



**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN LIMBAH ABU TEMBAKAU
ROKOK SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DENGAN
POZZOLITH TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANDINI PUTRI LESTARI

41119010015

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023



**EFEKTIVITAS PENAMBAHAN LIMBAH ABU TEMBAKAU
ROKOK SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DENGAN POZZOLITH
TERHADAP KUAT TEKAN BETON**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Strata Satu (S1)

Nama : Andini Putri Lestari

NIM : 41119010015

Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T.

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2023

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andini Putri Lestari
NIM : 41119010015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Efektivitas Penambahan Limbah Abu Tembakau Rokok
Sebagai Substitusi Semen Dengan Pozzolith Terhadap Kuat
Tekan Beton

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan bukan plagiat, serta semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar. Apabila ternyata ditemukan di dalam Laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 14 Agustus 2023

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Andini Putri Lestari

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir ini diajukan oleh:

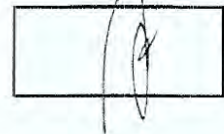
Nama : Andini Putri Lestari
NIM : 41119010015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Efektivitas Penambahan Limbah Abu Tembakau Rokok Sebagai Substitusi Semen Dengan Pozzolith Terhadap Kuat Tekan Beton.

Telah berhasil dipertahankan pada sidang di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.


Disahkan oleh:

Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0321038105

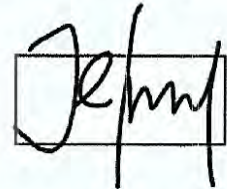
Tanda Tangan



Ketua Penguji : Suci Putri Elza, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0330108902



Anggota Penguji : Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T.
NIDN/NIDK/NIK : 0325038801



Jakarta, 19 Agustus 2023

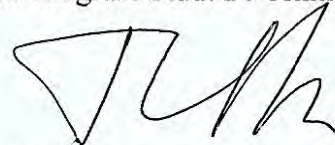
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.
NIDN: 0307037202

Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil



Sylvia Indriany, S.T., M.T.
NIDN: 0302087103

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbi' alamin. Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT., yang mana atas berkat karunia dan rahmat-Nya yang senantiasa diberikan kepada penulis dalam bentuk nikmat kesehatan, ihsan maupun iman, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan judul "*Efektivitas Penambahan Limbah Abu Tembakau Rokok Sebagai Substitusi Semen Dengan Pozzolith Terhadap Kuat Tekan Beton*".

Disusunnya tugas akhir ini adalah sebagaimana menjadi syarat untuk penyelesaian masa studi Strata 1 (S1) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, serta untuk mempelajari bagaimana efektivitas pemanfaatan limbah yang ada di sekitar lingkungan kita sebagai bahan tambah untuk material yang dapat berguna dalam pembangunan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak sebagai berikut:

1. Prof. Dr. Ir Andi Ardiansyah, M.T., selaku Rektor Universitas Mercu Buana,
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana,
3. Sylvia Indriany, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Mercu Buana,
4. Yunita Dian Suwandari, S.T., M.M., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang senantiasa memberikan arahan dan dukungan sehingga Penulis,
5. Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang senantiasa memberikan pelajaran dan dukungan sehingga Penulis lebih terarah dalam penyusunan tugas akhir ini,
6. Suci Putri Elza, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas nasihat dan arahnya dalam penyelesaian Tugas Akhir,
7. Jef Franklyn Sinulingga, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir atas nasihat dan arahnya dalam penyelesaian Tugas Akhir,
8. Kedua orang tua Penulis, yaitu Alm. Bapak Miptahudin dan Ibu Titi Lestari, yang senantiasa terus memberikan dukungan moril dan bantuan dalam hal apapun ke Penulis hingga akhir,

