

TUGAS AKHIR

**ANALISIS NILAI *MARSHALL* DAN *CANTABRO LOSS*
DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH
TAHAN API**



Disusun Oleh :

BRAYEN OKDEVENDER
1432200124

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS NILAI *MARSHALL* DAN *CANTABRO LOSS*
DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH
TAHAN API**

Disusun sebagai Syarat Meraih Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



Disusun Oleh :
BRAYEN OKDEVENDER
1432200124

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2026**

FINAL PROJECT

**ANALYSIS OF MARSHALL AND CANTABRO LOSS
VALUES WITH THE ADDITION OF REFRACTORY RED
BRICK FILLER**

Prepared as a Requirement to Achieve the Degree Of Bachelor of
Engineering (S.T)

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya



By :

BRAYEN OKDEVENDER

1432200124

CIVIL ENGINEERING

PROGRAM FACULTY OF ENGINEERING

UNIVERSITY OF 17 AUGUST 1945 SURABAYA

2026

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
TAHUN AKADEMIK GENAP 2025/2026**

Nama : Brayen Okdevender
Nbi : 1432200124
Program studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Judul : ANALISIS NILAI MARSHALL DAN CANTABRO LOSS
DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH
TAHAN API

Surabaya, 24 Juni 2026

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing I


Aditya Rizkiardi S.T., M.T.
NPP. 2043F.15.0657

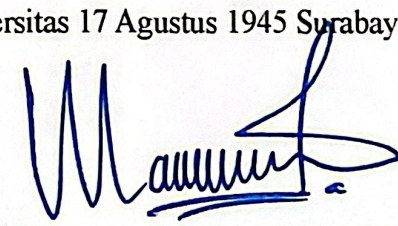
Mengetahui,

Dekan

Ketua

Fakultas Teknik
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Dr. Ir. An R. A. Retno Hastijanti,
M.T., IPU., IAI., APEC Eng
NPP. 20440.91.0218

Program Studi Teknik Sipil
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T.
NPP.2043F.15.0660

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN KESETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanggung jawab dibawah ini:

Nama : Brayen Okdevender
NBI : 1432200124
Alamat : Liang Butan, Kec. Krayan, Kab. Nunukan, Prov. Kalimantan Utara
Telepon/HP : 081225480506

Menyatakan bahwa “**TUGAS AKHIR**” yang saya buat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Strata 1 (S1) Teknik Sipil - Program Sarjana – Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dengan judul:

“ANALISIS NILAI *MARSHALL* DAN *CANTABRO LOSS* DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH TAHAN API”

Adapun hasil karya penelitian ini dengan sepenuhnya adalah hasil buatan saya sendiri dan bukan merupakan duplikasi dari hasil karya orang lain. Apabila di suatu hari nanti terdapat klaim dari pihak lain, maka hal tersebut akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, bukan merupakan tanggung jawab pembimbing maupun pengelola program.

Saya menyatakan bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan hukum atau peraturan yang berlaku di Indonesia.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Surabaya, 24 Juni 2026

Yang menyatakan,



Brayen Okdevender

NBI.1432200124



UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TELP. 031 593 1800 (Ext. 311)
Email : perpus@untag-sby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai Civitas Akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Brayen Okdevender
NBI : 1432200124
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi/Tesis/Disertasi/Laporan Penelitian/Praktek*

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Hak Bebas Royalti (*Non-Exclusive Royalty-free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“ANALISIS NILAI MARSHALL DAN CANTABRO LOSS DENGAN
PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH TAHAN API”**

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-Exclusive Royalty-free Right*), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 24 Juni 2026

Surabaya, 24 Juni 2026

Yang menyatakan,




Brayen Okdevender
NBI.1432200124

KATA PENGANTAR

Peneliti mengucapkan segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Penguasa semesta alam, atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya. Berkat izin dan bantuan-Nya, peneliti berhasil menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini di Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya pada tahun akademik 2025/2026.

Tugas akhir dengan judul **“ANALISIS NILAI MARSHALL DAN CANTABRO LOSS DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH TAHAN API”** adalah sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan pendidikan Strata-1 program studi teknik sipil, fakultas teknik, universitas 17 agustus 1945 surabaya.

