

**PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG
TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI
FILLER TERHADAP KINERJA MARSHALL PADA
CAMPURAN ASPAL AC – BC**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh :

**Marianus Ardi Funan
1721138**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2023

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

**“PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG TEMPURUNG
KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FILLER TERHADAP
KINERJA MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL AC - BC”**


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

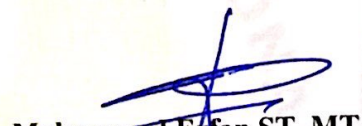
**Disusun Oleh :
MARIANUS ARDI FUNAN
1721138**

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing**


Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Ir. Togi H. Nainggolan, MS
NIP. Y. 1018300052


Mohammad Erfan, ST, MT
NIP. P. 1031500508

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


Dr. Yosimson-P. Manaha, ST, MT
NIP. Y. 1030300383

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

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**“PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG TEMPURUNG
KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FILLER TERHADAP
KINERJA MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL AC - BC”**

*Dipertahankan di Hadapan Majelis Penguji Sidang Tugas Akhir
Jenjang Strata Satu (S-1)*

Pada Hari : Rabu

Tanggal : 7 September 2022

*Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1*

Disusun oleh :

Marianus Ardi Funan

1721138

Anggota Penguji :

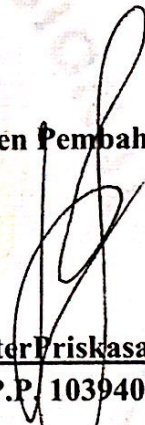
Dosen Pembahas I



Ir. Bambang Wedyantadi, MT

NIP.Y.1018500093

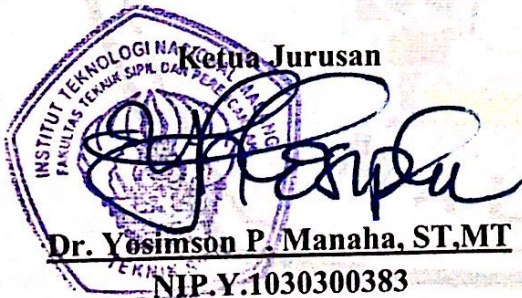
Dosen Pembahas II



Ir. Ester Priskasari, MT

NIP.P. 1039400365

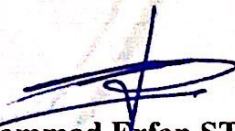
Ketua Jurusan



Dr. Yesimson P. Manaha, ST, MT

NIP.Y.1030300383

Sekretaris Jurusan



Mohammad Erfan, ST, MT

NIP. P. 1031500508

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

2023

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Marianus Ardi Funan

NIM : 1721138

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul:
**“PENGARUH PEMANFAATAN SERBUK ARANG TEMPURUNG
KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI FILLER TERHADAP
KINERJA MARSHALL PADA CAMPURAN ASPAL AC - BC”**

Adalah benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan duplikat serta tidak mengutip atau menyadur seluruhnya karya orang lain, kecuali disebut dari sumber aslinya dan tercantum dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Tugas Akhir ini hasil duplikasi atau mengambil karya tulis dan pemikiran orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, Februari 2023

Yang membuat pernyataan



Marianus Ardi Funan

NIM : 1721138

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, Yang telah memberikan rahmat serta lindungan-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Meskipun banyak kesulitan, rintangan dan cobaan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini tapi saya percaya bahwa semuanya berasal dari pada-Mu serta pertolongan-Mu untuk bisa membuat penyusun menjadi lebih kuat sehingga bisa melewati semuanya. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini tidak terlepas dari doa, dukungan dan bantuan dari orang – orang tercinta. Oleh karena itu dengan rasa syukur dan terimakasih saya ucapkan kepada pihak – pihak berikut ini :

1. Bapak Nikolaus Kono dan Ibu Sabina Safe, serta kaka Alfred, kaka Linda, kaka Ary, kaka Waty, kaka Ida, kaka Tonny, dan Adik Alvin yang telah memberikan cinta dan kasih seutuhnya serta doa yang tidak pernah putus, yang selalu mendukung dan memberi semangat kepada penyusun sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ir. Togi H. Nainggolan, MS, Mohammad Erfan, ST, MT selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan masukan dan arahan. Terima kasih atas bimbingannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tentunya akan menjadi pengalaman dan pelajaran yang sangat berharga.
3. Pak Mahfud, kak Mea, kaka – kaka dan teman teman asisten Laboratorium Bahan Konstruksi yang telah membantu penyusun dalam melaksanakan penelitian sampai penyelesaian Tugas Akhir ini.
4. Teman – teman angkatan 2017 RASEV, FAT, Nona manis pemilik Nim 1721069, yang telah banyak berbagi suka dan duka, serta banyak membantu penyusun dalam penyelesaian tugas – tugas perkuliahan, melaksanakan penelitian, dan penyelesaian Tugas Akhir ini.

