

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH
PEMBAKARAN BATU BARA SEBAGAI SUBTITUSI SEMEN
PADA PENGGUNAAN CAMPURAN *PAVING BLOCK***



Disusun oleh :
RATNA PUSPITA SARI
NIM 210607010

Dosen Pembimbing 1 :
Indra Gita Anugrah, S.Kom., M.Kom
NIP 06211707206

Dosen Pembimbing 2 :
Rahmat Dwi Sutrisno, S.ST., M.T
NIP 06512208493

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK
2024**

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PEMBAKARAN BATU BARA SEBAGAI *SUBSTITUSI* SEMEN PADA PENGGUNAAN CAMPURAN *paving block*

Nama / NIM : Ratna Puspita Sari / 210607010
Departemen : Teknik Sipil FT – UMG
Dosen Konseling : Rahmat Dwi Sutrisno, S.ST., M.T

Abstrak

Pemanfaatan limbah pembakaran batu bara sebagai pengganti semen dalam produksi perkerasan jalan dapat menjadi solusi berkelanjutan untuk mengurangi dampak lingkungan dan biaya produksi. *fly ash*, sebagai hasil sampingan pembakaran batu bara, memiliki sifat pozzolan yang dapat meningkatkan kinerja material konstruksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan, daya serap air, dan ketahanan abrasi pada paving stone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan *fly ash* sebesar 5% menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 21,83 MPa (Kelas B), dibandingkan dengan 23,25 MPa (Kelas B) pada paving stone tanpa *fly ash*. Selain itu, penambahan *fly ash* juga menurunkan nilai keausan dengan laju keausan terendah sebesar 0,035 mm/menit pada campuran 15% (Kelas A). Daya serap air pada paving stone juga menurun seiring dengan meningkatnya kandungan *fly ash*. Dengan demikian, *fly ash* sebanyak 5% dapat digunakan sebagai pengganti semen untuk produksi perkerasan kelas B yang sesuai untuk area parkir. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk membandingkan *fly ash* dari berbagai sumber, mengintegrasikan bottom ash, dan meningkatkan kualitas paving stone melalui metode mekanis yang lebih baik. Dengan memanfaatkan *fly ash*, diharapkan dapat mengurangi akumulasi limbah, menekan emisi CO₂, dan mendukung pembangunan berkelanjutan di sektor konstruksi.

Kata Kunci : *fly ash*, Batu Bara, Kuat Tekan, Daya Serap, Uji Aus

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, atas berkat limpahan rahmat, taufik, dan hidayahnya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH PEMBAKARAN BATU BARA SEBAGAI *SUBSTITUSI* SEMEN PADA PENGGUNAAN CAMPURAN *paving block*”. Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk menempuh ujian Sidang Sarjana pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari orang-orang di sekitar penulis. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada orang-orang di sekitar penulis yang sudah sangat membantu penulis sampai skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Harunur Rosyid, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Gresik
2. Avisha Gita Prafitasiwi, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Gresik
3. Kholidia Ayuning, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan nasehat, dukungan serta semangat hingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
4. Rahmat Dwi Sutrisno, S.ST., M.T selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini tepat waktu.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Gresik yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Orang tua dan seluruh keluarga yang penulis cintai, yang telah banyak memberikan semangat material maupun non material dan senantiasa memberikan do'a dengan tulus.
7. Para sahabat tercinta dan semua pihak yang telah memberikan semangat dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan Angkatan 2021, terutama sahabat saya tercinta Nellycia N, Adonda Audina, dan Navita Dwi atas semua dukungan, semangat, serta kerjasamanya.
9. Terima kasih kepada wanita sederhana yang memiliki keinginan tinggi namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, sang penulis karya tulis ini yaitu diri saya sendiri, Ratna Puspita Sari. Seorang anak tengah yang berusia 22 tahun yang sangat keras kepala namun terkadang sifatnya seperti anak kecil pada umumnya. Terima kasih ya telah hadir di dunia dan sudah bertahan sampai sejauh ini melewati banyaknya tantangan rintangan yang alam semesta berikan. Terima kasih kamu hebat saya bangga dengan pencapaian yang telah di raih dalam hidupmu dan selalu merayakan dirimu sendiri sampai dititik ini, walaupun seringkali pengharapan tidak sesuai dengan ekspektasi, namun harus tetap bersyukur terima kasih selalu mau berusaha, bekerjasama dan tidak lelah mencoba hal-hal positif. Saya yakin dengan usaha, kebaikan-kebaikan dan do'a yang selalu kamu langitkan Allah sudah merencanakan dan memberikan pilihan yang tidak terduga pastinya terbaik buat dirimu. Berbahagialah selalu dimanapun kapanpun kamu berada, Ratna. Rayakan selalu kehadiranmu jadilah bersinar dimanapun kamu memijakkan kaki. Semoga langkah kebaikan terus berada padamu dan semoga Allah selalu meridhoi setiap perbuatanmu dan selalu dalam lindungan-Nya. Aamiin.
10. Terakhir kepada seseorang yang pernah bersama penulis dan tidak bisa penulis sebut namanya. Terima kasih untuk patah hati yang diberikan saat proses penyusunan skripsi ini. Ternyata perginya anda dari kehidupan penulis memberikan cukup motivasi untuk terus maju dan berproses menjadi pribadi yang mengerti apa itu pengalaman, pendewasaan,