9. Angga Eka Prawita, S.Kom. selaku saudara kandung dari Penulis yang turut memberikan dukungan moral dan bantuannya dalam penyelesaian tugas akhir,
10. Bapak Ponimin, S.E. selaku Laboran Laboratorium Bahan, yang selalu bersedia membantu dalam proses pelaksanaan penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini, juga tidak lupa kepada para asdos PROPMAT yaitu Muthi'ah, Aulia, Cahaya dan Genta yang turut membantu proses pengujian,
11. Keluarga Besar Ori yang senantiasa ada di situasi apapun selama pengerjaan
12. Sahabat-sahabat saya, Hanifah, Ardia, Nabila, Shanty, Rima yang turut memberikan inspirasi dan semangat dan pengerjaan tugas akhir ini,
13. Teman-teman tugas akhir Laboratorium Bahan yang memberikan bantuan dalam proses pelaksanaan pengujian,
14. *Neo Culture Technology* yang juga senantiasa menghibur, memberikan dukungan dan menginspirasi Penulis.

Dan beberapa pihak yang tidak tertulis, namun tidak mengurangi rasa hormat dan terima kasih Penulis kepada mereka.

Masih banyak kekurangan pada penelitian ini, sehingga penulis meminta maaf dan berharap akan ada pengembangan berkelanjutan terkait penelitian ini. Semoga apa yang tertulis di sini dapat bermanfaat dalam menginspirasi atau menambah ilmu pengetahuan pembacanya. Terima kasih.

"Knowledge is life and a cure."

– Imam Ali (as)

Jakarta, 5 Mei 2023

Penulis,

(Andini Putri Lestari)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andini Putri Lestari

NIM : 41119010015

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Laporan Skripsi : Efektivitas Penambahan Limbah Abu Tembakau Rokok Sebagai Substitusi Semen Dengan Pozzolith Terhadap Kuat Tekan Beton

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Laporan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 29 Agustus 2023

Yang menyatakan,



Andini Putri Lestari

ABSTRAK

Nama : Andini Putri Lestari
NIM : 41119010015
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Efektivitas Penambahan Limbah Abu Tembakau Rokok Sebagai Substitusi Semen dengan Pozzoloth Terhadap Kuat Tekan Beton
Dosen Pembimbing : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T.

Peningkatan jumlah penduduk Indonesia sebagai negara ke 4 dengan penduduk terbanyak turut meningkatkan masalah sampah. Persentase perokok aktif yang mencapai 23,35% (BPS, 2022) menjadi salah satu penyumbang limbah rokok. Sejalan dengan kebutuhan infrastruktur yang bertambah, maka dilakukan penelitian untuk mencari alternatif material beton yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan limbah abu tembakau rokok (TWA) sebagai substitusi semen telah menjadi penelitian sebelumnya, namun mengalami kendala dalam reaksi hidrasi beton. Sehingga, pada penelitian ini dilakukan pendekatan baru dengan penambahan retarder pozzolith (RT).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas yang diberikan dari penggabungan TWA dan RT dalam beton terhadap kuat tekan beton. Spesimen uji yang digunakan adalah beton silinder dengan tinggi 200 mm dan diameter 100 mm untuk kuat tekan. Dengan persentase yang diujikan adalah TWA 10% RT 0,6%, TWA 10% RT 1,0, TWA 10% RT 1,5%, TWA 12% RT 0,6%, TWA 12% RT 1,0% dan TWA 12% RT 1,5%. Jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 63 buah untuk total semua persentase. Hasil uji kuat tekan rata-rata tertinggi dicapai oleh beton TWA 10% RT 1,5% sebesar 27,46 MPa, melebihi kuat tekan beton normal.

Kata kunci : kuat tekan, abu tembakau, retarder

ABSTRACT

Name : Andini Putri Lestari
NIM : 41119010015
Study Program : Civil Engineering
Thesis Title : The Effectiveness of Adding Cigarette Tobacco Waste Ash as a Substitute for Cement with Pozzolite on Concrete Compressive Strength
Counsellor : Agyanata Tua Munthe, S.T., M.T

The increase in Indonesia's population as the fourth most populous country contributes to the growing waste issue. The percentage of active smokers, reaching 23.35% (BPS, 2022), becomes a significant contributor to cigarette waste. In line with the increasing infrastructure needs, research is conducted to explore environmentally friendly alternatives for concrete materials. The utilization of cigarette tobacco waste ash (TWA) as a substitute for cement has been studied previously, but faced challenges in concrete hydration reactions. Thus, this study introduces a novel approach by incorporating a pozzolite retarder (RT).

