

SKRIPSI
PEMANFAATAN LIMBAH ABU SERBUK KAYU MAHONI SEBAGAI
BAHAN TAMBAH PADA PEMBUATAN PRODUK *PAVING BLOCK*



Disusun Oleh:

Fari Razan Hammadi

NIM 1506520021

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN REKAYASA TEKNIK
KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

2026



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI BANGUNAN
GEDUNG

Tower A Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telp. (021) 4751523, 47864808 Fax : (021) 47864808 Laman : <http://ft.unj.ac.id>

HALAMAN PENGESAHAN 1

LEMBAR PERSETUJUAN SIDANG SKRIPSI SARJANA TERAPAN

Judul : Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni
Sebagai Bahan Tambah Pada Pembuatan Produk
Paving Block

Penyusun : Fari Razan Hammadi

NIM : 1506520021

Disetujui oleh:

Pembimbing I

8 Januari 2026

Ir. Erna Septiandini M.T.

NIP. 196309021993032001

8 Januari 2026

Pembimbing II

Lenggogeni, M.T.

NIP. 197304171999032001

8 Januari 2026

Mengetahui,

**Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung**

Adhi Purwanto, M.T.

NIP. 197609082001121004



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA KONSTRUKSI BANGUNAN
GEDUNG**

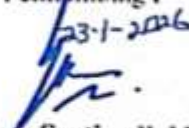
Tower A Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telp. (021) 4751523, 47864808 Fax : (021) 47864808 Laman : <http://ft.unj.ac.id>

**HALAMAN PENGESAHAN II
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN**

Judul : Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni Sebagai
Bahan Tambah pada Pembuatan Produk Paving Block
Penyusun : Fari Razan Hammadi
NIM : 1506520021

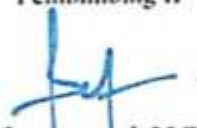
Disetujui oleh:

Pembimbing I


Ir. Erna Septiandini M.T.

NIP. 196309021993032001

Pembimbing II


Lenggogeni, M.T.

NIP. 197304171999032001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi Sarjana Terapan

Ketua Penguji,


Adhi Purnomo, M.T.

NIP. 197609082001121004

Anggota Penguji I,


Selvia Agustina, M.T.

NIP. 199009092024062001

Anggota Penguji II


Mirara Khanza, M.T.

NIP. 1965053019910320001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Sarjana Terapan
Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung


Adhi Purnomo, M.T.

NIP. 197609082001121004

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi Sarjana Terapan dengan judul "Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni Sebagai Bahan Tambah Semen Dalam Pembuatan Produk *Paving block*" ini merupakan karya asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun diperguruan tinggi lain.
2. Skripsi Sarjana Terapa ini belum dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
3. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, 4 Januari 2026



10000
METERAI
TEMPEL
C1F5DANX169337155

Fari Razan Hammadi
1506520021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
PERPUSTAKAAN DAN KEARSIPAN
Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Fari Razan Hammadi
NIM : 1506520021
Fakultas/Prodi : Teknik/Sarjana Terapan Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung
Alamat email : Fari Razan Hammadi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni Sebagai Bahan Tambah pada Pembuatan
Produk Paving Block

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan dan Kearsipan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 2 Februari 2026

Penulis

()
Fari Razan Hammadi

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, yang telah menganugerahkan nikmat serta karunia dan hidayah-Nya memberi penulis kesempatan untuk menyelesaikan Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni Sebagai Bahan Tambah pada Pembuatan Produk *Paving Block*”** dengan baik dan tepat waktu

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada pihak – pihak terkait atas berlangsungnya penelitian yang telah memberi dukungan moral dan juga bimbingannya pada penulis. Ucapan terima kasih ini penulis tunjukkan kepada :