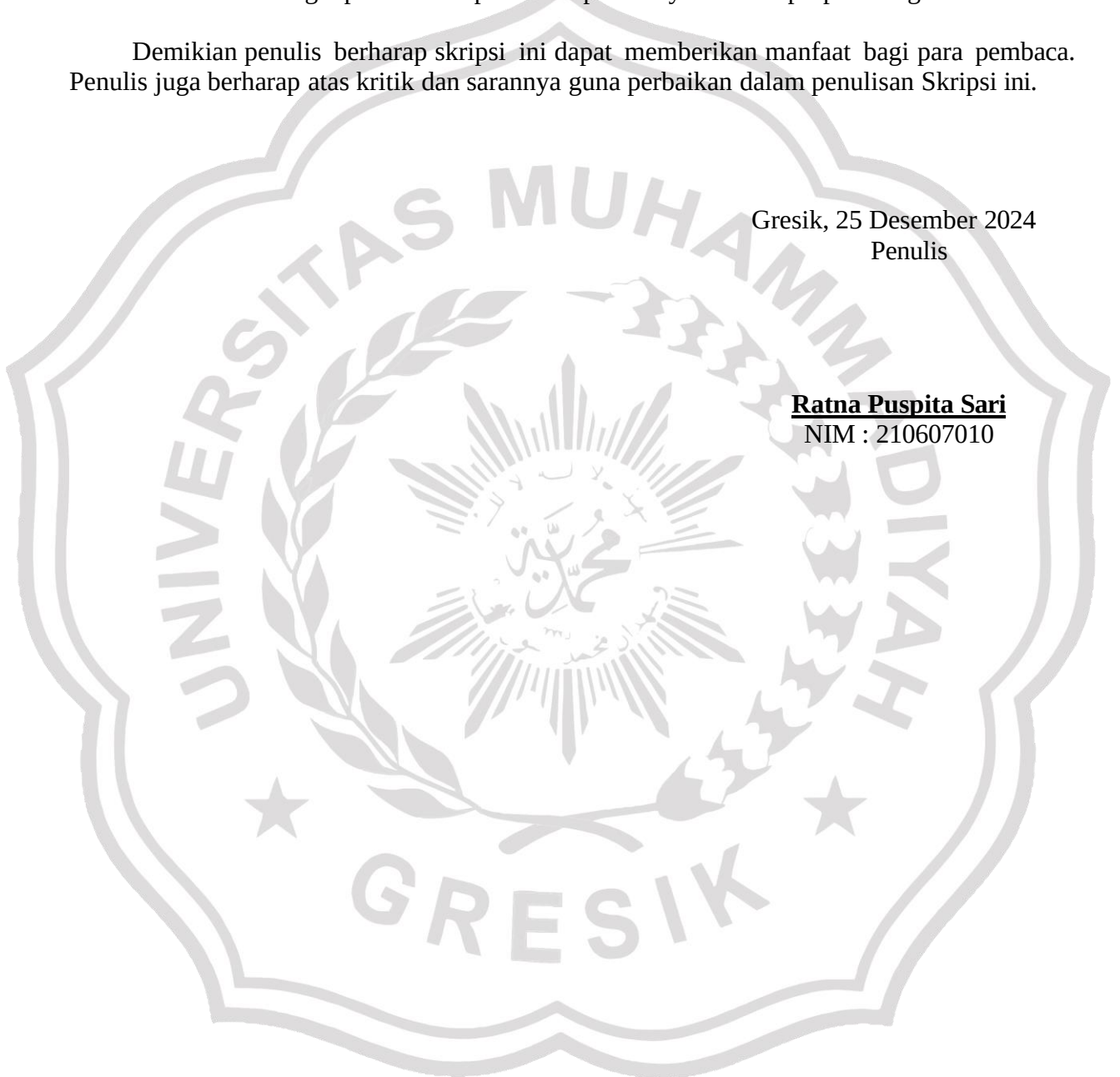
sabar dan menerima arti kehilangan sebagai bentuk proses penempatan menghadapi dinamika hidup. Terima kasih telah menjadi bagian menyenangkan sekaligus menyakitkan dari pendewasaan ini. Pada akhirnya setiap orang ada masanya dan setiap masa ada orangnya. Mari bertemu kembali pada ketidaksengajaan berikutnya.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan baik dari segi bahasa maupun teknik penyajiannya, tetapi berkat bimbingan dan dorongan serta saran-saran dari berbagai pihak maka penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir ini.

