

TUGAS AKHIR
PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT
KELAPA SAWIT PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE) ATB
DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut
Teknologi Nasional Malang*

Oleh :
YUSRIL YAHYA
16.21.108



JURUSAN TEKNIK SIPIL – S1

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2020

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT KELAPA SAWIT PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE) ATB DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST

*Disusun Dan Ditujukan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang*

Oleh :

YUSRIL YAHYA

16.21.108



JURUSAN TEKNIK SIPIL - S1

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2020

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT
KELAPA SAWIT PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE)
ATB DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST**

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

YUSRIL YAHYA

16.21.108

Menyetujui

Dosen Pembimbing :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Ester Priskasari, MT
NIP. Y. 1039400265

Ir. Eding Iskak Imananto, MT
NIP. 196605061993031004

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Ir. I Wayan Mundra, MT
NIP. Y. 1018700150

**PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT

KELAPA SAWIT PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE)

ATB DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST

**Skripsi Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Ujian Skripsi
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal 15 Agustus 2020 Dan Diterima
Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Sipil S-1**

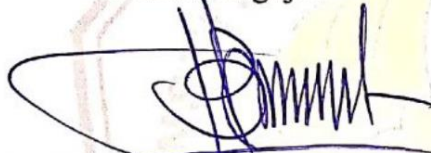
Disusun oleh :

YUSRIL YAHYA

16.21.108

Anggota Penguji :

Dosen Penguji I



Ir. Bambang Wedyantadji, MT

NIP.Y. 1018500093

Dosen Penguji II



Mohammad Erfan, ST., MT

NIP.Y. 1031500508

Disahkan Oleh :

Ketua Jurusan Teknik Sipil S-1



Ir. I. Wayan Mandra, MT

NIP.Y. 1018700150

Sekretaris Jurusan



Mohammad Erfan, ST., MT

NIP.Y. 1031500508

PROGRAM TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

MALANG

2020

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : YUSRIL YAHYA
NIM : 16.21.108
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya dengan judul:

**“PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT KELAPA SAWIT
PADA CAMPURAN (ASPHALT TREATED BASE) ATB DITINJAU
DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST”.**

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tugas Akhir ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis terkuip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tugas Akhir ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur Plagiasi, saya bersedia Tugas Akhir ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 15 Agustus 2020

Yang membuat pernyataan



Yusril Yahya
16.21.108

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan Berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik dan benar. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Dr. Ir. Kustamar, M.T. selaku Rektor ITN Malang.
- 2) Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, M.Sc., Selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- 3) Ir. I Wayan Mundra, M.T. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
- 4) Ir. Ester Priskasari, M.T. selaku dosen pembimbing Skripsi I.
- 5) Ir. Eding Iskak Imananto, M.T. Selaku dosen pembimbing Skripsi II.
- 6) Ir. Bambang Wedyantadji, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir I
- 7) Mohammad Erfan, ST, M.T. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir II
- 8) Kedua Orang Tua yang selalu memberikan support baik moril maupun materil.
- 9) Teman-teman yang telah memberi dukungan, semangat, dan doa untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Skripsi ini, mungkin masih banyak kekurangan ataupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik dan bimbingan yang bersifat membangun, demi kelanjutan kami selanjutnya.

Malang, 15 Agustus 2020

Penyusun

LEMBAR PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala Puji bagi Allah SWT. Untuk yang telah diberikan berupa kesehatan, lalu cinta dan karunianya. Tidak lupa shalawat dan salam telimpahkan kepada baginda Rasulullah SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang yang sangat kukasih dan kusayangi.

Ibunda dan Ayahanda tersayang

Tidak lupa bersyukur pada Allah SWT. Karena telah diturunkan 2 malaikat tak bersayap dalam hidup saya, yaitu kedua orang tua. Sebagai tanda bakti, rasa hormat dan terima kasih aku persembahkan sebuah karya sederhana ini kepada Ayahanda Wendi Padan dan Ibunda Herlina, yang selalu memberi semangat, motivasi, tenaga, waktu, kasih sayang serta do'a disetiap langkah yang kuambil. Karena mereka juga saya akhirnya menyanggah gelar sarjana.

