

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN RASIO VOLUME
AGREGAT KASAR-SEMEN TERHADAP KUATTEKAN BETON
NON PASIR DENGAN *FILLER* KACA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk memperoleh gelar sarjana**



**NICOLAUS B. KURAROP
18041000024**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERDEKA MALANG
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Nicolaus B. Kurarop

NIM : 18041000024

Tanda Tangan :



Tanggal : 26 Juni 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN RASIO VOLUME
AGREGAT KASAR-SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN
BETON NON PASIR DENGAN *FILLER* KACA**

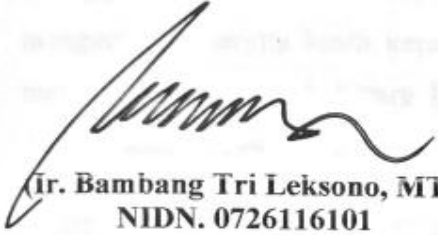
Dipersiapkan dan disusun oleh:

NICOLAUS B. KURAROP
18041000024

**Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Pada, 21 Februari 2023**

Susunan Dewan Penguji

Dosen Penguji 1


(Ir. Bambang Tri Leksono, MT.)
NIDN. 0726116101

Dosen Penguji 2


(Ir. Rizki Prasetya, ST, MT, IPM)
NIDN. 0701108802

Dosen Saksi


(Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST, MT)
NIDN. 0719089301

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu Persyaratan untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik.

Malang, 26 Juni 2023

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik




(Prof. Ir. Agus Suprpto, M.Sc., Ph.D., IPM)
NIDN. 0707095801

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan pertolongan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan Judul “Pengaruh Ukuran Agregat Kasar dan Rasio Volume Agregat Kasar-Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Non Pasir dengan *Filler Kaca*” dapat dislesaikan.

Tujuan penulisan Tugas Akhir ini untuk memenuhi sebagian syart Tugas Akhir bagi mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak terlepas dari bantuan semua pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan rasa hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan moril dan materi baik secara langsung serta tidak langsung dalam penyusunan Tugas Akhir ini, terutama kepada yang terhormat :

1. Kedua orang tua dan keluarga (kakak Ema, kakak Manu, kakak Devota, kakak Floren, kakak Costan, kakak Maria, kakak Adel adik Maria dan adik Susana) yang selalu memberikan dukungan dalam bentuk doa, dana dan motivasi.
2. Prof. Ir. Agus Suprpto, MSc., Ph.D., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang
3. Bapak Ir. Rizki Prasetya, ST., MT., IPM. selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
4. Bapak Zaid Dzulkarnain Zubizaretta, ST., MT. selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang.
5. Bapak Ir. Dionisius TAB, MT selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan gagasan tentang materi penelitian, memberikan ilmu dan wawasan serta mengarahkan penulis dalam menyelesaikan materi penelitian dalam Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr. AA Gede Ngurah, MSi selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan serta arahan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang, atas ilmu pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis selama

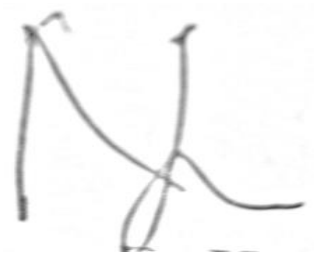
perkuliahan.

8. Staff dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, yang selalu membantu dan melayani dengan tulus dan ikhlas.
9. Teman-teman penelitian (Pilihpus, Naldo, Largus, Odilia, Edo, Aldo, Serva, Paskalis, Randi, Kevin dan Dwiky) atas bantuan dan kerja samanya selama penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2018, yang selalu mendukung dan membantu selama perkuliahan.
11. *Last but not least, I wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting. for just being me at all times.*

Akhir kata, Penulis sampaikan terima kasih dan mohon maaf kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya dalam perkembangan ilmu di bidang Teknik Sipil.

Malang, 10 Februari 2023

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'N. Kurarop', written over a light blue grid background.