1. Bapak Adhi Purnomo, M.T. selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
2. Ibu Ir. Erna Septiandini, M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, diskusi, dukungan dan bimbingan serta persetujuan sehingga laporan skripsi ini dapat diselesaikan.
3. Ibu Lenggogeni, M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 telah membimbing dan memberi persetujuan dalam penyusunan Skripsi ini, sehingga skripsi ini dapat selesai;
4. Bapak Suratman selaku Pranata Laboratorium yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan arahannya dalam melakukan penelitian ini.
5. Orang tua penulis yang selalu memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan serta semangat setiap harinya;

Skripsi ini sudah dibuat dengan sebaik – baiknya, namun tentu masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca untuk kesempurnaan dalam penulisan selanjutnya. Semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. Terima kasih.

Jakarta, 4 Januari 2026



Fari Razan Hammadi
1506520021

Abstrak

Fari Razan Hammadi, Erna Septiandini, Lenggogeni (2025). **“Pemanfaatan Limbah Abu Serbuk Kayu Mahoni Sebagai Bahan Tambah Pada Pembuatan Produk *Paving Block*”** Skripsi, Jakarta: Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Bangunan Gedung, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan limbah abu serbuk kayu mahoni sebagai bahan tambah semen dalam pembuatan *Paving block*. Variasi komposisi abu serbuk kayu mahoni yang digunakan adalah 0%, 9%, 13%, dan 17% dengan perbandingan campuran 1 semen : 4 pasir : 0,35 faktor air semen (FAS). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Uji Bahan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta pada Februari–Juli 2025 menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). Proses pembuatan benda uji dilakukan di PD. ANS BETON, Jakarta, menggunakan mesin press getar dengan jumlah total 80 buah *Paving block* berdimensi $21 \times 10,5 \times 8$ cm, yang selanjutnya dirawat selama 28 hari sebelum dilakukan pengujian kuat tekan. Secara umum, kegiatan penelitian meliputi pengujian material awal, perancangan komposisi campuran, proses pencampuran, pencetakan, perawatan, serta pengujian sifat fisis dan mekanis *Paving block*. Hasil pengujian sifat tampak dan ukuran menunjukkan bahwa seluruh sampel memenuhi kriteria SNI 03-0691-1996, antara lain permukaan bebas cacat. Pemeriksaan dimensi juga menunjukkan bahwa seluruh *Paving block* memenuhi toleransi ukuran dengan ketebalan minimal 6 cm dan toleransi $\pm 8\%$ sesuai standar cetakan produsen dan ketentuan SNI. Kegiatan penelitian meliputi uji material awal, perancangan komposisi, pencampuran, pencetakan, perawatan, serta pengujian sifat fisis dan mekanis. Seluruh sampel memenuhi kriteria tampak dan ukuran sesuai SNI 03-0691-1996, termasuk toleransi ketebalan minimal 6 cm dan $\pm 8\%$. Uji penyerapan air pada 0% ASKM sebesar 4,43%, meningkat pada 9% menjadi 6,96%, lalu menurun pada 13% sebesar 4,04% dan 17% sebesar 1,59%, dengan 17% sebagai nilai terbaik. Uji kuat tekan menunjukkan peningkatan dari 15,69 MPa (0%) menjadi 26,96 MPa (9%) dan tertinggi pada 13% sebesar 36,53 MPa; pada 17% sedikit turun menjadi 35,26 MPa. Pada uji Natrium Sulfat, 0% memiliki kehilangan massa tertinggi (3,871%) dan tidak lulus SNI. Variasi 9% kehilangan massa 0,9625% dan tetap lulus karena tidak cacat. Variasi 13% terbaik dengan kehilangan massa sangat kecil dan fisik sempurna, sedangkan 17% juga lulus dengan rata-rata 0,7885% meski satu sampel melewati 1%. Pada uji keausan, 0% menghasilkan 0,1946 mm/menit. Variasi 9% dan 13% menghasilkan 0,014 dan 0,0316 mm/menit, sedangkan 17% menghasilkan 0,094 mm/menit. Komposisi 13% paling efektif meningkatkan ketahanan aus. Berdasarkan rekapitulasi pengujian keseluruhan Pemanfaatan limbah abu serbuk kayu mahoni sebagai bahan tambah semen, presentase 13% dinyatakan sebagai presentase yang optimal dari beberapa pengujian yang telah dilakukan sebagai klasifikasi mutu B sebagai lahan parkir sesuai target, karena mendapatkan nilai penyerapan air sebesar 4,04%, kemudian uji kuat tekan didapatkan hasil diatas sebesar 36,53 MPa, pengujian natrium sulfat sebesar 0,3605% dengan rata-rata kehilangan massa paling rendah, dan ketahanan aus sebesar 0,0316 mm/menit yang tidak melebihi batas minimum mutu B.