Saudaraku, orang terdekatku dan orang terkasih

Karya sederhana ini juga kupersembahkan kepada orang terdekatku Ibu Umi Katun dan Ibu Titik Sri Handayani, dan saudaraku Mbak Siska Yunita, Mbak Winingsih, Mas Dwi Andika, Adek Hendra Wijaya. Serta orang terkasih Leandro Raga Wahyudi. Terimakasih telah memberiku support, semangat, motivasi, tenaga, waktu, dan selalu menemaniku dalam susah maupun senang sehingga aku dapat menyelesaikan skripsi ini.

Dosen Pembimbingku yang baik

Untuk Ibu Ir. Ester Priskasari, MT dan bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT. Terimakasih banyak telah membimbing skripsi ini menjadi lebih baik, memberikan banyak pengarahan serta pengertian dalam materi hingga skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.

Teman – Teman

- ❖ Untuk Febri Dwi Hansyah terimakasih waktu dan tenaganya yang telah membantu menggoreng aspal sampai selesai.
- ❖ Untuk laboran bapak Mahifud, Mas Mea dan semua teman penelitian terimakasih telah membantu pengujian material serta memberikan masukan pengarahan pengertian dalam materi hingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan.
- ❖ Untuk sahabatku manantu idaman yaitu Ramadhianingtyas Dwi C.E, Bella Sepira, dan Nurul Fatihin. Terimakasih telah memberiku support, semangat, membantuku dan menemaniku selama berada dimalang.

Hanya sebuah karya sederhana dan ucapan Terimakasih yang kupersembahkan untuk kalian semua. Atas segala kekhilafan salah, kekuranganku dengan kerendahan hati ini kuucapkan mohon maaf yang sebesar – besarnya.

وَالشُّكْرُ لِلَّهِ وَالصَّلَاةُ لِلَّهِ وَالزَّكَاةُ لِلَّهِ وَالطَّوَقُّ لِلَّهِ

YUSRIL YAHYA (1621108), Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, Juli 2020, "PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH SERABUT KELAPA SAWIT (FIBER) PADA CAMPURAN (*ASPHALT TREATED BASE*) ATB DITINJAU DARI NILAI PARAMETER MARSHALL TEST", Dosen Pembimbing : Ester Priskasari¹, Eding Iskak Imananto²

Meningkatnya aktifitas industri perkebunan kelapa sawit di desa Muara Wahau Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur yang menghasilkan tumpukan limbah salah satunya limbah serabut kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan pemanfaatan limbah serabut kelapa sawit yang belum dioptimalkan dengan tujuan mengetahui pengaruh penambahan limbah serabut kelapa sawit pada lapisan pondasi atas ATB terhadap nilai karakteristik Marshall Test dan mengetahui kelayakan limbah serabut kelapa sawit sebagai bahan tambah pada campuran ATB.

Penelitian dilakukan dengan mencari nilai KAO dengan varian kadar aspal 4%, 4,5%, 5%, 5,5%, dan 6% dengan masing-masing variasi kadar aspal dibuat sebanyak 5 benda uji, dan diperoleh KAO sebesar 5,43%. Perencanaan hotmix kembali memakai kadar aspal KAO dan penambahan limbah serabut kelapa sawit dengan variasi kadar 1,5%, 3%, 4,5% dan 6% tiap kadar dibuat 3 benda.

Dari hasil penelitian bahan tambah limbah serabut kelapa sawit campuran ATB mempengaruhi nilai karakteristik Marshall secara signifikan. Dari hasil pengujian hipotesis Stabilitas Fhitung = 12,71, Flow Fhitung = 5,47, VIM Fhitung = 3344,49, VMA Fhitung = 3347,46, MQ Fhitung = 65,89, VFA Fhitung = 3582,70 > Ftabel = 3,478. Dan berdasarkan hasil penelitian, dinyatakan limbah serabut kelapa sawit tidak layak digunakan sebagai bahan tambah, dikarenakan hasil VIM dan VFA mengalami penurunan yang tidak memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga 2018.

