

**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL
PANAS ASPHALT CONCRETE–BINDER COURSE (AC-BC)**

SKRIPSI

*“Diajukan untuk memenuhi persyaratan
mencapai derajat Sarjana Strata Satu (S-1)”*



Diajukan Oleh :
Kasriadi
16.11.1001.7311.080

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
2020**

SKRIPSI

**STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL
PANAS ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC)**

Disusun dan Dipersiapkan Oleh :

Kasriadi

16.11.1001.7311.080

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji

Pada Tanggal :.....

Susunan Dosen Pembimbing :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.
NIDN.1119091301



Musrifah Tohir, S.T., M.T.
NIDN. 1111077601

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh Gelar Sarjana

Tanggal :.....

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

Dekan Fakultas Teknik Sipil



Dr. Ir. H. Benny Mochtar Efendi Arifien, M.T.
NIDN.0018075903

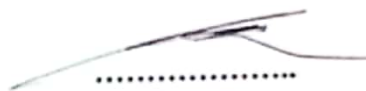

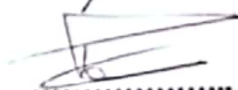

SKRIPSI

STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL PANAS ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE (AC-BC)

Disusun dan Dipersiapkan Oleh :
Kasriadi
16.11.1001.7311.080

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji
Pada Tanggal :.....


Susunan Dewan Penguji :

- | | | |
|------------------------------------|------------|---|
| 1. Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T. | Ketua |  |
| 2. Musrifah Tohir, S.T., M.T. | Sekretaris |  |
| 3. Dr. Suratmi, S.T., M.T. | Anggota |  |
| 4. Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, M.T. | Anggota |  |

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh Gelar Sarjana

Tanggal :.....

Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
Dekan Fakultas Teknik Sipil


Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.
NIDN.1119091301

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Samarinda,



Kasriadi

LEMBAR PERSEMBAHAN

Yang Maha Esa dan Maha Berkuasa.

Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, membekaliku dengan ilmu serta memperkenalkanku dengan cinta. Atas karunia serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselesaikan. Sholawat dan salam selalu terlimpahkan keharibaan Rasulullah Muhammad SAW.

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

(Alm) Ayahanda dan Ibunda Tercinta

Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada (Alm) Ayah dan Ibu yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selebar kertas yang bertuliskan kata cinta dan persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat (Alm) Ayah dan Ibu bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Untuk (Alm) Ayah dan Ibu yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakanku, selalu menasehatiku menjadi lebih baik,

Terima Kasih untuk Kalian

My Wife and My Son

Buat istriku tercinta "NURUL HIKMAH" dan "BOS ZIYAD" terima kasih atas doanya, nasehat, hiburan, dan semangat yang kalian berikan selama aku kuliah. Ayo kita begadang sambil main PS lagi menemani nyusun skripsi....

My Best friend's

Buat sahabat-sahabatku Disko Bersahaja "Kontrakan JL. Srikaya 4, dan Dinasti FC yang Namanya terlalu Panjang untuk dimasukkan dalam penulisan ini" terima kasih atas bantuan, doa, nasehat, hiburan, traktiran, ojekkan, dan semangat yang kalian berikan selama aku

kuliah, aku tak akan melupakan semua yang telah kalian berikan selama ini. Ayo Ngepush Rank Mobile Legends Bang-Bang Mohon Lose Streaknya....

Buat temen-temen Jalur Prestasi "yang nama di rahasiakan sesuai permintaan owner dan kami penulis akan menggunakan nama samaran (AFRHS) " terima kasih atas bantuan kalian, semangat kalian dan keseriusan kalian dalam membantu selama perkuliahan dan pinjaman dana yang telah di berikan, aku tak akan melupakan kalian..

Buat rekan angkatan "Teknik 16" yang turut membantu selama ini, terima kasih atas bantuan kalian, semoga kesolidan di antara teknik 2016 selalu terjaga. Hidup teknik!!!

Dosen Pembimbing Tugas Akhirku...

Bapak Ir. Robby Marzuki, ST., MT dan Ibu Musrifah Tohir, ST., MT selaku dosen pembimbing tugas akhir saya, terima kasih banyak pak Robby dan Ibu Mus...., saya sudah dibantu selama ini, sudah dinasehati, sudah diajari, saya tidak akan lupa atas bantuan dan kesabaran dari bapak Dan Ibu.

Terima kasih banyak pak..., bu....., bapak dan Ibu adalah dosen favorit saya..

Staff Lab Untag

Terima kasih banyak untuk Bu Musrifah, ST., MT , dan Bang Afrista Turin, ST , yang telah memberikan masukan, nasehat dan juga ilmu yang sangat berguna untuk saya selama ini.

Seluruh Dosen Pengajar di Fakultas Teknik :

Terima kasih banyak untuk semua ilmu, didikan dan pengalaman yg sangat berarti yang telah kalian berikan kepada kami...

.*"Never Give Up To get Our Future"*

Kasriadi, ST.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir (Skripsi) yang berjudul **Studi Penggunaan Asbuton Pada Campuran Aspal Panas *Asphalt Concrete–Binder Course* (AC-BC)**.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua **Orang Tua, Istri, Anak** serta **Saudara** yang telah memberikan do'a restunya hingga selesainya penyusunan Skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Benny Mochtar Effendi Arifin, M.T.** Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
3. Bapak **Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.** Selaku Ketua Jurusan Program Studi Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
4. Bapak **Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.** Dan Ibu **Musrifah Tohir, S.T., M.T.** Selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Ibu **Dr. Suratmi, S.T., MT.** Dan Ibu **Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, MT** Selaku Penguji.
6. Bapak **Dr. Ari Sasmoko Adi, S.T., M.T.** Selaku Dosen Penasehat Akademik yang selalu memberi bimbingan selama perkuliahan dari awal sampai akhir.
7. **Bapak dan Ibu Dosen** pengajar khususnya Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda yang telah memberikan ilmu pengetahuannya selama perkuliahan yang menunjang penyusunan Skripsi.
8. Seluruh **Staf** Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda yang selama ini telah banyak membantu dalam administratif untuk pelaksanaan seminar.

