15 cm untuk Uji Porositas	32
Tabel 3. 3 Variabel Benda Uji Kubus Beton Berongga Diameter 15 cm dan Tinggi 15 cm untuk Uji Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air.....	33
Tabel 3. 4 Rekapitulasi Variabel dan Nomenklatur Benda Uji Beton Berongga ..	34
Tabel 3. 5 Nilai b/bo Efektif.....	35
Tabel 3. 6 Kebutuhan Semen dan Air Per 5 Sampel Kubus 15 cm.....	37
Tabel 3. 7 Perhitungan Kebutuhan Beton Berongga Kubus Rasio 1:5, 1:6, dan 1:7 Per 5 Sampel	41
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm.....	49
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar Ukuran 2-3 cm.....	50
Tabel 4. 3 Pemeriksaan Semen.....	51
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Berat Beton Berongga.....	67
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-5-0A	69
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-5-30A	70
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-5-50A	71
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-5-100A	72
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-6-0A	73
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-6-30A	74
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-6-50A	74
Tabel 4. 12 Pengecekan <i>Outlier</i> BB6-50A.....	75
Tabel 4. 13 Hasil Uji Grubbs BB-6-50A.....	75
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-6-100A	76
Tabel 4. 15 Pengecekan <i>Outlier</i> BB-6-100A	77
Tabel 4. 16 Hasil Uji Grubbs BB-6-100A.....	77
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-7-0A	78

Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-7-30A	79
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-7-50A	80
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tekan BB-7-100A	81
Tabel 4. 21 Peningkatan Nilai Kuat Tekan Terhadap Gradasi 0% Agregat Kasar 0,5-1 cm Pada Masing-Masing Rasio.....	90
Tabel 4. 22 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Rasio 1:5	92
Tabel 4. 23 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Rasio 1:6	94
Tabel 4. 24 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Rasio 1:7	95
Tabel 4. 25 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Persentase 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm.....	96
Tabel 4. 26 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Persentase 30% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm.....	98
Tabel 4. 27 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Persentase 50% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm.....	99
Tabel 4. 28 Hasil Analisis <i>Void Content</i> dengan Persentase 100% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm.....	100
Tabel 4. 29 Peningkatan Nilai <i>Void Content</i> Terhadap Gradasi 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm Pada Masing-Masing Rasio	102
Tabel 4. 30 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:5	104
Tabel 4. 31 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:6	105
Tabel 4. 32 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:7	106
Tabel 4. 33 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 0%	107
Tabel 4. 34 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 30%	108
Tabel 4. 35 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 50%	109
Tabel 4. 36 Hasil Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 100%	110
Tabel 4. 37 Hasil Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:5	112
Tabel 4. 38 Hasil Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:6	113
Tabel 4. 39 Hasil Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:7	114
Tabel 4. 40 Hasil Persentase Lolos Air Pada Persentase 0%	115
Tabel 4. 41 Hasil Persentase Lolos Air Pada Persentase 30%	116
Tabel 4. 42 Hasil Persentase Lolos Air Pada Persentase 50%	117
Tabel 4. 43 Hasil Persentase Lolos Air Pada Persentase 100%	118