Kata kunci : limbah Serat Kelapa Sawit, *ATB (Asphalt Treated Base)*, Parameter *Marshall Test*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GRAFIK	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Manfaat Penelitian	4
1.7 Hipotesis Penelitian	4
BAB II TINJUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Konstruksi Perkerasan Jalan	7
2.3 Jenis Perkerasan Jalan.....	7
2.3.1 Perkerasan Lentur (<i>Fleksibel Pavement</i>).....	7
2.3.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigit Povement</i>).....	11
2.3.3 Perkerasan Komposit (<i>Composit Pavement</i>).....	11
2.4 Kriteria Kontruksi Perkerasan Lentur.....	12
2.4.1 Syarat-Syarat Berlalu Lintas.....	12

2.4.2	Syarat-Syarat Kekuatan/Struktural.....	13
2.5	Material Kontruksi Perkerasan	14
2.6	Pengertian Agregat	14
2.6.1	Jenis Agregat.....	14
2.6.2	Sifat Agregat.....	16
2.6.3	Gradasi Agregat.....	17
2.6.4	Daya Tahan Agregat.....	19
2.6.5	Rancangan Campuran Dengan Metode Grafis.....	20
2.7	Aspal	22
2.7.1	Sifat Aspal	23
2.7.2	Pengujian Aspal.....	25
2.8	Perkerasan Aspal Beton (Hotmix).....	28
2.9	Karakteristik Serabut Kelapa Sawit.....	30
2.10	Asphalt Treated Base (ATB)	32
2.11	Metode Karakteristik Marshall	33
2.12	Pemeriksaan Dengan Alat Marshall	35
2.13	Pengelolaan Data	39
2.13.1	Pengertian Hipotesis.....	39
2.13.2	Uji Interval Kepercayaan.....	40
2.13.3	Analisa Regresi.....	40
2.13.4	Uji Korelasi	40
2.13.5	Uji Determinasi	42
2.13.6	Uji T (Uji Parsial).....	43
2.13.7	Uji F (Pengujian Secara Simultan).....	44
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		46
3.1	Operasioal Penelitian	46
3.2	Tahap Studi.....	46
3.3	Tempat Penelitian	46
3.4	Peta Lokasi Pengambilan Material	46

3.5	Rancangan Penelitian.....	48
3.6	Persiapan Penelitian.....	49
3.6.1	Metode Pengujian.....	49
3.7	Bahan-Bahan Material.....	51
3.8	Pencampuran Serabut Kelapa Sawit Pada Aspal Dengan Metode Kering.....	51
3.9	Peralatan Penelitian.....	51
3.10	Cara Pembuatan Benda Uji.....	52
3.10.1	Penentuan Kadar Aspal Rencana.....	52
3.10.2	Pembuatan Benda Uji.....	52
3.10.3	Perendaman Benda Uji.....	54
3.10.4	Ukuran Benda Uji.....	55
3.11	Pengujian <i>Marshall</i>	55
3.11.1	Peralatan Pengujian <i>Marshall</i>	56
3.11.2	Prosedur pengujian.....	56
3.11.3	Pengujian Tes <i>Marshall</i>	58
3.12	Rumus Pengolahan Data Pengujian Campuran Aspal.....	58
3.13	Variabel Penelitian.....	61
3.14	Penyajian Data dan Analisa Data.....	61
3.14.1	Penyajian Data.....	61
3.14.2	Analisa Data.....	61
3.15	Bagan Alir Penelitian.....	63
BAB IV ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN.....		66
4.1	Pemeriksaan Mutu Bahan.....	66
4.2	Hasil Pengujian Aspal Dan Agregat.....	66
4.3	Pengujian Analisa Sarinagan (AASTO T-28-82).....	68
4.4	Perencanaan komposisi Campuran.....	72
4.5	<i>Marshall</i> Test Campuran Normal.....	81
4.5.1	Maksud Dan Tujuan.....	81
4.5.2	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> Test Pada Campuran Normal.....	81