“USI NENO NOKANKIT”

ABSTRAK

Marianus Ardi Funan, 2022 “ Pengaruh Pemanfaatan Serbuk Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Filler Terhadap Kinerja Marshall Pada Campuran Aspal AC - BC” Dosen Pembimbing I: Ir. Togi H. Nainggolan,MS. Dosen Pembimbing II: Mohammad Erfan, ST,MT . Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Terknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Tempurung kelapa yang banyak dijumpai disekitaran kita, dan kurang dimanfaatkan selain kebutuhan rumah tangga sebagai bahan bakar nantinya akan menjadi limbah yang akan mencemari lingkungan. Maka dari itu penulis mencoba meneliti arang tempurung kelapa yang dihaluskan hingga menjadi serbuk halus dalam campuran aspal beton.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa penggunaan serbuk arang tempurung kelapa sebagai bahan alternatif penambahan *filler* dapat mempengaruhi kinerja Marshall dan menganalisa nilai kadar *filler* optimum pada campuran aspal beton lapis antara (AC-BC). Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Bahan Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dengan mengacu pada standar Spesifikasi Umum Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 2018.

Hasil pengujian hipotesis $F_{hitung} > F_{tabel}$ menunjukkan bahwa terdapat pengaruh penggunaan filler serbuk arang tempurung kelapa, stabilitas $F_{hitung} = 134,09 > F_{tabel} = 3,89$, *flow* $F_{hitung} = 115,244 > F_{tabel} = 3,89$, VMA $F_{hitung} = 134,788 > F_{tabel} = 3,89$, nilai VIM $F_{hitung} = -2,377 < F_{tabel} = 3,89$, MQ $F_{hitung} = 360,301 > F_{tabel} = 3,89$, VFA $F_{hitung} = 43,792 > F_{tabel} = 3,89$. Dan untuk hasil analisis karakteristik marshall didapatkan nilai kadar filler optimum sebesar 27,50% dengan nilai Stabilitas 878,4 kg, Flow 3,40 mm, VIM 4,10 %, VMA 16,71 %, MQ 259,92 kg/mm, VFA 75,44 %.

Kata Kunci : AC – BC, Kadar Filler Optimum, Serbuk Arang Tempurung Kelapa.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas Rahmat dan Berkat-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dengan tujuan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan gelar strata satu (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. **Dr. Ir. Hery Setyobudiarso, MSc** selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
2. **Dr. Yosimson P Manaha, ST, MT** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil
3. **Ir. Togi H. Nainggolan, MS** selaku pembimbing I Tugas Akhir
4. **Mohammad Erfan, ST, MT** selaku pembimbing II Tugas Akhir
5. Kedua orang tua dan keluarga yang telah memberi dukungan dan doa kepada penyusun.
6. Teman-teman yang telah membantu dengan caranya masing-masing.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan ataupun kesalahan, oleh karena itu penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik, dan bimbingan yang bersifat membangun demi kebaikan selanjutnya.

Malang, September 2022
Penyusun

Marianus Ardi Funan
NIM : 1721138

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PERSETUJUAN	
LEMBAR PENGESAHAN	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR PERSAMAAN.....	xx
DAFTAR NOTASI.....	xxi
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 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
1.7 Hipotesis Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Penelitian Terdahulu.....	6