Tabel 4. 44 Peningkatan Nilai Kecepatan Lolos Air Terhadap Gradasi 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm Pada Masing-Masing Rasio	119
Tabel 4. 45 Peningkatan Nilai Persentase Lolos Air Terhadap Gradasi 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm Pada Masing-Masing Rasio	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Bahan Pembentuk Beton Normal.....	7
Gambar 2. 2 Bahan Pembentuk Beton Berongga.....	9
Gambar 2. 3 Agregat Kasar Batu Pecah Ukuran 0,5-1 cm dan 2-3 cm.....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	25
Gambar 3. 2 Agregat Kasar.....	27
Gambar 3. 3 Semen Portland Jenis PCC tipe I	28
Gambar 3. 4 Air.....	28
Gambar 3. 5 Grafik Hubungan Antara Pasta Dan Rongga Agregat.....	38
Gambar 3. 6 Grafik Hubungan Antara Pasta Dan Rongga Agregat.....	39
Gambar 3. 7 Grafik Hubungan Antara Pasta Dan Rongga Agregat.....	40
Gambar 3. 8 Bekisting Kubus	42
Gambar 3. 9 Persiapan Bahan Dasar.....	42
Gambar 3. 10 Pencetakan Beton Berongga.....	42
Gambar 3. 11 Mengeluarkan Beton Berongga dari Bekisting.....	43
Gambar 3. 12 Perendaman Benda Uji.....	43
Gambar 3. 13 Pengamatan Visual	44
Gambar 3. 14 Menimbang Benda Uji	45
Gambar 3. 15 Pengujian Kuat Tekan Beton Berongga	45
Gambar 3. 16 Mengeluarkan Benda Uji Setelah Perendaman.....	46
Gambar 3. 17 Memasukkan Benda Uji ke dalam Oven.....	46
Gambar 3. 18 Menimbang Berat Benda Uji di Udara.....	46
Gambar 3. 19 Menimbang Berat Benda Uji di Dalam Air.....	47
Gambar 3. 20 Persiapan Pengujian Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air	47
Gambar 3. 21 Pengujian Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air Beton Berongga	47
Gambar 3. 22 Pengujian Kecepatan Lolos Air dan Persentase Lolos Air.....	48
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	50
Gambar 4. 2 Gradasi Agregat Kasar Ukuran 2-3 cm	51
Gambar 4. 3 Hasil Visual BB-5-0A	52

Gambar 4. 4 Hasil Berat Benda Uji BB-5-0A	52
Gambar 4. 5 Hasil Visual BB-5-30A	53
Gambar 4. 6 Hasil Berat Benda Uji BB-5-30A	53
Gambar 4. 7 Hasil Visual BB-5-50A	54
Gambar 4. 8 Hasil Berat Benda Uji BB-5-50A	54
Gambar 4. 9 Hasil Visual BB-5-100A	55
Gambar 4. 10 Hasil Berat Benda Uji BB-5-100A.....	55
Gambar 4. 11 Hasil Visual BB-6-0A.....	56
Gambar 4. 12 Hasil Berat Benda Uji BB-6-0A.....	56
Gambar 4. 13 Hasil Visual BB-6-30A	57
Gambar 4. 14 Hasil Berat Benda Uji BB-6-30A.....	57
Gambar 4. 15 Hasil Visual BB-6-50A	58
Gambar 4. 16 Hasil Berat Benda Uji BB-6-50A.....	58
Gambar 4. 17 Hasil Visual BB-6-100A	58
Gambar 4. 18 Hasil Berat Benda Uji BB-6-100A.....	59
Gambar 4. 19 Hasil Visual BB-7-0A	59
Gambar 4. 20 Hasil Berat Benda Uji BB-7-0A.....	60
Gambar 4. 21 Hasil Visual BB-7-30A	60
Gambar 4. 22 Hasil Berat Benda Uji BB-7-30A.....	61
Gambar 4. 23 Hasil Visual BB-7-50A	61
Gambar 4. 24 Hasil Berat Benda Uji BB-7-50A.....	62
Gambar 4. 25 Hasil Visual BB-7-100A	62
Gambar 4. 26 Hasil Berat Benda Uji BB-7-100A.....	63
Gambar 4. 27 Hasil Visual Benda Uji Rasio 1:5.....	63
Gambar 4. 28 Hasil Visual Benda Uji Rasio 1:6.....	64
Gambar 4. 29 Hasil Visual Benda Uji Rasio 1:7.....	64
Gambar 4. 30 Hasil Visual Benda Uji Persentase 0% Agregat Kasar 0,5-1 cm....	65
Gambar 4. 31 Hasil Visual Benda Uji Persentase 30% Agregat Kasar 0,5-1 cm..	65
Gambar 4. 32 Hasil Visual Benda Uji Persentase 50% Agregat Kasar 0,5-1 cm..	66
Gambar 4. 33 Hasil Visual Benda Uji Persentase 100% Agregat Kasar 0,5-1 cm	66
Gambar 4. 34 Rekapitulasi Berat Volume Beton Berongga.....	67
Gambar 4. 35 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-5-0A	68