4.6	Perhitungan Interval Kepercayaan Mencari Kadar Aspal Optimum (KAO) Pada Campuran Normal	90
4.7	Analisa Regresi Campuran Normal	101
4.7.1	Analisa Regresi <i>Stabilitas</i>	101
4.7.2	Analisa Regresi Flow (Kelelehan).....	104
4.7.3	Analisa Regresi VIM (Voids In The Mix)	107
4.7.4	Analisa Regresi VMA (Percent of Voids in Mineral Aggregate).....	110
4.7.5	Analisa Regresi MQ (Marshall Quotient)	113
4.7.6	Analisa Regresi VFA (Percent Voids Filled with Asphalt).....	116
4.7.7	Analisa Regresi VFA (Percent Voids Filled with Asphalt).....	118
4.8	Pembahasan Hasil Analisis Interval Kepercayaan dan Regresi Campuran Normal	119
4.8.1	Stabilitas	119
4.8.2	Flow (Kelelehan).....	120
4.8.3	VIM (Voids In The Mix).....	121
4.8.4	VMA (Percent of Voids in Mineral Aggregate).....	122
4.8.5	MQ (Marshall Quotient).....	123
4.8.6	VFA (Percent Voids Filled with Asphalt).....	124
4.9	Marshall Test Campuran Serabut Kelapa Sawit	126
4.9.1	Maksud Dan Tujuan	126
4.9.2	Hasil Pengujian Marshall Test Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit	126
4.9.3	Data Hasil Pengujian Marshall Test Campuran Serabut Kelapa Sawit	127
4.10	Perhitungan Interval Kepercayaan Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit	134
4.11	Analisa Regresi Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	143
4.11.1	Analisa Regresi <i>Stabilitas</i>	143
4.11.2	Analisa Regresi <i>Flow (Kelelehan)</i>	146
4.11.3	Analisa Regresi <i>VIM (Voids In The Mix)</i>	148