2.2 Perkerasan Jalan Raya.....	10
2.3 Perkerasan Lentur.....	10
2.4 Lapisan Aspal Beton.....	11
2.5 Laston Lapis Antara (AC-BC).....	13
2.6 Bahan - Bahan Material Penyusun Campuran Perkerasan Jalan.....	14
2.6.1 Agregat.....	14
2.6.1.1 Agregat Kasar.....	14
2.6.1.2 Agregat Halus.....	15
2.6.2 Filler.....	17
2.6.3 Aspal.....	17
2.6.3.1 Jenis Aspal.....	17
2.6.3.2 Sifat Aspal.....	19
2.7 Sifat Arang Tempurung Kelapa.....	21
2.8 Gradasi Agregat.....	21
2.9 Job Mix Desain.....	23
2.10 Metode Marshall.....	26
2.10.1 Pengujian Marshall.....	26
2.10.2 Parameter Pengujian Marshall.....	27
2.11 Hipotesis.....	30
2.11.1 Validasi Data.....	30
2.11.2 Analisa Varian.....	31
2.11.3 Analisa Regresi.....	32

BAB III METODE PENELITIAN.....	34
3.1 Operasional Penelitian.....	34
3.2 Tempat Penelitian.....	34
3.3 Persiapan Penelitian.....	34
3.3.1 Persiapan Bahan-Bahan Material.....	34
3.3.2 Peralatan Penelitian.....	35
3.4 Metode Pengujian.....	36
3.4.1 Pengujian Aspal.....	36
3.4.2 Pengujian Agregat.....	37
3.5 Rancangan Campuran Aspal.....	39
3.6 Pembuatan Benda Uji.....	40
3.7 Variabel penelitian.....	42
3.8 Analisa Data.....	42
3.9 Diagram Alir.....	43
BAB IV HASIL DAN PEBAHASAN.....	46
4.1 Hasil Pengujian Agregat.....	46
4.1.1 Hasil Pengujian Kekuatan Agregat Terhadap Tumbukan (<i>Aggregate Impact Value</i>).....	46
4.1.1.1 Hasil Pengujian.....	47
4.1.2 Hasil Pengujian Indeks Kepipihan (<i>Flakiness Indeks</i>).....	48
4.1.2.1 Hasil Pengujian.....	49
4.1.3 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat.....	49
4.1.3.1 Hasil Pengujian.....	50
4.1.4 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar, Sedang dan Halus.....	52
4.1.5 Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar.....	55

4.1.5.1 Hasil Pengujian.....	56
4.1.6 Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus.....	58
4.1.6.1 Hasil Pengujian.....	59
4.1.7 Hasil Pengujian Keausan Agregat dengan Alat Abrasi Los Angeles.....	61
4.1.7.1 Hasil Pengujian.....	63
4.1.8 Hasil Pengujian Material Lolos Ayakan No.200.....	65
4.1.8.1 Hasil Pengujian.....	67
4.1.9 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung dan Butir-Butir Mudah Pecah dalam Agregat.....	68
4.1.9.1 Hasil Pengujian.....	69
4.1.10 Hasil Pengujian Butir Pecah Pada Agregat Kasar.....	70
4.1.10.1 Hasil pengujian.....	72
4.1.11 Hasil Pengujian Agregat.....	73
4.2 Hasil Pengujian Aspal.....	74
4.2.1 Pengujian Penetrasi Aspal.....	74
4.2.1.1 Hasil Pengujian.....	75
4.2.2 Pengujian Titik Nyala dan Titik Bakar.....	76
4.2.2.1 Hasil Pengujian.....	77
4.2.3 Pengujian Titik Lembek.....	77
4.2.3.1 Hasil Pengujian.....	78
4.2.4 Pengujian Daktilitas Aspal.....	79
4.2.4.1 Hasil Pengujian.....	80
4.2.5 Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras.....	81
4.2.5.1 Hasil Pengujian.....	82
4.2.6 Hasil Pengujian Kehilangan Berat Minyak dan Aspal.....	84
4.2.6.1 Hasil Pengujian.....	85
4.2.7 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70.....	86
4.3 Perencanaan Komposisi Campuran.....	87
4.3.1 Perhitungan Persentase Agregat Dengan Metode Grafis.....	87
4.4 Komposisi Campuran Normal Untuk Variasi Aspal.....	91

