

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT
SEBAGAI PENGGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN
ADITIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN
ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC)**



TESIS

**JIMMI SETIAWAN
STRUKTUR DAN BAHAN
222710036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2025**

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT
SEBAGAI PENGGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN
ADITIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN
ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC)**



**Tesis ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar**

MAGISTER TEKNIK

**JIMMI SETIAWAN
STRUKTUR DAN BAHAN
222710036**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S2
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BINA DARMA
PALEMBANG
2025**

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

AWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui
am Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR
ana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025

uari 2025

nik Sipil – S2
arma

Pembimbing,

Halaman Pengesahan Penguji Tesis

Judul Tesis: PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN ADDICTIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC).

Oleh JIMMI SETIAWAN, NIM 222710036, Tesis ini telah disetujui dan disahkan oleh Tim Penguji Program Studi Teknik Sipil – S2 konsentrasi STRUKTUR DAN BAHAN, Program Pascasarjana Universitas Bina Darma pada 14 Februari 2025 dan telah dinyatakan LULUS.

Palembang, 14 Februari 2025

Mengetahui,

Program Pascasarjana
Universitas Bina Darma

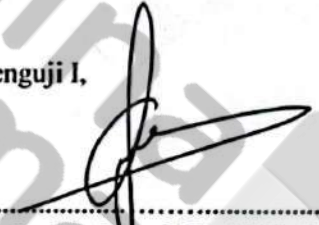
Direktur,



PROGRAM PASCASARJANA

Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc.

Penguji I,


Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng

Penguji II,


Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D.

Penguji III,


Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : JIMMI SETIAWAN

NIM : 222710036

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Karya tulis Saya (Tesis, Skripsi, Tugas Akhir) ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik (Magister, Sarjana, dan Ahli Madya) di Universitas Bina Darma;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan dan penelitian Saya sendiri dengan arahan tim pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dikutip dengan mencantumkan nama pengarang dan memasukkan ke dalam daftar pustaka;
4. Karena yakin dengan keaslian karya tulis ini, Saya menyatakan bersedia Tesis/Skripsi/Tugas Akhir, yang Saya hasilkan di unggah ke internet;
5. Surat Pernyataan ini Saya tulis dengan sungguh-sungguh dan apabila terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Palembang, 14 Februari 2025

Yang Membuat Pernyataan,



JIMMI SETIAWAN

NIM: 222710036

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN ADITIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC)

Nama : Jimmi Setiawan
@mail : jimisetiawann@gmail.com

Abstrak : Per kerasan lentur yang terdapat di Indonesia berupa jalanan Aspal Concrete atau lebih dikenal dengan nama aspal beton (Laston) tinggi rendahnya tingkat pengguna jalan raya menentukan keawetan jalan tersebut peningkatan pengguna jalan raya meningkat pula beban lalu lintas terhadap aspal yang akan mengurangi ketahanan atau daya tahan aspal akan berkurang menyebabkan kerusakan pada permukaan aspal tersebut, penulisan dan penelitian ini memakai limbah dari abu pembakaran cangkang kelapa sawit sebagai bahan pengganti filler abu hasil pembakaran cangkang kelapa sawit akan digunakan sebesar 1%, 1.5%, 2%, dan 2.5% terhadap berat total agregat serta memakai bahan tambahan berupa bahan anti pengelupasan (Anti Striping) kuantitas untuk pemakaian zat adiktif anti striping yang sesuai di dalam spesifikasi 2018 revisi 2 dalam rentan sebanyak 0,20% sampai 0,40% terhadap berat aspal yang digunakan dalam satu kali produksi atau sebanyak 0,20%, sampai 0,40% terhadap berat aspal yang digunakan dalam pembuatan satu benda uji marshall, dalam penelitian ini hanya akan memakai zat adiktif anti striping sebanyak 0,20%, 0,30%, 0,40%, dan 0,50% terhadap berat pemakaian aspal penetrasi 60/70 Salah satu cara pengganti pemakaian filler pada aspal beton atau memanfaatkan limbah cangkang sawit dengan menggunakan abu dari hasil pembakaran limbah tempurung kelapa sawit kandungan abu cangkang kelapa sawit berupa silikon oksida (SiO_2) yang memiliki sifat reaktif yang serupa pada semen dan aktifitas pozzolanik memiliki reaksi menjadi suatu bahan yang keras dan kaku untuk memenuhi ketahanan sebagai pengganti filler.