Kata Kunci : Serbuk Kayu Mahoni, *Paving block*, Bahan Tambah, Kuat Tekan, Daya Serap Air, Ketahanan terhadap Natrium Sulfat, Ketahanan Aus

Abstract

Fari Razan Hammadi, Erna Septiandini, Lenggogeni (2025). “Utilization of Mahogany Ash Waste as an Additive in the Manufacture of Paving block Products” Thesis, Jakarta: Building Construction Engineering Technology Study Program, Faculty of Engineering, Jakarta State University.

This study aims to determine the use of mahogany sawdust ash waste as an additional cement material in the manufacture of Paving blocks. The variations in the composition of mahogany sawdust ash used were 0%, 9%, 13%, and 17% with a mixture ratio of 1 cement: 4 sand: 0.35 water cement factor (FAS). The study was conducted at the Materials Testing Laboratory, Faculty of Engineering, Jakarta State University in February–July 2025 using the Research and Development (R&D) method with the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate). The process of making test objects was carried out at PD. ANS BETON, Jakarta, using a vibrating press machine with a total of 80 Paving blocks with dimensions of $21 \times 10.5 \times 8$ cm, which were then cured for 28 days before being tested for compressive strength. In general, research activities include initial material testing, mixture composition design, mixing process, molding, curing, and testing the physical and mechanical properties of Paving blocks. The results of the visible and dimensional properties test showed that all samples met the criteria of SNI 03-0691-1996, including a defect-free surface. Dimensional inspection also showed that all Paving blocks met the size tolerance with a minimum thickness of 6 cm and a tolerance of $\pm 8\%$ according to the manufacturer's mold standards and SNI provisions. Research activities included initial material testing, composition design, mixing, molding, curing, and physical and mechanical properties testing. All samples met the appearance and size criteria according to SNI 03-0691-1996, including a minimum thickness tolerance of 6 cm and $\pm 8\%$. The water absorption test at 0% ASKM was 4.43%, increasing at 9% to 6.96%, then decreasing at 13% by 4.04% and 17% by 1.59%, with 17% as the best value. The compressive strength test showed an increase from 15.69 MPa (0%) to 26.96 MPa (9%) and the highest at 13% by 36.53 MPa; at 17% slightly decreased to 35.26 MPa. In the Sodium Sulfate test, 0% had the highest mass loss (3.871%) and did not pass SNI. The 9% variation lost 0.9625% of mass and still passed because it was not defective. The 13% variation was the best with very little mass loss and perfect physical condition, while 17% also passed with an average of 0.7885% even though one sample exceeded 1%. In the wear test, 0% produced 0.1946 mm/min. The 9% and 13% variations produced 0.014 and 0.0316 mm/min, respectively, while 17% produced 0.094 mm/min. The 13% composition was the most effective in increasing wear resistance. Based on the recapitulation of the overall test of the Utilization of mahogany sawdust ash waste as an additional cement material, the percentage of 13% is stated as the optimal percentage of several tests that have been carried out as a classification of quality B as a parking lot according to the target, because it gets a water absorption value of 4.04%, then the compressive strength test obtained the above results of 36.53 MPa, sodium sulfate testing of 0.3605% with the lowest average mass loss, and wear resistance of 0.0316 mm / minute which does not exceed the minimum limit of quality B.