The aim of this research is to analyze the effectiveness of combining TWA and RT in concrete concerning compressive strength. Test specimens consist of cylindrical concrete with a height of 200 mm and a diameter of 100 mm for compressive strength testing. The tested percentages include TWA 10% RT 0.6%, TWA 10% RT 1.0%, TWA 10% RT 1.5%, TWA 12% RT 0.6%, TWA 12% RT 1.0%, and TWA 12% RT 1.5%.

The results reveal that the highest average compressive strength is achieved by concrete with TWA 10% RT 1.5%, reaching 27.46 MPa. Hence, this percentage appears to be the most optimal for future concrete mixtures. Conversely, the lowest average compressive strength is recorded by concrete with TWA 10% RT 0.6%, at 4.59 MPa. The combination of TWA 10% RT 0.6% draws the best workability, with a slump loss of 8 cm.

Keywords: *compressive strength, tobacco waste ash, retarder*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
1.6. Batasan Masalah.....	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Kajian Penelitian Terdahulu.....	7
2.2. Research Gap	11
2.3. Beton	14
2.4. Beton Ramah Lingkungan.....	17
2.5. Kuat Tekan Beton	18
2.6. Workabilitas Beton.....	20
2.7. Daya Serap Air Beton	23
2.8. Material Penyusun.....	24
2.9. Kerangka Berpikir.....	32
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	34
3.1. Metode Penelitian.....	34
3.2. Populasi	34
3.3. Sampel.....	35

3.4.	Bahan Pengujian.....	36
3.5.	Peralatan Pengujian	39
3.6.	Pengujian Material	41
3.7.	Tahap Pembuatan Benda Uji.....	54
3.8.	Tahap Pengujian Benda Uji.....	61
3.9.	Diagram Alir Penelitian	63
3.10.	Tempat dan Jadwal Penelitian.....	66
BAB IV HASIL PENELITIAN.....		66
4.1.	Pendahuluan	66
4.2.	Pengujian Material	66
4.3.	Perhitungan Perencanaan Campuran.....	78
4.4.	Pembuatan Benda Uji.....	99
4.5.	Perawatan Benda Uji.....	101
4.6.	Pengujian Kuat Tekan	101
4.6.1.	Beton Normal	102
4.6.2.	Beton TWA 10% RT 0,6%.....	102
4.6.3.	Beton TWA 10% RT 1,0%.....	103
4.6.4.	Beton TWA 10% RT 1,5%.....	103
4.6.5.	Beton TWA 12% RT 0,6%.....	104
4.6.6.	Beton TWA 12% RT 1,0%.....	104
4.6.7.	Beton TWA 12% RT 1,5%.....	105
4.7.	Analisa Grafik Hasil Kuat Tekan Beton	105
4.7.1.	Beton Normal	105
4.7.2.	Beton TWA 10% RT 0,6%.....	106
4.7.3.	Beton TWA 10% RT 1,0%.....	107
4.7.4.	Beton TWA 10% RT 1,5%.....	108
4.7.5.	Beton TWA 12% RT 0,6%.....	109
4.7.6.	Beton TWA 12% RT 1,0%.....	110
4.7.7.	Beton TWA 12% RT 1,5%.....	110
4.8.	Perbandingan Grafik Kuat Tekan Beton.....	112
4.9.	Pengujian Daya Serap Air	115
4.10.	Analisa Harga Satuan Bahan.....	117
BAB V PENUTUP.....		123
5.1.	Kesimpulan.....	123
5.2.	Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA		124