Peneliti menyadari bahwa penyusunan proposal tugas akhir ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Selama proses penyusunan proposal ini, peneliti memperoleh banyak masukan, arahan, motivasi, serta bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung yang sangat berarti dalam menyelesaikan setiap tahapan penelitian dan penelitian. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan sehingga proposal tugas akhir ini dapat diselesaikan. Ucapan terima kasih secara khusus peneliti sampaikan kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan seluruh anggota keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, serta semangat yang tak henti-hentinya dalam proses penyelesaian tugas akhir ini, serta menjadi sumber motivasi untuk terus berusaha lebih baik untuk kedepan nya.
2. Bapak Dr. Harjo Seputro, S.T., M.T. selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Ibu Dr. Ir. Ar. R.A. Retno Hastijanti, M.T. IPU., IAI., APEC Eng. dan Ibu Ir. Faradlillah Saves, S.T., M.T. selaku Dekan dan Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Ibu Ir. Michella Beatrix, S.T., M.T. selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
5. Dosen Pembimbing untuk Proposal Tugas Akhir saya Bapak Aditya Rizkiardi, S.T., M.T.
6. Koordinator Tugas Akhir Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya adalah Ibu Dr. Ir. Dika Ayu Safitri, S.T., M.T., Ph. D, didampingi oleh Wakil Koordinator, Bapak Mochamad Firmansyah, S.T., M.T.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini, masih terdapat beberapa kekurangan dan belum mencapai tingkat kesempurnaan yang optimal. Oleh karena itu, saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat konstruktif untuk memperbaiki Tugas Akhir ini, sehingga dapat memberikan kontribusi yang lebih signifikan kepada berbagai pihak terkait.

Surabaya, 24 Juni 2026

Yang Menyatakan,



Brayen Okdevender

1432200124

ANALISIS NILAI *MARSHALL* DAN *CANTABRO LOSS* DENGAN PENAMBAHAN FILLER BATU BATA MERAH TAHAN API

Nama Mahasiswa : Brayen Okdevender
NBI : 1432200124
Program Studi : Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Aditya Rizkiardi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Aspal porus merupakan jenis perkerasan yang memiliki kemampuan drainase tinggi sehingga mampu mengurangi genangan air dan meningkatkan keselamatan pengguna jalan. Namun, penggunaan filler konvensional pada campuran aspal porus masih menghadapi keterbatasan dari aspek keberlanjutan dan pemanfaatan limbah konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif filler yang ramah lingkungan serta mampu memenuhi persyaratan teknis campuran.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan limbah bata merah tahan api sebagai filler pada campuran aspal porus berbasis aspal PG 70 terhadap nilai permeabilitas, karakteristik Marshall, Cantabro Loss, serta penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO). Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen laboratorium dengan pengujian Marshall, Cantabro Loss (CL), Asphalt Flow Down (AFD), dan permeabilitas pada variasi kombinasi filler bata merah dan kapur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa filler bata merah memenuhi persyaratan Bina Marga 2018 dengan persentase lolos saringan No. 200 sebesar 89,51% dan berat jenis rata-rata 2,62 gr/cm³. Berdasarkan hasil pengujian Marshall, Cantabro Loss, dan Asphalt Flow Down diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) sebesar 6,0%. Pada kondisi KAO, nilai permeabilitas rata-rata berturut-turut sebesar 0,20 cm/detik, 0,11 cm/detik, 0,13 cm/detik, dan 0,20 cm/detik untuk masing-masing variasi filler. Nilai Cantabro Loss berkisar antara 12,56%–16,68%, masih berada di bawah batas maksimum AAPA 2004 sebesar 35%. Variasi terbaik diperoleh pada komposisi 0,5% bata merah dan 0,5% kapur dengan stabilitas 800 kg dan Marshall Quotient 487 kg/mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah bata merah berpotensi digunakan sebagai filler alternatif yang ramah lingkungan pada campuran aspal porus.

Kata Kunci : Aspal porus, *filler* bata merah, *Marshall Quotient*, *Cantabro Loss*, kadar aspal optimum.

ANALYSIS OF MARSHALL AND CANTABRO LOSS VALUES WITH THE ADDITION OF REFRACTORY RED BRICK FILLER

Name of Student : Brayen Okdevender
Number of Student : 1432200124
Study Program : Civil Engineering
Supervisor : Aditya Rizkiardi, S.T., M.T.

ABSTRACT

Porous asphalt is a pavement type with high drainage capability that can reduce water ponding, minimize hydroplaning risk, and improve road safety. Despite these advantages, the use of conventional fillers in porous asphalt mixtures still presents challenges related to sustainability and the limited utilization of construction waste materials.

This study aims to analyze the effect of refractory red brick waste as a filler material in PG 70 porous asphalt mixtures on permeability, Marshall characteristics, Cantabro Loss, and the determination of Optimum Asphalt Content (OAC). The research employed an experimental laboratory method involving Marshall testing, Cantabro Loss (CL), Asphalt Flow Down (AFD), and permeability tests on several combinations of red brick waste and lime fillers.