Keywords: Mahogany Sawdust, Paving block, Additive Material, Compressive Strength, Water Absorption, Sodium Sulfate Resistance, Abrasion Resistance

Daftar Isi

LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN UJIAN SKRIPSI SARJANA TERAPAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Fokus Penelitian	7
1.3 Rumusan Masalah	8
1.4 Tujuan Penelitian.....	8
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kerangka Teoritik	9
2.1.1 Pengertian <i>Paving block</i>	9
2.1.2 Definisi Bahan Tambah	10
2.1.3 Bahan Penyusun <i>Paving block</i>	11
2.1.4 Metode Pembuatan <i>Paving block</i>	16
2.1.5 Kelebihan dan Kekurangan <i>Paving block</i>	18
2.1.6 Klasifikasi dan Standar Mutu <i>Paving block</i>	20
2.1.7 Abu Serbuk Kayu Mahoni	24
2.1.8 Teori dan Metode Research and Development.....	27
2.1.9 Teknik Analisis Data.....	28
2.1.10 Instrumen Penelitian	28
2.2 Produk Yang Dikembangkan	29

2.2.1	Penelitian Sebelumnya.....	30
2.2.2	Perbedaan Penelitian Sebelumnya	32
2.2.3	Kerangka Berpikir.....	33
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....		35
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	35
3.2	Metode Pengembangan Produk.....	35
3.3	Alat dan Bahan	37
3.3.1	Alat.....	38
3.3.2	Bahan	42
3.3.3	Teknik Pengambilan Sampel	45
3.4	Rancangan Metode Pengembangan	46
3.4.1	Analisis Kebutuhan.....	46
3.4.2	Sasaran Produk.....	49
3.4.3	Rancangan Produk	50
3.5	Instrumen.....	67
3.5.1	Kisi-Kisi Instrumen.....	67
3.5.2	Validasi Instrumen	69
3.6	Teknik Pengumpulan Data	70
3.6.1	Teknik Pengambilan Sampel	70
3.7	Teknik Analisis Data.....	71
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		74
4.1	Pengembangan Produk.....	74
4.2	Kelayakan Produk	76
4.2.1	Kriteria Ahli.....	76
4.2.2	Hasil Kelayakan Ahli.....	77
4.3	Pembahasan Penelitian.....	79
4.3.1	Hasil Uji Pendahuluan	80
4.3.2	Proses Pembuatan <i>Paving block</i>	91
4.3.3	Hasil Pengujian Benda Uji <i>Paving block</i>	93
4.3	Keterbatasan Penelitian.....	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		114
5.1	Kesimpulan.....	114

5.2	Saran.....	115
DAFTAR PUSTAKA		116
LAMPIRAN.....		118
Lampiran 1 Dokumentasi Lengkap Pengujian.....		118
Lampiran 3 Pengujian Ketahanan Aus dan Ketahanan Natrium Sulfat		130