4.5	Pengujian Marshall Test Untuk Menentukan Kadar Aspal Optimum (KAO).....	94
4.5.1	Hasil Pengujian.....	94
4.6	Pengujian Interval Kepercayaan.....	102
4.7	Kadar Aspal Optimum (KAO).....	116
4.8	Perhitungan Mencari Kadar Filler Optimum (KFO) Menggunakan Serbuk Arang Tempurung Kelapa.....	123
4.8.1	Komposisi Campuran Untuk Serbuk Arang Tempurung Kelap...123	
4.8.2	Data Hasil Test Marshall.....	127
4.8.3	Pengujian Interval Kepercayaan Kadar Filler Serbuk Arang tempurung Kelapa.....	135
4.9	Menentukan kadar Filler Optimum Berdasarkan KAO.....	143
4.10	Pengujian Hipotesis.....	150
4.11	Analisa Regresi Dan Pembahasan.....	153
4.11.1	Analisa Regresi.....	153
4.11.2	Pembahasan.....	155
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	160
5.1	Kesimpulan.....	160
5.2	Saran.....	161
	DAFTAR PUSTAKA.....	162
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2.2 Nominal Minimum Campuran Beraspal.....	12
Tabel 2.3 Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Laston.....	12
Tabel 2.4 Ketentuan Agregat Kasar.....	14
Tabel 2.5 Persyaratan Pemeriksaan Agregat.....	15
Tabel 2.6 Ketentuan Agregat Halus.....	16
Tabel 2.7 Persyaratan Pemeriksaan Agregat Halus	16
Tabel 2.8 Ketentuan Untuk Aspal Keras Penetrasi 60/70.....	18
Tabel 2.9 Gradasi Agregat Untuk Campuran Aspal.....	23
Tabel 2.10 Rancangan Campuran dari 3 Fraksi Agregat.....	26
Tabel 3.1 Komposisi dan Jumlah Pembuatan Benda Uji.....	41
Tabel 3.2 Rancangan Benda Uji Berdasarkan KAO.....	42
Tabel 3.2 Keterangan Simbol Flowchart.....	45
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Agregat Terhadap Tumbukan (<i>Aggregate Impact Volue</i>).....	46
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Indeks Kepipihan (Flakiness Indeks)	48
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Indeks Kepipihan (Flakiness Indeks)	50
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10/20.....	52
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar 10/10.....	53
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Sedang 5/10.....	54
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus 0/5.....	55

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	56
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.....	58
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Keausan Agregat Dengan Alat Abrasi Los Angeles (100 Putaran).....	62
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Keausan Agregat Dengan Alat Abrasi Los Angeles (500 Putaran).....	63
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Material Lolos Ayakan No.200 Agregat Kasar 10/20....	65
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Material Lolos Ayakan No.200 Agregat Kasar 10/10....	66
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Material Lolos Ayakan No.200 Agregat Kasar 5/10.....	66
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Material Lolos Ayakan No.200 Agregat Halus 0/5.....	67
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Gumpalan Lempung Dan Butir-Butir Mudah Pecah Dalam Agregat 0/5.....	69
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Butir Pecah Pada Agregat Kasar 10/20.....	71
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Butir Pecah Pada Agregat Kasar 10/10.....	71
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Butir Pecah Pada Agregat Kasar 5/10.....	72
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Material Agregat.....	73
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sebelum Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal.....	74
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Penetrasi Aspal Sesudah Kehilangan Berat Minyak Dan Aspal.....	75
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Titik Ntala Dan Titik Bakar Aspal	76
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Titik Lembek Sebelum Kehilangan	78
Tabel 4.25 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Sebelum Kehilangan Berat.....	79
Tabel 4.26 Hasil Pengujian Daktilitas Aspal Sesudah Kehilangan Berat.....	80
Tabel 4.27 Hasil Pengujian Berat Jenis Bitumen Keras.....	81
Tabel 4.28 Hasil Pengujian Penurunan Berat Minyak Dan Aspal.....	85

Tabel 4.29 Hasil Pengujian Aspal Pertamina Penetrasi 60/70.....	86
Tabel 4.30 Kombinasi Campuran Persentase Agregat Spesifikasi AC-BC.....	89
Tabel 4.31 Kombinasi Campuran Persentase Agregat Spesifikasi AC-BC Setelah Penambahan Filler.....	89
Tabel 4.32 Hasil Perhitungan Kadar Aspal Rencana.....	91
Tabel 4.33 Perencanaan Komposisi Campuran AC – BC.....	92
Tabel 4.34 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 4,5%.....	97
Tabel 4.35 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 5,0%.....	98
Tabel 4.36 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 5,5%.....	99
Tabel 4.37 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6,0%.....	100
Tabel 4.38 Hasil Pengujian Test Marshall Mencari Kadar Aspal Optimum Kadar Aspal 6,5%.....	101
Tabel 4.39 Data Pengujian Kadar Aspal 4,5%.....	102
Tabel 4.40 Interval Kepercayaan Stabilitas.....	104
Tabel 4.41 Data Pengujian Stabilitas Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	105
Tabel 4.42 Data Pengujian Stabilitas Setelah Disortir.....	105
Tabel 4.43 Interval Kepercayaan Kelelahan (<i>Flow</i>).....	106
Tabel 4.44 Data Pengujian Kelelahan (<i>Flow</i>) Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	107
Tabel 4.45 Data Pengujian Flow Setelah Disortir.....	107
Tabel 4.46 Interval Kepercayaan Vim (<i>Void In The Mix</i>).....	108
Tabel 4.47 Data Pengujian Vim (<i>Void In The Mix</i>) Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	109