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Hubungan antara rasio kekuatan dan rasio kepadatan	20
Gambar 2.2. Pengujian kelecakan (slump test).....	22
Gambar 2.3. Kerangka berpikir penelitian.....	33
Gambar 3.1. Semen PCC	36
Gambar 3.2. Agregat Kasar (Batu Pecah Rumpin).....	36
Gambar 3.3. Agregat Halus (Pasir Rangkal).....	37
Gambar 3.4. Proses Pengolahan Abu Tembakau.....	37
Gambar 3.5. Retarder Pozzoloth.....	38
Gambar 3.6. Alur Penelitian.....	64
Gambar 4.1. Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	72
Gambar 4.2. Grafik Gradasi Agregat Halus.....	73
Gambar 4.3. Grafik Penurunan Slump.....	99
Gambar 4.4. Grafik Kuat Tekan Beton Normal.....	104
Gambar 4.5. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 0,6%	105
Gambar 4.6. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 1,0%	106
Gambar 4.7. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 1,5%	107
Gambar 4.8. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 0,6%	108
Gambar 4.9. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 1,0%	109
Gambar 4.10. Grafik Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 1,5%	110
Gambar 4.11. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata 7 Hari.....	111
Gambar 4.12. Perbedaan Fisik Beton Normal dengan Beton Campuran.....	111
Gambar 4.13. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata 14 Hari.....	112
Gambar 4.14. Perbandingan Kondisi Fisik Beton Umur 14 Hari	113
Gambar 4.15. Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata 28 Hari	113
Gambar 4.16. Perbandingan Pola Keretakan Beton Umur 28 Hari	114
Gambar 4.17. Grafik Hasil Pengujian Daya Serap Beton.....	115

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Peneliti Terdahulu	7
Tabel 2.2. Research Gap	11
Tabel 2.3. Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat	16
Tabel 2.4. Pengaruh sifat agregat terhadap sifat beton	24
Tabel 2.5. Jenis kepadatan beton.....	25
Tabel 2.6. Sifat-sifat agregat	25
Tabel 2.7. Syarat-syarat agregat berdasarkan PBI 1971	26
Tabel 2.8. Senyawa utaman dalam semen portland	28
Tabel 2.9. Jenis bahan tambah (admixtures).....	30
Tabel 2.10. Kandungan kimiawi pada semen OPC dan abu tembakau (TWA)....	31
Tabel 3.1. Jumlah Sampel Penelitian	35
Tabel 3.2. Deviasi Standar	54
Tabel 3.3. Faktor Modifikasi Untuk Deviasi Standar	55
Tabel 3.4. Penentuan Nilai Slump.....	55
Tabel 3.5. Penentuan Kebutuhan Air dan Kandungan Udara	56
Tabel 3.6. Rasio Air Semen	57
Tabel 3.7. Volume Agregat Kasar.....	57
Tabel 3.8. Berat Beton Segar	58
Tabel 3.9. Faktor Koreksi Kuat Tekan Beton	64
Tabel 3.10. Jadwal Penelitian	65
Tabel 4.1. Hasil Uji Kadar Air Agregat Kasar.....	67
Tabel 4.2. Hasil Uji Kadar Air Agregat Halus.....	67
Tabel 4.3. Hasil Uji Kandungan Lumpur Agregat Halus.....	68
Tabel 4.4. Hasil Uji Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar	69
Tabel 4.5. Hasil Uji Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus	69
Tabel 4.6. Hasil Uji Berat Isi Agregat Kasar	70
Tabel 4.7. Hasil Uji Berat Isi Agregat Halus	71
Tabel 4.8. Hasil Uji Analisa Saringan Agregat Kasar	72
Tabel 4.9. Hasil Uji Analisa Saringan Agregat Halus	73
Tabel 4.10. Hasil Uji Berat Jenis Semen Portland.....	74
Tabel 4.11. Hasil Uji Konsistensi Normal Semen Portland.....	75
Tabel 4.12. Hasil Uji Waktu Ikat Awal Semen Portland.....	75