Demikian penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Penulis juga berharap atas kritik dan sarannya guna perbaikan dalam penulisan Skripsi ini.

Gresik, 25 Desember 2024
Penulis

Ratna Puspita Sari
NIM : 210607010



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
APPROVAL SHEET.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY	iv
Abstrak.....	v
Abstract.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR RUMUS.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
10.1 Latar Belakang.....	1
10.2 Rumusan Masalah	5
10.3 Batasan Masalah.....	6
10.4 Tujuan Penelitian.....	6
10.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori.....	9
2.2.1 Pengertian <i>fly ash</i>	9
2.2.1.1 Klasifikasi dan Sifat-Sifat <i>fly ash</i>	11
2.2.2 Pengertian <i>paving block</i>	14
2.2.3 Kelebihan dan Kelemahan Pasangan <i>paving block</i>	16
2.2.4 Material Penyusun <i>paving block</i>	17
2.2.4.1 Semen Portland.....	17
2.2.4.2 Agregat Halus.....	20
2.2.4.3 Air.....	21
2.2.5 Perencanaan Campuran <i>paving block</i>	21
2.2.6 Pengujian <i>paving block</i>	22
2.2.6.1 Uji Kuat Tekan	22
2.2.6.2 Uji Keausan <i>paving block</i>	22
2.2.7 Sifat Fisik <i>paving block</i>	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Diagram Alur Penelitian	23
3.2 Studi Literatur.....	24
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.3.1 Tempat Penelitian.....	24
3.3.2 Waktu Penelitian	24
3.4 Data Penelitian.....	24
3.4.1 Data Primer	25
3.4.2 Data Sekunder.....	25
3.5 Persiapan Material	26
3.6 Pengujian Material.....	28
3.6.1 Analisis <i>fly ash</i>	28
3.6.2 Analisis Semen	29

3.6.3	Analisis Agregat Halus	30
3.7	Pembuatan Benda Uji	31
3.7.1	Persiapan Bahan dan Alat	31
3.7.2	Komposisi Campuran dan Jumlah Benda Uji.....	34
3.7.3	Pembuatan Benda Uji	35
3.7.4	Perawatan Benda Uji.....	38
3.8	Pengujian <i>paving block</i>	38
3.8.1	Uji Kuat Tekan.....	38
3.8.2	Uji Penyerapan Air.....	38
3.8.3	Uji Aus	39
3.9	Jadwal Kegiatan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1	Pengumpulan Data.....	40
4.1.1	Pengujian Material	40
4.1.1.1	Analisa Senyawa Penyusun <i>fly ash</i>	40
4.1.1.2	Pengujian Agregat Halus	41
4.1.1.3	Pengujian Karakteristik <i>fly ash</i>	45
4.1.1.4	Pengujian Karakteristik Semen	47
4.2	Analisa Hasil Penelitian	49
4.2.1	Perhitungan Komposisi Campuran	49
4.2.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	51
4.2.3	Hasil Pengujian Daya Serap Air	55
4.2.4	Hasil Pengujian Keausan	58
4.3	Hasil dan Pembahasan	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		67
BIODATA PENULIS		79