The results indicated that the red brick waste filler satisfied the 2018 Bina Marga specifications, with 89.51% passing the No. 200 sieve and an average specific gravity of 2.62 g/cm³. Based on the Marshall, Cantabro Loss, and Asphalt Flow Down analyses, the Optimum Asphalt Content (OAC) was determined to be 6.0%. At the OAC condition, the average permeability values obtained were 0.20 cm/s for 1% lime filler, 0.11 cm/s for the 0.25% red brick waste–0.75% lime mixture, 0.13 cm/s for the 0.5% red brick waste–0.5% lime mixture, and 0.20 cm/s for the 0.75% red brick waste–0.25% lime mixture. The Cantabro Loss values ranged from 12.56% to 16.68%, remaining below the maximum limit of 35% specified by AAPA 2004. The best performance was achieved by the mixture containing 0.5% red brick waste and 0.5% lime, producing a stability value of 800 kg and a Marshall Quotient of 487 kg/mm. These findings demonstrate that refractory red brick waste has significant potential.

Keyword : Porous asphalt, red brick filler, Marshall Quotient, Cantabro Loss, optimum asphalt content.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR RUMUS.....	xxiii
DAFTAR LAMPIRAN	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Aspal.....	15
2.2.1 Fungsi aspal.....	16
2.2.2 Syarat Spesifikasi aspal keras.....	16
2.3 Aspal Porus.....	18
2.3.1 Fungsi Aspal Porus.....	19
2.3.2 Struktur dan Komposisi Aspal Porus.....	19
2.3.3 Pengaplikasian Aspal Porus Dilapangan	20
2.4 Aspal PG 70.....	21

2.5	Agregat.....	21
2.5.1	Agregat Kasar	22
2.5.2	Agregat Halus	23
2.6	Bahan Pengisi (<i>Filler</i>).....	24
2.7	Limbah Bata Merah.....	25
2.8	Karakteristik <i>Marshall</i>	25
2.9	Parameter	27
2.9.1	<i>Void in Mix</i> (VIM)	27
2.9.2	<i>Void in Mineral Agregate</i> (VMA).....	28
2.9.3	<i>Void Filled With Asphalt</i> (VFWA)	28
2.9.4	Kelelehan (<i>Flow</i>)	29
2.9.5	Kepadatan (<i>Density</i>)	29
2.9.6	Stabilitas (<i>Stability</i>)	30
2.9.7	<i>Marshall Quotient</i> (MQ).....	30
2.9.8	<i>Cantabro Loss</i> (CL)	31
2.9.9	<i>Asphalt Flow Down</i> (AFD).....	31
2.9.10	Permeabilitas	32
2.10	Pengujian Agregat	32
2.10.1	Pengujian Analisa Saringan	32
2.10.2	Berat Jenis Agregat dan Penyerapan Air	33
2.10.3	Kelekatan Agregat	35
2.10.4	Keausan Agregat.....	35
2.11	Pengujian Aspal.....	36
2.11.1	Penetrasi Aspal	36
2.11.2	Berat Jenis Aspal	36
2.11.3	Daktilitas	36
2.11.4	Titik Lembek	37
2.11.5	Titik Bakar dan Titik Nyala	37

BAB III	METODE PENELITIAN	39
3.1	Diagram Alir (<i>Flowchart</i>)	39
3.2	Proses Pengolahan Limbah Batu Bata Merah.....	40
3.3	Studi Literatur	42
3.4	Persiapan Alat	42
3.5	Persiapan Bahan.....	42
3.5.1	Alat Dan Bahan untuk Pengujian Analisa Saringan	42
3.5.2	Alat Dan Bahan Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus	44
3.5.3	Alat Dan Bahan Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	46
3.5.4	Alat Dan Bahan Pengujian Keausan Agregat Kasar.....	48
3.5.5	Alat Dan Bahan Pengujian Kelekatan Agregat Kasar	49
3.5.6	Alat Dan Bahan Penetrasi Aspal.....	51
3.5.7	Alat Dan Bahan Berat Jenis Aspal.....	52
3.5.8	Alat dan Bahan Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	54
3.5.9	Alat dan Bahan Titik Lembek Aspal.....	55
3.6	Pengujian Agregat.....	56
3.6.1	Analisa Saringan Agregat Kasar.....	56
3.6.2	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	57
3.6.3	Keausan Agregat Kasar	58
3.6.4	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal	59
3.6.5	Analisa Saringan Agregat Halus.....	60
3.6.6	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	60
3.7	Pengujian <i>Filler</i> Batu Bata Merah	61
3.7.1	Analisa Saringan.....	61
3.7.2	Berat Jenis	61
3.8	Pengujian Aspal (PG 70).....	62
3.8.1	Penetrasi Aspal	62
3.8.2	Berat Jenis Aspal	62