Daftar Tabel

Tabel 2. 1 SNI T-15-1971-03	12
Tabel 2. 2 SNI 03-6821-2002	13
Tabel 2. 3 Persyaratan mutu Paving block	20
Tabel 2. 4 Kandungan Ilmiah Abu Serbuk Kayu Mahoni	24
Tabel 2. 5 Tahap 4D	27
Tabel 2. 6 Penelitian yang relevan	32
Tabel 3. 3 Rekapitulasi Kebutuhan Bahan	50
Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Instrumen	69
Tabel 3. 5 Instrumen	70
Tabel 4. 1 Klasifikasi Mutu Paving block SNI 03-0691-1996	81
Tabel 4. 2 Pengujian Kadar Air Pasir	83
Tabel 4. 3 Pengujian Kadar lumpur Pasir	84
Tabel 4. 4 Pengujian Zat Organik Pasir	86
Tabel 4. 5 Hitungan berat tertahan Agregat Halus	88
Tabel 4. 6 Hitungan presentase tertahan, MHB dan lolos Agregat Halus	89
Tabel 4. 7 Uji Pendahuluan Abu Serbuk Kayu Mahoni	90
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Mortar	91
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Bahan yang digunakan	93
Tabel 4. 10 Pengujian Sifat Tampak Permukaan Paving block	95
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Ukuran Paving block	97
Tabel 4. 12 Hasil Rekapitulasi Pengujian Ukuran Paving block	99
Tabel 4. 13 Penyimpangan Ukuran Rata-rata Dan Toleransi Paving block	99
Tabel 4. 14 Gambar Pengujian Penyerapan Air	100
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Penyerapan Air Paving block	101
Tabel 4. 16 Hasil Rekapitulasi data Pengujian Penyerapan Air Paving block	102
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving block	105
Tabel 4. 18 Hasil Rata-Rata Pengujian Kuat Tekan Paving block	107
Tabel 4. 19 Hasil Rata-Rata Pengujian Ketahanan Natrium Sulfat Paving block	109

Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Ketahanan Aus Paving block.....	113
Tabel 4. 21 Nilai Rata Rata Uji Ketahanan Aus.....	113



Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Model dan Ukuran <i>Paving block</i>	9
Gambar 2. 2 Alat Gablokkan Metode Konvensional dan cara kerjanya.....	16
Gambar 2. 3 Alat Pencetak <i>Paving block</i>	17
Gambar 2. 4 Prinsip Kerja Metode Mekanis.....	18
Gambar 3. 1 Timbangan Digital.....	ix
Gambar 3. 2 Wadah.....	40
Gambar 3. 3 Gelas Ukur.....	41
Gambar 3. 4 Botol Le Chatelier.....	41
Gambar 3. 5 Oven Pengering.....	42
Gambar 3. 6 Oven Pmebakaran.....	42
Gambar 3. 7 Cetakan Mortar.....	43
Gambar 3. 8 Mesin Pengaduk.....	43
Gambar 3. 9 Mesin Press Cetakl <i>Paving block</i>	44
Gambar 3. 10 Mesin Uji Tekan.....	44
Gambar 3. 11 Semen Portland.....	45
Gambar 3. 12 Agregat Halus.....	45
Gambar 3. 13 Serbuk Kayu Mahoni.....	46
Gambar 3. 14 Diagram Alir Rancangan Produk.....	52
Gambar 4. 1 Identitas Peniliti Dan Ahli Materi.....	78
Gambar 4. 2 Hasil Kelayakan Validasi Ahli Materi.....	80
Gambar 4. 3 Bahan Uji.....	82
Gambar 4. 4 Dokumentasi Pengujian Kadar Lumpur Pasir.....	85
Gambar 4. 5 Pengujian Zat Organik Pasir.....	87
Gambar 4. 6 Grafik Gradasi Pasir.....	89
Gambar 4. 7 Dokumentasi Proses Pembuatan Dan Pengujian Mortar.....	91
Gambar 4. 8 Proses Pengadukan.....	94
Gambar 4. 9 Proses Pencetakan.....	94
Gambar 4. 10 Pengujian Sifat Tampak <i>Paving block</i>	95
Gambar 4. 11 Pengujian Ukuran <i>Paving block</i>	97

Gambar 4. 12 Grafik Rata-Rata Pengujian Penyerapan Air Paving block.....	103
Gambar 4. 13 Pengujian Kuat Tekan Paving block.....	104
Gambar 4. 14 Grafik Pengujian Kuat Tekan Paving block.....	107
Gambar 4. 15 Pengujian Ketahanan Natrium Sulfat	109
Gambar 4. 16 Grafik Rata-rata Pengujian Ketahanan Terhadap Natrium Sulfat	110
Gambar 4. 17 Uji Ketahanan Aus.....	112
Gambar 4. 18 Grafik Uji Ketahanan Aus	113