Nicolaus B. Kurarop

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nicolaus B. Kurarop

NIM : 18041000024

Jenis Tugas Akhir : Stuktur

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN RASIO VOLUME AGREGAT KASAR-SEMENTERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR DENGAN FILLER KACA

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugasakhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepentingan akademis.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Malang

Pada Tanggal : 21 Februari 2023

Yang Menyatakan



(Nicolaus B. Kurarop)

ABSTRAK

Nicolaus Bitaan Kurarop, 18041000024, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Merdeka Malang, menulis tugas akhir tentang **“PENGARUH UKURAN AGREGAT KASAR DAN RASIO VOLUME AGREGAT KASAR-SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON NON PASIR DENGAN *FILLER* KACA”**

Pembimbing: Ir.Dionisius, TAB,MT dan Dr. AA Gede Ngurah, MSi

Teknologi beton telah berkembang sejak ditemukannya beton non pasir pada beberapa dekade lalu yang diikuti oleh berbagai penelitian untuk meningkatkan kinerja bahan bangunan. Beton non pasir (no-fines concrete) ialah bentuk inovasi dari jenis beton normal yang diperoleh dengan cara menghilangkan bagian halus agregat pada pembuatan beton. Tidak adanya agregat halus dalam campuran menghasilkan suatu sistem berupa keseragaman rongga yang terdistribusi di dalam massa beton, serta berkurangnya berat jenis beton. Rongga di dalam beton tersebut mencapai 20-25% (Tjokrodinuljo, 1996). Dengan memperhatikan adanya limbah kaca baik yang berasal dari industri ataupun pembongkaran bangunan dan dari rumah tangga dalam jumlah besar, berkemungkinan dimanfaatkan sekaligus sebagai alternatif solusi permasalahan lingkungan yang dapat diakibatkan oleh limbah kaca. Serbuk kaca diharapkan berfungsi sebagai *filler* karena memiliki potensi sebagai material pozzolan. Pembuatan beton non pasir berbahan *filler* material kaca yang dibuat dengan variasi bebas berupa rasio agregat semen dengan ukuran batu pecah bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh rasio agregat semen dan ukuran batu pecah terhadap kuat tekan beton non pasir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberi solusi bagi permasalahan lingkungan yang diakibatkan oleh limbah kaca. Dan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh penambahan *filler* material kaca terhadap kuat tekan beton non pasir. Prosentase campuran kadar *filler* kaca konstan yang digunakan pada penelitian ini sebesar 15%. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan proporsi campuran terdiri dari variabel rasio agregat semen 2:1, 3:1, 4:1 dan ukuran batu pecah 5 mm, 10 mm, 20 mm dengan *fas* 0,5 dan *fly ash* 8% terhadap kuat tekan beton non pasir. Benda uji beton non pasir silinder dengan berukuran 15 x 30 cm dilakukan pengujian pada umur 28 hari (kuat tekan) menggunakan alat uji Compression Testing Machine sesuai dengan ASTM C579-01. Dari hasil Penelitian menunjukkan bahwa beton non pasir normal pada populasi I kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 12,74 MPa dan rasio agregat semen 2:1 dengan faktor air semen 0,5 dan ukuran batu pecah 20 mm. Sedangkan benda uji beton non pasir populasi II menggunakan *filler* kaca kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 23,02 MPa untuk rasio agregat semen 2:1 dengan faktor air semen 0,5 dan ukuran batu pecah 5 mm. Benda uji beton non pasir populasi III menggunakan *filler* kaca kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 19,82 MPa untuk rasio agregat semen 2:1 dengan faktor air semen 0,5 dan ukuran batu pecah 10 mm. Sedangkan untuk benda uji beton non pasir populasi IV menggunakan *filler* kaca kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 17,17 MPa untuk rasio agregat semen 2:1 dengan faktor air semen 0,5 dan ukuran batu pecah 20 mm. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin kecil perbandingan rasio agregat semen maka nilai kuat tekan beton non pasir yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Kata Kunci: Beton Non Pasir, Rasio Agregat Semen, Kuat Tekan *Filler* Kaca.