3.8.3	Titik Nyala Aspal.....	63
3.8.4	Titik Lembek Aspal.....	64
3.8.5	Rancangan Komposisi Campuran Aspal Porus.....	64
3.9	Pembuatan Benda Uji Campuran Aspal Porus.....	66
3.10	Pengujian Benda Uji Campuran Aspal Porus.....	66
3.10.1	Marshall Test	66
3.10.2	Cantabro loss (CL)	67
3.10.3	Asphalt Flow Down (AFD).....	67
BAB IV	ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	69
4.1	Pengujian Agregat Halus.....	69
4.1.1	Analisis Saringan Agregat Halus	69
4.1.2	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	70
4.2	Pengujian Agregat Kasar.....	71
4.2.1	Analisis Saringan Agregat Kasar	72
4.2.2	Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	73
4.2.3	Kausan Agregat Kasar.....	74
4.2.4	Kelekatan Agregat Kasar Terhadap Aspal	75
4.3	Pengujian Filler Kapur	76
4.3.1	Analisis Saringan <i>Filler</i> Kapur	77
4.3.2	Berat Jenis Filler Kapur	78
4.3.3	Pengujian Filler Bata Merah.....	78
4.3.4	Analisis Saringan <i>Filler</i> Bata Merah	79
4.3.5	Berat Jenis Filler Bata Merah	80
4.4	Pengujian Aspal PG 70.....	80
4.4.1	Penetrasi Aspal PG 70.....	81
4.4.2	Berat Jenis Aspal PG 70.....	81
4.4.3	Titik Lembek Aspal PG 70	82
4.4.4	Titik Bakar dan Titik Nyala Aspal PG 70	82

4.4.5	Daktilitas Aspal PG 70	83
4.5	Rekap Pengujian Material.....	83
4.6	Resep Campuran Material	84
4.7	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO)	92
4.7.1	Hasil Uji <i>Cantabro Loss</i> (CL) Untuk Penentuan KAO	92
4.7.2	Hasil Uji Asphalt Flow Down (AFD) Untuk Penentuan KAO.....	94
4.7.3	Hasil Uji <i>Marshall</i> Pada Kondisi KAO	95
4.7.4	Hasil Uji Cantabro Loss (CL) Pada Kondisi KAO.....	98
4.7.5	Hasil Uji Asphalt Flow Down (AFD) Pada Kondisi KAO	100
4.7.6	Hasil Uji Permeabilitas Pada Kondisi KAO.....	101
4.8	Perbandingan Penambahan Filler Batu Bata Merah	103
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	105
5.1	Kesimpulan	105
5.2	Saran	106
	DAFTAR PUSTAKA.....	107
	BIODATA PENULIS.....	111
	LAMPIRAN.....	L1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir (<i>Flowchart</i>).....	39
Gambar 3. 2 Pengambilan Limbah Bata merah	40
Gambar 3. 3 Limbah Bata Merah Dijemur	40
Gambar 3. 4 Limbah Setelah Lolos Saringan No. 200.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Syarat Spesifikasi Aspal Keras	17
Tabel 2. 4 Spesifikasi Aspal Porus	19
Tabel 2. 5 Tabel Persyaratan Gradasi Agregat.....	22
Tabel 2. 6 Ketentuan Agregat Kasar.....	23
Tabel 2. 7 Ketentuan Agregat Halus.....	24
Tabel 2. 8 Syarat Penentuan KAO.....	27
Tabel 3. 1 Hasil Uji X-Ray Fluorescence (XRF) terhadap Abu Abu Bata Merah....	41
Tabel 3. 2 alat dan bahan uji analisa saringan	43
Tabel 3. 4 Alat Dan Bahan Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	45
Tabel 3. 6Alat dan Bahan Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar.....	46
Tabel 3. 8 Alat dan Bahan Pengujian Keausan Agregat	48
Tabel 3. 10Alat dan Bahan Pengujian Kelekatan Agregat	50
Tabel 3. 12 Alat dan Bahan Pengujian Penetrasi Aspal.....	51
Tabel 3. 14Alat dan Bahan Pengujian Berat Jenis Aspal.....	53
Tabel 3. 15 Alat dan Bahan Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar Aspal	54
Tabel 3. 16 Alat dan Bahan Pengujian Titik Lembek Aspal.....	55
Tabel 3. 17 Pengujian Analisa Saringan Agregat	56
Tabel 3. 18 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	57
Tabel 3. 19 Gradasi dan Berat Benda Uji.....	58
Tabel 3. 20 Rancangan Batas Gradasi Agregat	65
Tabel 4. 1 Rekap Hasil Analisis Saringan Agregat Halus Fraksi 0-5 mm.....	69
Tabel 4. 2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Fraksi 0-5 mm.....	71
Tabel 4. 3 Rekap Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar Fraksi 5-10 mm.....	72
Tabel 4. 4 Rekap Hasil Analisis Saringan Agregat Kasar Fraksi 10-15	73
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	74
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar	75
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kelekatan Agregat Kasar.....	76
Tabel 4. 8 Hasil Analisis Saringan Filler Kapur.....	77
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Berat Jenis Filler Kapur	78
Tabel 4. 10 Hasil Uji Analisa Saringan Filler Bata Merah	79
Tabel 4. 11 Hasil Pengujian Berat Jenis Filler Bata Merah.....	80
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal PG 70.....	81
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Berat Jenis Aspal PG 70.....	81
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Titik Lembek Aspal PG 70.....	82

Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Titik Bakar dan Titik Nyala Aspal PG 70	83
Tabel 4. 16 Rekat Pengujian Material.....	84
Tabel 4. 17 Nilai Tengah Variasi Kadar Aspal.....	85
Tabel 4. 18 <i>Job Mix Design</i> Penentuan KAO.....	85
Tabel 4. 19 Resep Briket Aspal Kapur 1%	86
Tabel 4. 20 Resep Briket Variasi Bata Merah.....	87
Tabel 4. 21 <i>Mix Design</i> Variasi Campuran	88
Tabel 4. 22 Gradasi Agregat Substitusi Kapur 1%.....	88
Tabel 4. 23 Gradasi Agregat Filler Bata Merah 0.25% : 0.75% Kapur	89
Tabel 4. 24 Gradasi Agregat Bata Merah 0.5% : 0.5% Kapur	90
Tabel 4. 25 Gradasi Agregat Bata Merah 0.75% : 0.25% Kapur.....	90
Tabel 4. 26 Gradasi Gabungan Aspal Porus	91
Tabel 4. 27 Hasil Uji <i>Cantabro Loss</i> (CL) Untuk Penentuan KAO	93
Tabel 4. 28 Penentuan Kadar Aspal Optimum.....	94
Tabel 4. 29 Hasil Uji <i>Asphalt Flow Down</i> (AFD) Untuk Penentuan KAO	94
Tabel 4. 30 enentuan Kadar Aspal Optimum Maksimum pada AFD	95
Tabel 4. 31 Hasil Uji Marshall Pada Kondisi KAO.....	96
Tabel 4. 32 Hasil Uji <i>Cantabro Loss</i> (CL) Pada Kondisi KAO.....	99
Tabel 4. 33 Hasil Uji <i>Asphalt Flow Down</i> (AFD) Pada Kondisi KAO	100
Tabel 4. 34 Hasil Uji <i>Asphalt Permeabilitas</i> Pada Kondisi KAO	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kunjungan ke PT. Benteng Api Technic	L1
Lampiran 2. Uji Analisa Saringan agregat kasar	L2
Lampiran 3. Uji analisa saringan agregat halus	L2
Lampiran 4. Uji berat jenis dan penyerapan agregat halus	L3
Lampiran 5. Uji keausan agregat kasar dengan mesin abrasi.....	L3
Lampiran 6. Pengujian penetrasi aspal.....	L4
Lampiran 7. Pengujian berat jenis aspal.....	L4
Lampiran 8. Pengujian titik lembek aspal.....	L5
Lampiran 9. Pengujian titik bakar dan titik nyala	L5
Lampiran 10. Pengujian Marshall	L6
Lampiran 11. Dokumentasi Pengujian	L7
Lampiran 12. Media Massa.....	L10
Lampiran 13. Lembar Persetujuan & Persetujuan Dosen Pembimbing	L11
Lampiran 14. Lembar Revisi Sidang Tugas Akhir	L13
Lampiran 15. Surat Keterangan LSP.....	L16
Lampiran 16. Surat Tugas	L17
Lampiran 17. Letter Of Acceptance (LoA)	L20
Lampiran 18. Turnitin	L21
Lampiran 19. Korespondensi Jurnal.....	L22
Lampiran 20. Form Syarat Rekomendasi Cetak Buku.....	L23
Lampiran 21. Surat Rekomendasi Cetak Buku	L25