DAFTAR GAMBAR

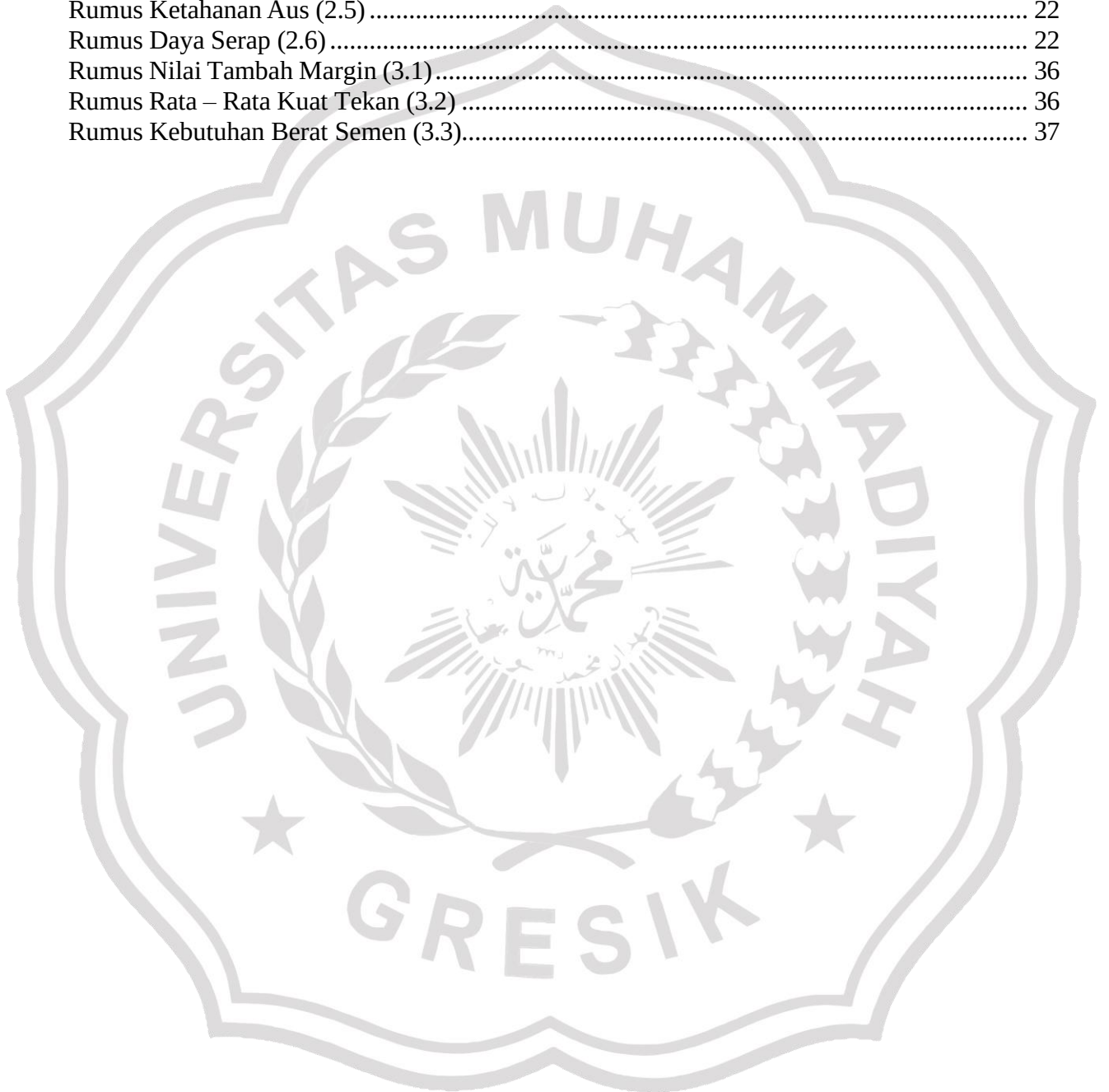
Gambar 3.1 Bagan Alir	23
Gambar 3.2 <i>fly ash</i>	26
Gambar 3.3 Semen Portland	27
Gambar 3.4 Agregat Halus.....	27
Gambar 3.5 Air	28
Gambar 3.6 Loyang atau Wadah	31
Gambar 3.7 Pengaduk atau Sekop	31
Gambar 3.8 Cetakan dan Pemadat <i>paving block</i>	32
Gambar 3.9 Mesin Uji Kuat Tekan.....	32
Gambar 3.10 Mesin Uji Aus	33
Gambar 3.11 Labu Ukur	33
Gambar 3.12 Pipet	33
Gambar 3.13 Timbangan Digital	33
Gambar 3.14 Ayakan	34
Gambar 3.15 Oven.....	34
Gambar 3.16 Cetakan <i>paving block</i>	35
Gambar 3.17 Alat Pengaduk	37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Sifat Fisik <i>fly ash</i> dan Semen Portland	11
Tabel 2. 2 Persyaratan Klasifikasi Kelas <i>fly ash</i>	13
Tabel 2.3 Persyaratan Kandungan Kimia <i>fly ash</i>	14
Tabel 2.4 Susunan Sifat Fisik <i>fly ash</i>	14
Tabel 2.5 Persyaratan Fisik <i>fly ash</i>	14
Tabel 2.6 Sifat-sifat Fisik <i>paving block</i>	16
Tabel 2.7 Perbandingan Sifat Kimia <i>fly ash</i> dan Semen Portland.....	19
Tabel 3.1 Data Primer	25
Tabel 3.2 Perbandingan Sifat Kimia <i>fly ash</i> dan Semen Portland.....	29
Tabel 3.3 Komposisi Campuran <i>fly ash</i> dan Semen.....	34
Tabel 3.4 Kebutuhan Jumlah Benda Uji	35
Tabel 3.5 Standar Deviasi	36
Tabel 3.6 Presentase Agregat Halus Lolos Ayakan.....	37
Tabel 3.7 Jadwal Kegiatan	39
Tabel 4. 1 Hasil Analisis XRF <i>fly ash</i>	41
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Analisis Saringan / Modulus Halus Butir (MHB) Pasir Lumajang	42
Tabel 4. 3 Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	43
Tabel 4. 4 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air pasir Lumajang.....	44
Tabel 4. 5 Hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus.....	45
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kehalusan <i>fly ash</i>	46
Tabel 4. 7 Hasil pengujian berat jenis <i>fly ash</i>	47
Tabel 4. 8 Hasil pengujian kehalusan semen	48
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen.....	48
Lanjutan Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Berat Jenis Semen.....	49
Tabel 4. 10 Komposisi Campuran Pasir dan <i>fly ash</i>	49
Tabel 4. 11 Komposisi Campuran <i>paving block</i> Metode Mekanis	50
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Kuat Tekan <i>paving block</i>	51
Tabel 4. 13 Hasil Uji Kuat Tekan Rata-Rata <i>paving block</i>	53
Tabel 4. 14 Klasifikasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Mutu <i>paving block</i>	53
Lanjutan Tabel 4. 14 Klasifikasi Hasil Pengujian Kuat Tekan Mutu <i>paving block</i>	53
Tabel 4. 15 Klasifikasi Hasil Uji Penyerapan Mutu <i>paving block</i>	56
Tabel 4. 16 Nilai Hasil Pengujian Keausan <i>paving block</i>	58
Lanjutan Tabel 4. 16 Nilai Hasil Pengujian Keausan <i>paving block</i>	58
Tabel 4. 17 Nilai Hasil Rata-Rata Pengujian Keausan <i>paving block</i>	40
Tabel 4. 18 Hasil perhitungan keausan rerata dan klasifikasi mutu <i>paving block</i> tiap variasi <i>fly ash</i>	61
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Bahan Penyusun <i>paving block</i>	62
Tabel 4. 20 Hasil Pengujian Kuat Tekan, Daya Serap, dan Keausan <i>paving block</i>	63