Tabel 4.13. Hasil Uji Konsistensi Normal Semen + TWA 10% + RT	76
Tabel 4.14. Hasil Uji Konsistensi Normal Semen + TWA 12% + RT	77
Tabel 4.15. Hasil Uji Waktu Ikat TWA 10% RT 0,6%	78
Tabel 4.16. Hasil Uji Waktu Ikat TWA 12% RT 0,6%	78
Tabel 4.17. Mix Design Beton Normal.....	80
Tabel 4.18. Mix Design Beton RT 0,6 TWA 10.....	83
Tabel 4.19. Mix Design Beton RT 1,0 TWA 10.....	85
Tabel 4.20. Mix Design Beton RT 1,5 TWA 10.....	88
Tabel 4.21. Mix Design Beton RT 0,6 TWA 12.....	91
Tabel 4.22. Mix Design Beton RT 1,0 TWA 12.....	93
Tabel 4.23. Mix Design Beton RT 1,5 TWA 12.....	96
Tabel 4.24. Data Pengujian Slump.....	99
Tabel 4.25. Data Kuat Tekan Beton Normal.....	101
Tabel 4.26. Data Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 0,6%.....	101
Tabel 4.27. Data Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 1,0%.....	102
Tabel 4.28. Data Kuat Tekan Beton TWA 10% RT 1,5%.....	102
Tabel 4.29. Data Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 0,6%.....	103
Tabel 4.30. Data Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 1,0%.....	103
Tabel 4.31. Data Kuat Tekan Beton TWA 12% RT 1,5%.....	104
Tabel 4.32. Data Pengujian Pengujian Daya Serap Air Beton.....	115
Tabel 4.33. Analisa Harga Satuan Beton Normal	116
Tabel 4.34. Analisa Harga Satuan Beton TWA 10% RT 0,6%	117
Tabel 4.35. Analisa Harga Satuan Beton TWA 10% RT 1,0%	118
Tabel 4.36. Analisa Harga Satuan Beton TWA 10% RT 1,5%	118
Tabel 4.37. Analisa Harga Satuan Beton TWA 12% RT 0,6%	119
Tabel 4.38. Analisa Harga Satuan Beton TWA 12% RT 1,0%	119
Tabel 4.39. Analisa Harga Satuan Beton TWA 12% RT 1,5%	120

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Kadar Air	126
Lampiran 2 Hasil Uji Kandungan Lumpur	127
Lampiran 3 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	128
Lampiran 4 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	129
Lampiran 5 Hasil Uji Berat Isi Agregat.....	130
Lampiran 6 Hasil Uji Analisa Saringan Agregat	131
Lampiran 7 Hasil Uji Berat Jenis Semen.....	133
Lampiran 8 Hasil Uji Penurunan Slump	134
Lampiran 9 Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	135
Lampiran 10 Dokumentasi Pengujian	137
Gambar 1. Kadar Air Agregat.....	137
Gambar 2. Kandungan Lumpur Agregat.....	137
Gambar 3. Berat Jenis Agregat Kasar.....	137
Gambar 4. Berat Jenis Agregat Halus.....	137
Gambar 5. Analisa Saringan Agregat	137
Gambar 6. Berat Isi Agregat	137
Gambar 7. Berat Jenis Semen	137
Gambar 8. Konsistensi dan Waktu Ikut Semen	137
Gambar 9. Pencampuran Abu Tembakau Dengan Semen.....	137
Gambar 10. Penuangan Air dan Retarder	137
Gambar 11. Penuangan Agregat Kasar.....	137
Gambar 12. Pengujian Slump	137
Gambar 13. Pengukuran Slump	138
Gambar 14. Pencetakan Benda Uji	138
Gambar 15. Pelepasan Dari Cetakan.....	138
Gambar 16. Curing Metode Membran	138
Gambar 17. Pengovenan Beton.....	138
Gambar 18. Penimbangan Sampel.....	138
Gambar 19. Perendaman Beton	138
Gambar 20. Penimbangan	139
Gambar 21. Pengujian Kuat Tekan	139
Gambar 22. Pembacaan Dial.....	139

Lampiran 11 Sertifikat Kalibrasi	140
Gambar 23. Sertifikat Kalibrasi Alat Kuat Tekan	140
Lampiran 12 Kartu Asistensi.....	141