Kata Kunci : Aspal Beton, Abu Cangkang Sawit, Anti Striping.

ABSTRACT

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN ADITIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC)

Name : Jimmi Setiawan
@mail : jimisetiawann@gmail.com

Abstract : Flexible pavement in Indonesia in the form of Asphalt Concrete roads or better known as asphalt concrete (Laston), the high and low level of highway users determines the durability of the road, the increase in highway users, the increase in traffic load on asphalt which will reduce the durability or durability of asphalt will decrease, causing damage to the asphalt surface, , writing and this research uses waste from palm shell burning ash as a substitute for ash filler resulting from oil palm shell burning will be used by 1%, 1,5%, 2%, and 2,5% of the total weight of the aggregate and using additional materials in the form of anti-peeling materials (Anti Striping) quantity for the use of anti-striping additives that are appropriate in the 2018 revision 2 specification in vulnerable as much as 0,20% to 0,40% of the weight of asphalt used in one production times or as much as 0,20%, up to 0,40% of the weight of asphalt used in the manufacture of one marshal test piece, In this study, only 0,20%, 0,30%, 0,40%, and 0,50% anti-striping additives will be used against the weight of 60/70 penetration asphalt One way to replace the use of filler on concrete asphalt or utilize palm shell waste by using ash from the combustion of palm shell waste contains palm shell ash in the form of silicon oxide (SiO_2) which has similar reactive properties to cement and pozzolanic activity has a reaction to become a Hard and stiff material to meet the durability as a substitute for filler.

Keywords : Concrete Asphalt, Palm Shell Ash, Anti-Striping.

MOTTO

“ Islam memandang menuntut ilmu bukan hanya sebagai pilihan, tetapi sebagai kewajiban bagi setiap Muslim karena dengan belajar manusia bisa meningkatkan kemampuan dirinya. “

Kupersembahkan Tesis Ini Kepada :

- Puji syukur atas kehadiran Allah S.W.T yang telah memberikan kesehatan dan kesempatan dalam belajar menuntut ilmu dan tak lupa mengucapkan alhamdulillah atas kelancaran dalam penyusunan untuk menyelesaikan Tesis ini.
- Terima kasih kepada kedua orang tua, Ayah yang selalu mendukung untuk terus belajar dan menambah ilmu, serta Almarhumah Ibu yang pantang menyerah mendidik saya agar menjadi pribadi yang terpelajar.
- Terima kasih kepada kedua Mertua yang selalu memberi masukan, nasehat dan mendukung agar menjadi pantang menyerah.
- Terima kasih kepada kedua Saudara yang telah membantu dan memberikan wejangan.
- Terima kasih kepada Anak dan Istri yang sudah menemani serta mendorong agar terus menambah pengetahuan dalam menuntut ilmu.
- Terima kasih kepada Dosen Pembimbing sekaligus Kaprodi Bapak Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., M.Sc. Yang sudah dengan sabar mengajarkan, memberikan arahan, masukan, membimbing dan memberikan motivasi sehingga dapat terselesaikannya Tesis ini.
- Terima kasih kepada Dosen Penguji serta seluruh Dosen Pengajar Pascasarjana Program Studi Teknik Sipil Universitas Bina Darma Palembang yang sudah memberikan Ilmu yang sangat bermanfaat.
- Terima kasih kepada Tim Laboratorium Kampus C Universitas Bina Darma Palembang yang sudah bersedia memberikan waktu dan tempat dalam pembuatan benda uji saat pembuatan Tesis.
- Seluruh Almamaterku MTS Angkatan Ke 09.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah S.W.T yang sudah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tesis ini dengan batas waktu yang sudah di tentukan, judul yang telah di ambil dalam pembuatan Tesis ini, dengan judul “ PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGANTI FILLER DAN PENAMBAHAN ADITIVE ANTI STRIPING PADA CAMPURAN ASPAL BETON – LAPIS ANTARA (AC-BC). ”