DAFTAR RUMUS

Rumus Kebutuhan Pasir (2.1).....	21
Rumus Kebutuhan Semen (2.2).....	21
Rumus Kebutuhan Abu Terbang (2.3)	21
Rumus Kuat Tekan (2.4)	22
Rumus Ketahanan Aus (2.5)	22
Rumus Daya Serap (2.6)	22
Rumus Nilai Tambah Margin (3.1).....	36
Rumus Rata – Rata Kuat Tekan (3.2)	36
Rumus Kebutuhan Berat Semen (3.3).....	37



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Hasil Pengujian Material Agregat Halus	68
Lampiran 2 : Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	68
Lampiran 3 : Hasil Pengujian Kotoran Organik Agregat Halus	68
Lampiran 4 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur.....	69
Lampiran 5 : Kehausan <i>fly ash</i>	69
Lampiran 6 : Berat Jenis <i>fly ash</i>	69
Lampiran 7 : Kehalusan Semen	69
Lampiran 8 : Berat Jenis <i>fly ash</i>	69
Lampiran 9 : Komposisi Campuran <i>paving block</i> Campuran Mekanis.....	70
Lampiran 10 : Hasil Uji Kuat Tekan <i>paving block</i>	70
Lampiran 11 : Hasil Uji Penyerapan Air <i>paving block</i>	70
Lampiran 12 : Hasil Uji Keausan <i>paving block</i>	71
Lampiran 13 : Gambar Dokumentasi Penelitian.....	72