Gambar 4. 36 Kuat Tekan Benda Uji BB-5-0A	69
Gambar 4. 37 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-5-30A	69
Gambar 4. 38 Kuat Tekan Benda Uji BB-5-30A	70
Gambar 4. 39 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-5-50A	70
Gambar 4. 40 Kuat Tekan Benda Uji BB-5-50A	71
Gambar 4. 41 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-5-100A	71
Gambar 4. 42 Kuat Tekan Benda Uji BB-5-100A	72
Gambar 4. 43 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-6-0A	72
Gambar 4. 44 Kuat Tekan Benda Uji BB-6-0A	73
Gambar 4. 45 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-6-30A	73
Gambar 4. 46 Kuat Tekan Benda Uji BB-6-30A	74
Gambar 4. 47 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-6-50A	74
Gambar 4. 48 Kuat Tekan Benda Uji BB-6-50A	75
Gambar 4. 49 Uji Grubbs Benda Uji BB-6-50A.....	75
Gambar 4. 50 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-6-100A	76
Gambar 4. 51 Kuat Tekan Benda Uji BB-6-100A	76
Gambar 4. 52 Uji Grubbs Benda Uji BB-6-100A.....	77
Gambar 4. 53 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-7-0A	77
Gambar 4. 54 Kuat Tekan Benda Uji BB-7-0A	78
Gambar 4. 55 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-7-30A	78
Gambar 4. 56 Kuat Tekan Benda Uji BB-7-30A	79
Gambar 4. 57 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-7-50A	79
Gambar 4. 58 Kuat Tekan Benda Uji BB-7-50A	80
Gambar 4. 59 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji BB-7-100A	80
Gambar 4. 60 Kuat Tekan Benda Uji BB-7-100A	81
Gambar 4. 61 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Rasio 1:5	82
Gambar 4. 62 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Rasio 1:6	83
Gambar 4. 63 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Rasio 1:7	84

Gambar 4. 64 Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Persentase 0A	86
Gambar 4. 65 Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Persentase 30A	87
Gambar 4. 66 Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Persentase 50A	87
Gambar 4. 67 Pengaruh Rasio Semen Dengan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Persentase 100A	89
Gambar 4. 68 Rekapitulasi Kuat Tekan	91
Gambar 4. 69 Pengujian Porositas	91
Gambar 4. 70 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Analisis Void Content Pada Rasio 1:5.....	92
Gambar 4. 71 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Analisis Void Content Pada Rasio 1:6.....	94
Gambar 4. 72 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Analisis Void Content Pada Rasio 1:7.....	95
Gambar 4. 73 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Analisis <i>Void Content</i> Gradasi 0A.....	96
Gambar 4. 74 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Analisis <i>Void Content</i> Gradasi 30A.....	98
Gambar 4. 75 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Analisis <i>Void Content</i> Gradasi 50A.....	99
Gambar 4. 76 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Analisis <i>Void Content</i> Gradasi 100A.....	100
Gambar 4. 77 Rekapitulasi Hasil Pengujian Porositas.....	102
Gambar 4. 78 Pengujian Kecepatan Dan Persentase Lolos Air	103
Gambar 4. 79 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:5	104
Gambar 4. 80 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:6	105
Gambar 4. 81 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Rasio 1:7	106

Gambar 4. 82 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	108
Gambar 4. 83 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 30% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	109
Gambar 4. 84 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 50% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	110
Gambar 4. 85 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Kecepatan Lolos Air Pada Persentase 100% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm ...	111
Gambar 4. 86 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:5	112
Gambar 4. 87 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:6	113
Gambar 4. 88 Pengaruh Persentase Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Rasio 1:7	114
Gambar 4. 89 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Persentase 0% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	115
Gambar 4. 90 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Persentase 30% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	116
Gambar 4. 91 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Persentase 50% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm	117
Gambar 4. 92 Pengaruh Rasio Semen Terhadap Agregat Kasar Dalam Pengujian Persentase Lolos Air Pada Persentase 100% Agregat Kasar Ukuran 0,5-1 cm ...	118
Gambar 4. 93 Rekapitulasi Kecepatan Lolos Air.....	120
Gambar 4. 94 Rekapitulasi Persentase Lolos Air.....	122
Gambar 4. 95 Hubungan Kuat Tekan Dan Porositas	123
Gambar 4. 96 Hubungan Kuat Tekan Dan Berat Volume	124

DAFTAR PERSAMAAN

(2.1).....	13
(2.2).....	17
(2.3).....	17
(2.4).....	17
(2.5).....	18
(2.6).....	19