Keberhasilan dalam penyelesaian penyusunan Tesis ini tidak lepas dari bimbingan, arahan serta masukan dari Dosen Pembimbing. Oleh karena itu Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada :

- Bapak Prof. Dr. Ir. Achmad Syarifudin, M.Sc. Selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Bina Darma.
- Bapak Dr. Ir. Firdaus, S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng., M.Sc. Selaku Dosen Pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Pascasarjana Universitas Bina Darma.
- Ibu Prof. Ir. Nurly Gofar, MSCE., Ph.D. Selaku Dosen Pengajar dan Penguji Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma.
- Bapak Alfrendo Satyanaga, S.T., M.Sc., Ph.D. Selaku Dosen Pengajar dan Penguji Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma.
- Ibu Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T Selaku Dosen Penguji Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Bina Darma.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih atas segala bentuk dukungannya, besar harapan penulis semoga hasil penelitian Tesis ini dapat berguna dan digunakan oleh seluruh pihak akademis.

Palembang, 14 Februari 2025



Jimmi Setiawan

Nim 222710036

DAFTAR ISI

HALAMAN

COVER TESIS	
HALAMAN DEPAN.....	
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING TESIS	
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI TESIS.....	
SURAT PERNYATAAN	
ABSTRAK (INDONESIA)	i
ABSTRCT (INGGRIS).....	ii
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR DIAGRAM	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud Dan Tujuan	4

1.3.1	Maksud	4
1.3.2	Tujuan	5
1.4	Ruang Lingkup.....	5
1.5	Manfaat Penelitian	6
1.6	Hasil Yang Diharapkan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		8
2.1	Penelitian Terdahulu Tentang Pemakaian Abu Cangkang Kelapa Sawit sebagai pengganti filler	8
2.2	Kinerja Lapis Perkerasan Lentur (Plexible Pavement)	10
2.2.1	Lapis Aspal Pondasi (Sub Base)	11
2.2.2	Lapis Aspal Antara (AC Binder Course)	11
2.2.3	Lapis Aspal Atas Atau Permukaan / Lapis Aus (AC-WC)	11
2.3	Lapisan Aspal Beton (Laston)	13
2.4	Sifat – Sifat Lapisan Aspal Beton (Laston)	13
2.5	Aspal	14
2.5.1	Jenis Aspal.....	15
2.5.2	Sifat – Sifat Campuran Aspal	18
2.6	Agregat	20
2.7	Bahan Pengisi (Filler) Dari Abu Cangkang Kelapa Sawit	23
2.8	Gradasi	23
2.9	Karakteristik Campuran Beraspal	25
2.10	Volumetrik Campuran Aspal Beton	27
2.11	Kadar Aspal Rencana	28