ABSTRACT

Nicolaus Bitan Kurarop , 18041000024, Study Program Technique Civil , Faculty Engineering , University Independent Poor, write task end on **“EFFECT OF COARSE AGGREGATE SIZE AND RATIO COARSE-CEMENT AGGREGATE VOLUME TO COMPRESSIVE STRENGTH CONCRETE NON SAND WITH GLASS FILLERS ”**

Supervisor : Ir. Dionisius , TAB , MT and Dr. AA Gede Ngurah , M.Si

Technology concrete has develop since he found non- sand concrete on a number of decades then that followed by various study For increase performance material building . Non- sand concrete (no-fines concrete) is form innovation from type obtained normal concrete with method remove part fine aggregate on making concrete . No exists aggregate fine in mixture produce something system form uniformity cavities distributed inside _ _ mass concrete , as well decrease heavy type concrete . Cavity inside _ concrete the reach 20-25% (Tjokrodinuljo , 1996). With notice exists waste glass good origin _ from industry or demolition building And from House ladder in amount big , most likely utilized at a time as alternative solution problem possible environment _ caused by waste glass . Powder glass expected function as *fillers* Because own potency as a pozzolanic material . Making non- sand concrete made from glass *filler* material is made with variation free form ratio cement aggregate with size rock broken aim For know how much big influence ratio cement aggregates and size rock broken to strong press sandless concrete . _ Objective from study This is For give solution for problem resulting environment _ by waste glass . And for know so far where influence addition glass *filler* material to strong press sandless concrete . _ Percentage mix rate *fillers* glass constant used _ on study This by 15%. Study aim For know influence use proportion mixture consists from variable ratio cement aggregate 2:1, 3:1, and 4:1 size rock broke 5 mm, 10 mm, 20 mm with phase 0.5 And *fly ash* 8% against strong press sandless concrete . _ Test object non- sand concrete cylinder with measuring 15 x 30 cm is done testing on 28 days old (strong press) using tool Compression Testing Machine test accordingly with ASTM C579-01. From the results Study showing that normal non- sand concrete on population I strong hit the highest average of 12.74 MPa And ratio cement aggregate 2:1 with cement water factor 0.5 and size rock broke 20mm. Whereas object test non- sand concrete population II uses *fillers* glass strong hit the highest average of 23.02 MPa For ratio cement aggregate 2:1 with cement water factor 0.5 and size rock broke 5mm. Test object non- sand concrete population III uses *fillers* glass strong hit the highest average of 19.82 MPa For ratio cement aggregate 2:1 with cement water factor 0.5 and size rock broke 10 mm. Whereas For object test non- sand concrete population IV uses *fillers* glass strong hit the highest average of 17.17 MPa For ratio cement aggregate 2:1 with cement water factor 0.5 and size rock broke 20 mm .From research This can concluded that the more small comparison ratio cement aggregate then mark strong press non - sand concrete produced will the more high .

Keywords : _ Non Sand Concrete , Ratio Cement Aggregate , Strong Press Glass Filler .

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Relevan Yang Pernah Dilakukan	5
2.2 Teori Beton	5
2.2.1 Pengertian Beton.....	5
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.3 Pengertian Filler.....	7
2.4 Beton Non Pasir	7
2.4.1 Pengertian Beton Non Pasir.....	8
2.4.2 Kelebihan Dan Kekurangan Beton Non Pasir	8
2.4.3 Bahan Penyusun Beton Non Pasir	8
2.5 Perencanaan Campuran Beton Non Pasir	13
2.6 Kuat Tekan Beton	14
2.7 Mekanisme Keruntuhan.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18