4.11.4	Analisa Regresi <i>VMA (Percent of Voids in Mineral Aggregate)</i>	150
4.11.5	Analisa Regresi <i>MQ (Marshall Quotient)</i>	153
4.11.6	Analisa Regresi <i>VFA (Percent Voids Filled with Asphalt)</i>	155
4.12	Pembahasan Hasil Analisis Interval Kepercayaan dan Regresi Campuran Serabut Kelapa Sawit	158
4.12.1	Stabilitas	158
4.12.2	Flow (Kelelehan)	159
4.12.3	VIM (Voids In The Mix)	160
4.12.4	VMA (Percent of Voids in Mineral Aggregate)	161
4.12.5	MQ (Marshall Quotient)	162
4.12.6	VFA (Percent Voids Filled with Asphalt)	163
4.13	Uji Hipotesis Campuran Serabut Kelapa Sawit	165
4.14	Uji Korelasi Campuran Serabut Kelapa Sawit	171
4.15	Pembahasan Hasil <i>Marshall Test</i> Campuran Serabut Kelapa Sawit	173
4.15.1	Stabilitas	173
4.15.2	Flow	173
4.15.3	VIM	174
4.15.4	VMA	175
4.15.5	MQ	175
4.15.6	VFA	176
BAB V KESIMPULAN		177
5.1	Kesimpulan	177
5.2	Saran	177
DAFTAR PUSTAKA		178
LAMPIRAN		179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 . 1 Penyebaran beban roda melalui lapisan perkerasan jalan.....	7
Gambar 2 . 2 Susunan lapis kontruksi perkerasan lentur.	8
Gambar 2 . 3 Diagram Diagonal Komposisi Campuran ATB.....	21
Gambar 2 . 4 Penampang Kelapa Sawit	30
Gambar 2 . 5 Serabut Kelapa Sawit.....	31
Gambar 2 . 6 Alat Marshall test.....	35
Gambar 3 . 1 Peta Provinsi KalimantanTimur	47
Gambar 3 . 2 Peta PT. Swakarsa Sinar Sentosa Blok 7, Kecamatan Muara Wahau, Kalimantan Timur	47
Gambar 3 . 3 Lokasi Pengambilan Limbah Serabut Kelapa Sawit, PT.Swakarsa Sinar Sentosa Blok 7,Kec. Muara Wahau, Kalimantan Timur.....	48
Gambar 3 . 4 Cetakan dan Alat Uji Marshall	55
Gambar 3 . 5 Peletakan Benda Uji	56
Gambar 3 . 6 Contoh perletakan benda uji pada segmen alat marshall.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2 . 1 Tebal Nominal Minimum Campuran Beraspal	8
Tabel 2 . 2 Perbedaan Antara Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku	12
Tabel 2 . 3 Kententuan Agregat Kasar	14
Tabel 2 . 4 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Kasar.....	15
Tabel 2 . 5 Ketentuan Agregat Halus.	16
Tabel 2 . 6 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus.....	16
Tabel 2 . 7 Gradasi Agregat Gabungan untuk Campuran Aspal	19
Tabel 2 . 8 Ketentuan-ketentuan untuk Aspal Keras.....	28
Tabel 2 . 9 Kandungan Kimia Serabut Kelapa Sawit.....	31
Tabel 2 . 10 Persyaratan sifat campuran untuk Asphalt Traected Base (ATB)....	32
Tabel 2 . 11 Kriteria Korelasi	41
Tabel 3 . 1 Pengujian Aspal.....	49
Tabel 3 . 2 Pengujian Agregat.....	50
Tabel 3 . 3 Jumlah Benda Uji	54
Tabel 4 . 1 Hasil Pengujian Aspal Dan Agregat.....	67
Tabel 4 . 2 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10-20.....	68
Tabel 4 . 3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10/10.....	69
Tabel 4 . 4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Sedang 5/10	70
Tabel 4 . 5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 0/5.....	71
Tabel 4 . 6 Komposisi Campuran Persentase Agregat Spesifikasi.....	76
Tabel 4 . 7 Perencanaan komposisi campuran Normal	78
Tabel 4 . 8 Perencanaan komposisi campuran serabut kelapa sawit	79
Tabel 4 . 9 Perhitungan Marshall Test Campuran ATB Normal Direndam dalam Water Bath Selama 30 Menit Pada Suhu 60 °c pada Kadar Aspal 4% dan 5%..	87
Tabel 4 . 10 Perhitungan Marshall Test Campuran ATB Normal Direndam dalam Water Bath Selama 30 Menit Pada Suhu 60 °c pada Kadar Aspal 5% dan 5,5%.....	88

Tabel 4 . 11 Perhitungan Marshall Test Campuran ATB Normal Direndam dalam Water Bath Selama 30 Menit Pada Suhu 60 °c pada Kadar Aspal 6%	89
Tabel 4 . 12 Data Pengujian Stabilitas Campuran Normal Kadar Aspal 4%	90
Tabel 4 . 13 Interval Kepercayaan Stabilitas Pada Campuran Normal	91
Tabel 4 . 14 Rata-Rata Interval Kepercayaan Stabilitas Pada Campuran Normal	92
Tabel 4 . 15 Interval Kepercayaan Flow Pada Campuran Normal.....	93
Tabel 4 . 16 Rata-Rata Interval Kepercayaan Flow Pada Campuran Normal....	93
Tabel 4 . 17 Interval Kepercayaan VIM Pada Campuran Normal	94
Tabel 4 . 18 Rata-Rata Interval Kepercayaan Vim Pada Campuran Normal.....	95
Tabel 4 . 19 Interval Kepercayaan VMA Pada Campuran Normal.....	96
Tabel 4 . 20 Rata-Rata Interval Kepercayaan VMA Pada Campuran Normal...	96
Tabel 4 . 21 Interval Kepercayaan MQ Pada Campuran Normal.....	97
Tabel 4 . 22 Rata-Rata Interval Kepercayaan MQ Pada Campuran Normal.....	98
Tabel 4 . 23 Interval Kepercayaan VFA Pada Campuran Normal	99
Tabel 4 . 24 Rata-Rata Interval Kepercayaan VFA Pada Campuran Normal	99
Tabel 4 . 25 Analisis Regresi Stabilitas Campuran Normal.....	101
Tabel 4 . 26 Analisis Regresi Flow (Kelelehan) Campuran Normal.....	105
Tabel 4 . 27 Analisis Regresi VIM (Voids In The Mix) Campuran Normal....	108
Tabel 4 . 28 Analisis Regresi VIM (Voids of Voids in Mineral Aggregate) Campuran Normal	110
Tabel 4 . 29 Analisis Regresi MQ (Marshall Quotient) Campuran Normal ...	113
Tabel 4 . 30 Analisis Regresi VFA (Percent Voids Filled with Asphalt) Campuran Normal	116
Tabel 4 . 31 Analisis Regresi VFA (Percent Voids Filled with Asphalt) Campuran Normal	119
Tabel 4 . 32 Kadar Aspal dan Nilai Stabilitas	119
Tabel 4 . 33 Kadar Aspal dan Nilai Flow (Kelelehan).....	120
Tabel 4 . 34 Kadar Aspal dan VIM (Voids In The Mix).....	121