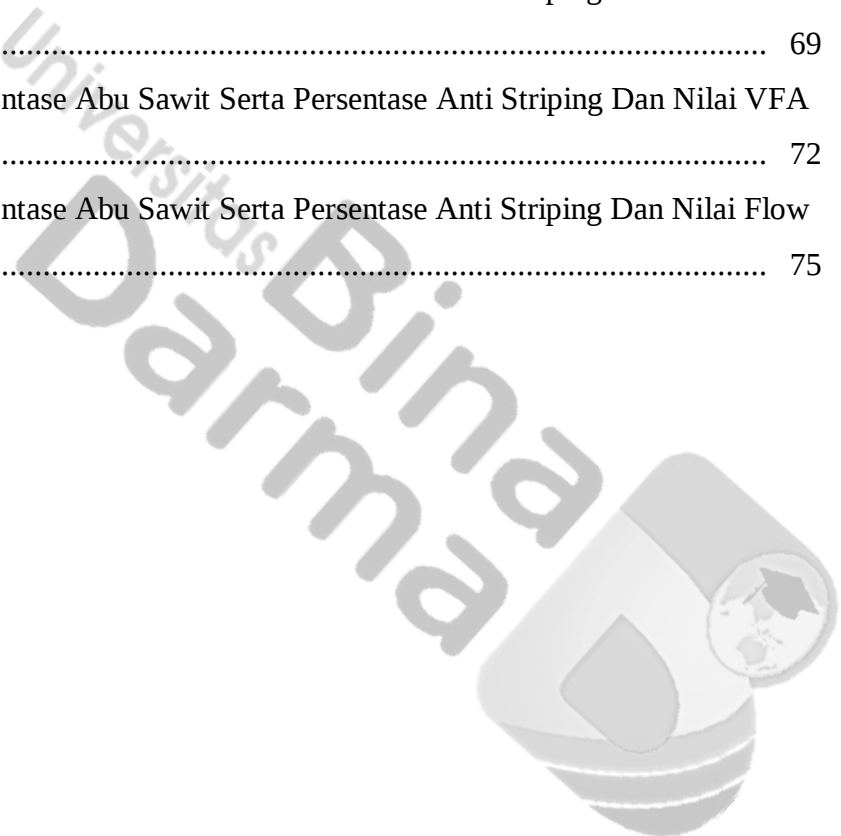
2.11.1 Metode Marshall	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	32
3.1 Metodologi Penelitian	32
3.2 Tahap Persiapan Bahan Dan Alat Penelitian	32
3.2.1 Bahan Penelitian	33
3.3 Peralatan Penelitian	34
3.4 Prosedur Penelitian	39
3.5 Variabel Penelitian	41
3.6 Analisis Hasil Uji Campuran Aspal Beton	42
3.7 Diagram Alir Penelitian	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1 Hasil Pengujian Dan Pembentukan Campuran Material	45
4.1.1 Pengujian Kehalusan Abu Cangkang Kelapa Sawit	45
4.1.2 Pengujian Berat Jenis Abu Cangkang Kelapa Sawit	46
4.1.3 Pengujian Aspal Penetrasi 60/70	46
4.1.4 Kadar Aspal Optimum (KAO)	47
4.1.5 Pengujian Agregat.....	48
4.2 Design Campuran Aspal AC-BC	51
4.3 Hasil Uji Propertis Pada Analisa Campuran Marshall Aspal Beton	55
4.3.1 Kepadatan Pada Campuran Aspal Beton Lapis Antara.....	56
4.4 Stabilitas Marshall	58
4.5 Stabilitas Marshall Sisa.....	61

4.6	VIM (Void In Mix).....	64
4.7	VMA (Void In Mineral Agregat)	68
4.8	VFA (Void Filled With Asphalt)	71
4.9	Flow (Pelelehan)	74
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		78
5.1	Kesimpulan	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80
PUBLIKASI JURNAL NASIONAL / LOA		82
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		103
LAMPIRAN DOKUMENTASI.....		104
HASIL TURNITIN		116
SURAT PENGANTAR IZIN PENELITIAN		118
SURAT KETERANGAN PEMBIMBING		121
LEMBAR PERSETUJUAN JUDUL TESIS.....		122
LEMBAR KONSULTASI PROPOSAL TESIS		124
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN PROPOSAL TESIS		127
LEMBAR PERBAIKAN PROPOSAL TESIS.....		128
LEMBAR KONSULTASI TESIS		129
LEMBAR PERSETUJUAN UJIAN TESIS		132
LEMBAR PERBAIKAN TESIS		133
SURAT KETERANGAN LULUS		134
KUMPULAN SERTIFIKAT		135