3.1 Program Penelitian.....	18
3.2 Bahan Dan Peralatan.....	19
3.2.1 Bahan.....	19
3.2.2 Peralatan	20
3.3 Desain Dan Detail Benda Uji.....	23
3.3.1 Pra Test Beton Non Pasir.....	23
3.3.2 Perencanaan Campuran Benda Uji Beton Non Pasir.....	23
3.3.3 Detail Benda Uji	25
3.4 Pembuatan benda uji	27
3.4.1 Tahap Persiapan.....	27
3.4.2 Tahap Pengujian Bahan Utama Beton Non Pasir	27
3.4.3 Rencana Campuran Beton Non Pasir.....	27
3.4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir	28
3.5 Analisa Data.....	29
3.6 Diagram Alir Penelitian	29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Deskripsi Umum	31
4.2 Pengujian Material.....	31
4.2.1 Pengujian Agregat Kasar	31
4.2.2 Pengujian Berat Isi Semen Portland	32
4.3 Perhitungan Kebutuhan Material	33
4.3.1 Perhitungan Kebutuhan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	33
4.3.2 Perhitungan Kebutuhan Beton Non Pasir Populasi II (Ukuran Batu 5 mm)	35
4.3.3 Perhitungan Kebutuhan Beton Non Pasir Populasi III (Ukuran Batu 10 mm).....	36
4.3.4 Perhitungan Kebutuhan Beton Non Pasir Populasi IV (Ukuran Batu 20 mm).....	38
4.4 Proses Perhitungan Kebutuhan Bahan	40
4.5 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir	43
4.5.1 Mekanisme Keruntuhan.....	43
4.5.2 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	44
4.5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II Mnggunakan (FillerKaca)	46
4.5.4 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III Mnggunakan (Filler Kaca).....	48
4.5.5 Pengujian Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV Mnggunakan (Filler Kaca).....	49
4.5.6 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Normal (Populasi I) dengan Beton	

Non Pasir Menggunakan Filler Kaca (Populasi II, III dan IV).....	51
4.5.7 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Filler Kaca antara Populasi II, Populasi III dan Populasi IV	52
4.6 Hubungan Ukuran Agregat dan Rasio Agregat Kasar-Semen dengan Penambahan <i>Filler</i> Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton Non Pasir	54
4.7 Perbandingan Hasil Penelitian antara Variabel <i>Filler</i> Kaca	56
4.8 Perbandingan Hasil Penelitian antara <i>Filler</i>	57
4.9 Perbandingan Hasil Penelitian dengan Hasil Terdahulu.....	58
4.10 Pembahasan Hasil Penelitian	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	60
5.1 Kesimpulan	60
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Kimia Semen Portland	9
Tabel 2. 2 Jenis-Jenis Semen Portland	9
Tabel 2. 3 Gradasi Agregat Kasar	10
Tabel 2. 4 Kandungan Kimia <i>Filler</i> Serbuk Kaca	12
Tabel 2. 5 Perencanaan Campuran Beton Non Pasir	13
Tabel 3. 1 Contoh Rencana Kebutuhan Campuran Beton Non Pasir Untuk	24
Tabel 3. 2 Detail Benda Uji Beton Non Pasir	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)	32
Tabel 4. 2 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Per 1 m ³	33
Tabel 4. 3 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder	34
Tabel 4. 4 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder	34
Tabel 4. 5 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi I Untuk 1 Silinder	34
Tabel 4. 6 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Per 1 m ³	35
Tabel 4. 7 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder	35
Tabel 4. 8 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder	36
Tabel 4. 9 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi II Untuk 1 Silinder	36
Tabel 4. 10 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Per 1 m ³	37
Tabel 4. 11 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder	37
Tabel 4. 12 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder	37
Tabel 4. 13 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi III Untuk 1 Silinder	38
Tabel 4. 14 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Per 1 m ³	38
Tabel 4. 15 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder	39
Tabel 4. 16 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder	39
Tabel 4. 17 Kebutuhan Material Beton Non Pasir Populasi IV Untuk 1 Silinder	40
Tabel 4. 18 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi I Normal (Fas 0,5, AC 2:1 dan Ukuran Batu 5 mm, 10 mm, 20 mm)	45
Tabel 4. 19 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi II Menggunakan <i>Filler</i> Kaca (GB 5 mm AC 2:1, 3:1, 4:1)	47
Tabel 4. 20 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi III Menggunakan <i>Filler</i> Kaca (GB 10 mm AC 2:1, 3:1, 4:1)	48
Tabel 4. 21 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Non Pasir Populasi IV Menggunakan <i>Filler</i> Kaca (GB 20 mm AC 2:1, 3:1, 4:1)	50
Tabel 4. 22 Perbandingan Selisih Rata-Rata Kuat Tekan Beton Non Pasir	51
Tabel 4. 23 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Antara Populasi II,	52
Tabel 4. 24 Perbandingan dan Selisih Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Menggunakan <i>Filler</i> Terhadap Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	54
Tabel 4. 25 Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata Terbesar antara	57