Tabel 4 . 35 Kadar Aspal dan VMA (Percent of Voids In Mineral Aggregate)	122
.....	
Tabel 4 . 36 Kadar Aspal dan MQ (Marshall Quotient).....	123
Tabel 4 . 37 Kadar Aspal dan VFA (Percent Voids Filled with Asphalt).....	124
Tabel 4 . 38 Rekapitulasi Hasil Analisis Karakteristik Marshall Campuran Normal Pada Kadar Aspal Optimum 5,43%	125
Tabel 4 . 39 Rekapitulasi Hasil Analisis Karakteristik Marshall Campuran Normal Pada Kadar Aspal Optimum 5,43%	132
Tabel 4 . 40 Perhitungan Marshall Test Campuran ATB Fiber Sawit Direndam dalam Water Bath Selama 30 Menit Pada Suhu 60 °c pada Kadar Aspal 4,5% dan 6%.....	133
Tabel 4 . 41 Data Pengujian Stabilitas Serabut Kelapa Sawit 1,5 %.....	134
Tabel 4 . 42 Interval Kepercayaan Stabilitas Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit.....	135
Tabel 4 . 43 Rata-Rata Interval Kepercayaan Stabilitas Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	136
Tabel 4 . 44 Interval Kepercayaan Flow Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit	136
Tabel 4 . 45 Rata-Rata Interval Kepercayaan Flow Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	137
Tabel 4 . 46 Interval Kepercayaan VIM Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit	138
Tabel 4 . 47 Rata-Rata Interval Kepercayaan VIM Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	138
Tabel 4 . 48 Interval Kepercayaan VMA Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit	139
Tabel 4 . 49 Rata-Rata Interval Kepercayaan VMA Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	140
Tabel 4 . 50 Interval Kepercayaan MQ Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit	140