Tabel 4.48 Data Pengujian VIM Setelah Disortir.....	109
Tabel 4.49 Interval Kepercayaan VMA (<i>Percent Of Voids In Mineral Aggregate</i>).....	110
Tabel 4.50 Data Pengujian VMA (<i>Percent Of Voids In Mineral Aggregate</i>) Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	111
Tabel 4.51 Data Pengujian VMA Setelah Disortir.....	111
Tabel Interval 4.52 Interval Kepercayaan MQ (<i>Marshall Quotient</i>).....	112
Tabel 4.53 Data Pengujian MQ (<i>Marshall Quotient</i>) Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	113
Tabel 4.54 Data Pengujian MQ Setelah Disortir.....	113
Tabel 4.55 Interval Kepercayaan VFA (<i>Percent Voids Filled With Asphalt</i>).....	114
Tabel 4.56 Data Pengujian VFA (<i>Percent Voids Filled With Asphalt</i>) Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	115
Tabel 4.57 Data Pengujian VFA Setelah Disortir.....	115
Tabel 4.58 Perencanaan Komposisi Campuran.....	123
Tabel 4.59 Komposisi Campuran Variasi 0%.....	123
Tabel 4.60 Komposisi Campuran Variasi 25%.....	124
Tabel 4.61 Komposisi Campuran Variasi 50%.....	124
Tabel 4.62 Komposisi Campuran Variasi 75%.....	125
Tabel 4.63 Komposisi Campuran Variasi 100%.....	125
Tabel 4.64 Data Hasil <i>Test Marshall</i> 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optium 5,64% Pada Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 0%.....	130
Tabel 4.65 Data Hasil <i>Test Marshall</i> 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optium 5,64% Pada Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 25%.....	131
Tabel 4.66 Data Hasil <i>Test Marshall</i> 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optium 5,64% Pada Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 50%.....	132
Tabel 4.67 Data Hasil <i>Test Marshall</i> 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optium 5,64% Pada Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 75%.....	133

Tabel 4.68 Data Hasil <i>Test Marshall</i> 30 Menit Dengan Kadar Aspal Optium 5,64% Pada Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 100%.....	134
Tabel 4.69 Data Pengujian Stabilitas Pada Variasi Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa 50%.....	135
Tabel 4.70 Interval Kepercayaan Stabilitas <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	137
Tabel 4.71 Data Pengujian Stabilitas <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	147
Tabel 4.72 Interval Kepercayaan Kelelahan (<i>Flow</i>) <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	138
Tabel 4.73 Data Pengujian Kelelahan (<i>Flow</i>) <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	138
Tabel 4.74 Interval Kepercayaan <i>Vim</i> <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	139
Tabel 4.75 Data Pengujian <i>Vim</i> <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	139
Tabel 4.76 Interval Kepercayaan VMA <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	140
Tabel 4.77 Data Pengujian VMA <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	140
Tabel 4.78 Interval Kepercayaan MQ <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	141
Tabel 4.79 Data Pengujian MQ <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	141
Tabel 4.80 Interval Kepercayaan VFA <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa (Rendaman 30 Menit).....	142

Tabel 4.81 Data Pengujian VFA <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Setelah Dilakukan Pengujian Interval Kepercayaan.....	142
Tabel 4.82 Data Stabilitas Dengan Variasi <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Rendaman 30 Menit.....	150
Tabel 4.83 Analisa Varian Untuk Stabilitas (30 Menit).....	152
Tabel 4.84 Persenrtase Distribusi F.....	152
Tabel 4.85 Analisa Varian Satu Arah (Rendaman 30 Menit).....	153
Tabel 4.86 Pengujian Regresi Stabilitas (Rendaman 30 Menit).....	154
Tabel 4.87 Hasil Rekapitulasi Analisa Karakteristik Campuran dengan <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa.....	159