Tabel 4. 26 Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Penelitian Setiap <i>Filler</i>	58
Tabel 4. 27 Perbandingan Hasil Penelitian Terdahulu	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ilustrasi Uji Kuat Tekan Silinder Beton.....	16
Gambar 2. 2 Ilustrasi Kerutuhan Kerucut (Cone).....	16
Gambar 2. 3 Keruntuhan Kerucut dan Belah (Cone and Split).....	17
Gambar 2. 4 Keruntuhan Kerucut dan Geser (Cone and Shear)	17
Gambar 2. 5 Ilustrasi Kerutuhan Geser (Shear).....	17
Gambar 2. 6 Ilustrasi Kerutuhan Bentuk Sejajar Sumbu Tegak(Collumar).....	17
Gambar 3. 1 Semen <i>Portland Type I PC</i>	19
Gambar 3. 2 Agregat Kasar	19
Gambar 3. 3 Air	20
Gambar 3. 4 <i>Fly Ash</i>	20
Gambar 3. 5 <i>Filler</i> Kaca	20
Gambar 3. 6 Timbangan Digital	21
Gambar 3. 7 Timbangan Triple Beam	21
Gambar 3. 8 Saringan	21
Gambar 3. 9 Oven.....	21
Gambar 3. 10 Mesin molen	22
Gambar 3. 11 Pengaduk Beton Dan Tongkat Besi	22
Gambar 3. 12 Cetakan Beton Silinder	22
Gambar 3. 13 Compression Testing Machine (CTM)	23
Gambar 3. 14 Benda Uji Hasil Pra Tes.....	23
Gambar 3. 15 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Proses Penimbangan Material.....	40
Gambar 4. 2 Menyiapkan Peralatan.....	41
Gambar 4. 3 Mengolesi Oli Pada Bagian Dalam Bekisting Silinder.....	41
Gambar 4. 4 Menuangkan Material Agregat Kasar, Semen, <i>Fly Ash</i> , Air dan <i>Filler</i> Kaca Kedalam Mesin Molen	41
Gambar 4. 5 Proses Penuangan Campuran Kedalam Wadah Cetakan Beton.....	41
Gambar 4. 6 Memasukan Beton Kedalam Bekisting Silinder	42
Gambar 4. 7 Pengeringan dan Pengerasan Campuran Beton dan Pembongkaran Bekisting Silinder	42
Gambar 4. 8 Penampakan Beton Setelah Pelepasan Bekisting	42
Gambar 4. 9 Perendaman Benda Uji	43
Gambar 4. 10 Perletakan Benda Uji Silinder Pada CTM	43
Gambar 4. 11 Mekanisme Keruntuhan Beton	44
Gambar 4. 12 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Populasi I (Normal)	46
Gambar 4. 13 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Populasi II	47
Gambar 4. 14 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Populasi III.....	49
Gambar 4. 15 Histogram Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir Populasi IV.....	50
Gambar 4. 16 Histogram Perbandingan Selisih Kuat Tekan Rata-Rata Beton Non Pasir.....	51
Gambar 4. 17 Histogram Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata-Rata Populasi II,.....	53
Gambar 4. 18 Histogram Perbandingan Selisih Kuat Tekan Rata-Rata Beton.....	55
Gambar 4. 19 Histogram Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata Terbesar antara Variabel Menggunakan <i>Filler</i> Kaca.....	57
Gambar 4. 20 Histogram Perbandingan Kuat Tekan Rata-Rata Tertinggi Setiap <i>Filler</i>	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengujian.....	63
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	68
Lampiran 3. Lembar Asistensi.....	70
Lampiran 4. Surat Keterangan Pemeriksaan Kemiripan.....	74