DAFTAR TABLE

Tabel Gambar 2.1 Ketentuan Sifat-sifat Campuran Laston (AC)	14
Tabel Gambar 2.2 Spesifikasi Aspal Keras Penetrasi 60/70	17
Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus.....	22
Tabel 2.4 Syarat Agregat Kasar.....	22
Tabel 2.5 Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Aspal Beton	25
Tabel 3.1 Prosedur Pengujian Agregat Dan Aspal	39
Tabel 3.2 Ketentuan Sifat – Sifat Campuran Laston (AC)	40
Tabel 3.3 Variabel Penelitian	41
Tabel 3.4 Perkiraan Temperatur Aspal Spesifikasi 2018 Revisi 2	43
Tabel 4.1 Pengujian Lolos Saringan Abu Cangkang Kelapa Sawit	45
Tabel 4.2 Pengujian Berat Jenis Abu Cangkang Kelapa Sawit	46
Tabel 4.3 Pengujian Aspal Penetrasi 60/70	46
Tabel 4.4 Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	48
Tabel 4.5 Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar	49
Tabel 4.6 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar	50
Tabel 4.7 Pengujian Komposisi Percampuran Marshall Normal	51
Tabel 4.8 Pengujian Komposisi Percampuran Marshall Dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebesar 1%	52
Tabel 4.9 Pengujian Komposisi Percampuran Marshall Dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebesar 1,5%	53
Tabel 4.10 Pengujian Komposisi Percampuran Marshall Dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebesar 2%	54
Tabel 4.11 Pengujian Komposisi Percampuran Marshall Dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit Sebesar 2.5%	55
Tabel 4.12 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai Bulk Density Standard (2x75 Tumbukan)	56
Tabel 4.13 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai Marshall Stability	59

Tabel 4.14 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai Marshall Sisa Stability	62
Tabel 4.15 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai VIM	66
Tabel 4.16 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai VMA	69
Tabel 4.17 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai VFA	72
Tabel 4.18 Persentase Abu Sawit Serta Persentase Anti Striping Dan Nilai Flow	75



DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Pengujian Kadar Aspal Optimum	47
Grafik 4.2 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar Dan Halus.....	50
Grafik 4.3 Hasil Dari Pengujian Bulk Density Marshall	57
Grafik 4.4 Hasil Dari Pengujian Marshall Stability.....	60
Grafik 4.5 Hasil Dari Pengujian Marshall Stability (Marshall sisa).....	63
Grafik 4.6 Hasil Dari Pengujian Void In Mix (VIM)	67
Grafik 4.7 Hasil Dari Pengujian Void In Mineral Agregat (VMA).....	70
Grafik 4.8 Hasil Dari Pengujian Void Filled With Asphalt (VFA)	73
Grafik 4.9 Hasil Dari Pengujian Pelelehan (Flow)	76

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 3.7 Alir Penelitian	44
Diagram Batang 4.1 Hasil Dari Pengujian Bulk Density Marshall	57
Diagram Batang 4.2 Hasil Dari Pengujian Bulk Density Marshall	60
Diagram Batang 4.3 Hasil Dari Pengujian Stabilitas Marshall Sisa.....	63
Diagram Batang 4.4 Hasil Dari Pengujian Void In Mix (VIM).....	67
Diagram Batang 4.5 Hasil Dari Pengujian Void In Mineral Agregat (VMA)	70
Diagram Batang 4.6 Hasil Dari Pengujian Void Filled With Asphalt (VFA)..	73
Diagram Batang 4.7 Hasil Dari Pengujian Pelelehan (Flow)	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Susunan Lapisan Perkerasan Lentur, Bina Marga (2010).....	10
Gambar 3.1 Alat Uji Peneterasi.....	34
Gambar 3.2 Alat Uji Titik Lembek.....	34
Gambar 3.3 Alat Uji Sieve Analysis.....	35
Gambar 3.4 Alat Uji Marshall.....	36
Gambar 3.5 Alat Cetak Benda Uji (Moulding)	36
Gambar 3.6 Alat Penumbuk Marshall (Impack Marshall).....	37
Gambar 3.7 Alat Ejektor Molding.....	38
Gambar 3.8 Alat Bak Perendam (Water Bath).....	38

DAFTAR LAMPIRAN

Publikasi Jurnal Nasional / Loa	82
Daftar Riwayat Hidup	103
Lampiran Dokumentasi.....	104
Hasil Turnitin	116
Surat Pengantar Izin Penelitian	118
Surat Keterangan Pembimbing	121
Lembar Persetujuan Judul Tesis	122
Lembar Konsultasi Proposal Tesis	124
Lembar Persetujuan Ujian Proposal Tesis	127
Lembar Perbaikan Proposal Tesis	128
Lembar Konsultasi Tesis	129
Lembar Persetujuan Ujian Tesis	132
Lembar Perbaikan Tesis	133
Surat Keterangan Lulus	134
Kumpulan Sertifikat	135