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Grafik Diagonal Komposisi Campuran Agregat.....	87
Grafik 4.2 Hubungan Kadar Aspal Dengan Stabilitas.....	116
Grafik 4.3 Hubungan Kadar Aspal Dengan <i>Flow</i>	117
Grafik 4.4 Hubungan Kadar Aspal Dengan VIM.....	118
Grafik 4.5 Hubungan Kadar Aspal Dengan VMA	119
Grafik 4.6 Hubungan Kadar Aspal Dengan <i>Marshal Quotient</i>	120
Grafik 4.7 Hubungan Kadar Aspal Dengan VFA.....	121
Grafik 4.8 Diagram Batang Kadar Aspal Optimum.....	122
Grafik 4.9 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan Stabilitas Rendaman 30 Menit.....	143
Grafik 4.10 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan <i>Flow</i> Rendaman 30 Menit.....	144
Grafik 4.11 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan VIM Rendaman 30 Menit.....	145
Grafik 4.12 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan VMA Rendaman 30 Menit.....	146
Grafik 4.13 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan MQ Rendaman 30 Menit.....	147
Grafik 4.14 Hubungan Antara Kadar <i>Filler</i> Serbuk Arang Tempurung Kelapa Dengan VFA Rendaman 30 Menit.....	148
Grafik 4.21 Diagram Batang Kadar Filler Optimum.....	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan Perkerasan Lentur	11
Gambar 2.2 Contoh Pencampuran 3 Fraksi Agregat	25
Gambar 2.3 Alat Uji Marshall	27

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1.....	22
Persamaan 2.....	27
Persamaan 3.....	28
Persamaan 4.....	28
Persamaan 5.....	29
Persamaan 6.....	29
Persamaan 7.....	30
Persamaan 8.....	31
Persamaan 9.....	31
Persamaan 10.....	31
Persamaan 11.....	31
Persamaan 12.....	31
Persamaan 13.....	31
Persamaan 14.....	31
Persamaan 15.....	31
Persamaan 16.....	32
Persamaan 17.....	32

DAFTAR NOTASI

- D = Ukuran agregat yang sedang diperhitungkan
- d = Ukuran maksimum partikel dalam gradasi terbuka
- S = angka stabilitas sesungguhnya
- P = pembacaan arloji stabilitas x kalibrasi alat
- Q = angka koreksi benda uji
- VMA = Rongga diantara mineral agregat, persen volume bulk
- Gmb = Berat jenis bulk campuran
- Gsb = Berat jenis afektif agregat
- Ps = Jumlah agregat, % terhadap total berat campuran
- VFA = Pori antar butir agregat yang terisi aspal % dari VMA
- VMA = Pori antara butir agregat didalam beton aspal padat, % dari volume beton bulk aspal padat
- VIM = Pori dalam beton aspal padat, % dari volume beton bulk beton aspal padat
- VIM = Rongga di dalam campuran, persen terhadap volume total campuran
- Gmm = Berat jenis maksimum campuran
- Gmb = Berat jenis bulk campuran
- S = Nilai stabilitas
- R = Nilai flow
- MQ = Nilai Marshall Quotient (kg/mm)
- AIV = *Aggregate Impact Value* (%)
- B_k = berat benda uji kering oven (gr)
- B = berat piknometer berisi air (gr)
- B_a = berat piknometer berisi benda uji dalam air (gr)
- P = gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat
- W = berat benda uji (gram)
- R = berat benda uji kering oven yang tertahan pada masing-masing ukuran
- E = massa butir pecah dengan sekurang-kurangnya jumlah

- Pb = kadar aspal rencana, persen terhadap berat campuran
- CA = proporsi fraksi kasar (tertahan saringan no.8)
- FA = proporsi fraksi halus (lolos saringan no.8 dan tertahan saringan no.200)
- FF = proporsi bahan pengisi (lolos saringan no.200)
- K = konstanta (laston : 0,5 ~ 1 ; lataston : 2 ~ 3)
- \bar{x} = nilai rata-rata
- S = standart deviasi
- P = persentil
- $t_{0,975}$ = nilai pada persentil