Tabel 4 . 51 Rata-Rata Interval Kepercayaan MQ Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	141
Tabel 4 . 52 Interval Kepercayaan VFA Pada Campuan Serabut Kelapa Sawit	141
Tabel 4 . 53 Rata-Rata Interval Kepercayaan VFA Pada Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	142
Tabel 4 . 54 Analisis regresi data Stabilitas Campuran Serabut Kelapa Sawit	143
Tabel 4 . 55 Analisis Regresi Flow (Kelelehan) Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	146
Tabel 4 . 56 Analisis Regresi VIM (Voids In The Mix) Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	148
Tabel 4 . 57 Analisis Regresi VMA (Percent of Voids in Mineral Aggregate) Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	151
Tabel 4 . 58 Analisis Regresi MQ (Marshall Quotient) Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	153
Tabel 4 . 59 Analisis Regresi VFA (Percent Voids Filled with Asphalt Campuran Serabut Kelapa Sawit.....	155
Tabel 4 . 60 Kadar Campuran Serabut Kelapa Sawit dan Nilai Stabilitas	158
Tabel 4 . 61 Kadar Campuran Fiber Sawit dan Nilai Flow (Kelelehan)	159
Tabel 4 . 62 Kadar Campuran Fiber Sawit dan VIM (Voids In The Mix).....	160
Tabel 4 . 63 Kadar Aspal dan VMA (Percent of Voids In Mineral Aggregate)	161
Tabel 4 . 64 Kadar Aspal dan MQ (Marshall Quotient).....	162
Tabel 4 . 65 Kadar Aspal dan VFA (Percent Voids Filled with Asphalt).....	163
Tabel 4 . 66 Rekapitulasi Hasil Analisis Karakteristik Campuran ATB pada Serabut Kelapa Sawit 1,5%, 3%, 4,5% dan 6% dengan Kadar Aspal 5,43% ..	164
Tabel 4 . 67 Data Pengujian Hipotesis Stabilitas	165
Tabel 4 . 68 Tabel Analisa Varian Untuk Stabilitas.....	166
Tabel 4 . 69 Distribusi F	167

Tabel 4 . 70 Perhitungan Stabilitas Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	168
Tabel 4 . 71 Perhitungan Flow Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	168
Tabel 4 . 72 Perhitungan VIM Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	169
Tabel 4 . 73 Perhitungan VMA Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	169
Tabel 4 . 74 Perhitungan MQ Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	170
Tabel 4 . 75 Perhitungan VFA Anova Single Factor Dengan MS Excel 2016	170
Tabel 4 . 76 Analisa statistik untuk seluruh pengamatan	171
Tabel 4 . 77 Data Stabilitas Uji Korelasi	171
Tabel 4 . 78 Hasil Pengujian Uji Korelasi Campuran Serabut Kelapa Sawit	172
Tabel 4 . 79 Data Stabilitas Campuran Serabut Kelapa Sawit	173
Tabel 4 . 80 Data Flow Campuran Serabut Kelapa Sawit	173
Tabel 4 . 81 Data VIM Campuran Serabut Kelapa Sawit	174
Tabel 4 . 82 Data VMA Campuran Serabut Kelapa Sawit	175
Tabel 4 . 83 Data MQ Campuran Serabut Kelapa Sawit	175
Tabel 4 . 84 Data VFA Campuran Serabut Kelapa Sawit	176

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4 . 1 Diagram Diagonal Komposisi Campuran Agregat.....	73
Grafik 4 . 2 Grafik Hubungan Stabilitas dan Kadar Aspal.....	92
Grafik 4 . 3 Grafik Hubungan Flow dan Kadar Aspal	94
Grafik 4 . 4 Grafik Hubungan VIM dan Kadar Aspal.....	95
Grafik 4 . 5 Grafik Hubungan VMA dan Kadar Aspal	97
Grafik 4 . 6 Grafik Hubungan MQ dan Kadar Aspal	98
Grafik 4 . 7 Grafik Hubungan VFA dan Kadar Aspal.....	100
Grafik 4 . 8 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum.....	100
Grafik 4 . 9 Nilai Stabilitas Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi.....	104
Grafik 4 . 10 Nilai Flow (Kelelehan) Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi	107
Grafik 4 . 11 Nilai VIM (Voids In The Mix) Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi.....	110
Grafik 4 . 12 Nilai VMA (Voids In Mineral Aggregate) Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi.....	113
Grafik 4 . 13 Nilai MQ (Marshall Quotient) Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi.....	115
Grafik 4 . 14 Nilai VFA (Percent Voids Filled with Asphalt) Pada Kadar Aspal Optimum 5,43 % dengan Menggunakan Analisa Regresi.....	118
Grafik 4 . 15 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan Stabilitas	136
Grafik 4 . 16 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan Flow....	137
Grafik 4 . 17 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan VIM	139
Grafik 4 . 18 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan VMA...	140
Grafik 4 . 19 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan MQ.....	141
Grafik 4 . 20 Hubungan Antara Kadar Serabut Kelapa Sawit dengan VFA	142