9. Rekan-rekan **Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2016** Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
10. Semua sahabat yang selalu membantu saya disaat susah dan senang, terima kasih banyak!!!
11. Pihak-pihak yang telah membantu dalam mengumpulkan data dan informasi yang tidak dapat disebutkan penulis satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu segala kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan Tugas Akhir ini, akhirnya penulis berharap semoga penelitian ini dapat bermanfaat.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

Samarinda, 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR NOTASI	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
INTISARI	xxiv
ABSTRACT	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan.....	3

1.5	Manfaat Penelitian	4
1.6	Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	DASAR TEORI.....	6
2.1	Pengertian Campuran Aspal Panas (<i>Hot Mix</i>)	6
2.2	Bahan Campuran Aspal Panas (<i>Hot Mix</i>)	9
2.2.1	Agregat	10
2.2.2	Aspal.....	19
2.3	Asbuton LGA Sebagai Bahan <i>Additive</i>	26
2.4	Kadar Aspal Rencana	30
2.5	Metode Pengujian Aspal dengan Alat <i>Marshall Test</i>	36
2.6	Karakteristik Metode <i>Marshall</i>	39
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	41
3.1	Lokasi Penelitian	41
3.2	Populasi dan Sampel	41
3.3	Desain Penelitian.....	44
3.4	Teknik Pengumpulan Data.....	46
3.5	Teknik Analisis Data.....	46
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	50
4.1	Analisa Pengujian.....	50

4.1.1	Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air	50
4.1.2	Hasil Analisa Saringan	53
4.1.3	Hasil Gradasi Gabungan Agregat.....	60
4.2	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal pen 60/70 Ex. Pertamina	64
4.3	Hasil Pemeriksaan Asbuton LGA	64
4.4	Rancangan Proporsi Campuran.....	65
4.4.1	Rencana Kadar Aspal Optimum (KAO)	65
4.4.2	Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal dalam Campuran.	65
4.4.3	Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran.....	68
4.5	Data Uji <i>Marshall</i> PKAO AC-BC Asbuton 50/30 Kadar 7%, 8%, dan 9%	69
4.6	Data Hasil Uji <i>Marshall</i> KAO AC – BC Asb LGA.....	79
4.7	Hasil Data Uji <i>Marshall</i> (KAO) AC-BC Asb 50/30.....	84
4.7.1	Kepadatan (<i>Density</i>) AC – BC Asbuton Tipe LGA 50/30... ..	85
4.7.2	<i>Void In Mix (VIM)</i>	87
4.7.3	<i>Void In Mineral Agregat (VMA)</i>	88
4.7.4	<i>Void Filled With Asphalt (VFA)</i>	90
4.7.5	Stabilitas <i>Marshall (MS)</i>	91
4.7.6	<i>Kelelehan (Flow)</i>	92

4.7.7	<i>Marshall Quetiont (MQ)</i>	94
BAB V	PENUTUP	97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	103

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Ketentuan Sifat – sifat Campuran Laston (AC)	10
Tabel 2.2	Ketentuan Agregat Kasar.....	15
Tabel 2.3	Ketentuan Agregat Halus.....	16
Tabel 2.4	Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal.....	18
Tabel 2.5	Ketentuan Sifat-sifat Aspal Pen 60/70.....	23
Tabel 2.6	Ketentuan Asbuton Butir Tipe B 50/30.....	28
Tabel 3.1	Sampel dan Benda Uji	42
Tabel 3.2	Metode Pengujian Agregat Lokal Ex. Kelay	47
Tabel 3.3	Metode Pengujian Aspal Pen 60/70	48
Tabel 3.4	Hasil Karakteristik Asbuton tipe LGA 50/30	48
Tabel 3.5	Rancangan Komposisi Campuran Ac-Bc Asbuton 4.50 %	49
Tabel 4.1	Data Pemeriksaan Sampel Agregat Kasar (MA).....	50
Tabel 4.2	Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (MA).....	50
Tabel 4.3	Data Pemeriksaan Sampel Agregat Kasar (CA).....	51
Tabel 4.4	Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (CA)	51
Tabel 4.5	Data Pemeriksaan Sampel Agregat Halus (FA) / Abu Batu.....	51
Tabel 4.6	Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (FA)	51

Tabel 4.7	Data Pemeriksaan Sampel Agregat Halus <i>Sand</i> (Pasir) Ex. Kelay	52
Tabel 4.8	Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (<i>Sand</i>)	52
Tabel 4.9	Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Medium Aggregate</i> (MA) – Batu 3/4.....	53
Tabel 4.10	Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Coarse Aggregate</i> (CA) – Batu 3/8 .	55
Tabel 4.11	Analisa Saringan Agregat Halus <i>Fine Aggregate</i> (FA) – Abu Batu	56
Tabel 4.12	Analisa Saringan Agregat Halus <i>Sand</i> (Pasir).....	57
Tabel 4.13	Analisa Saringan Agregat Halus Asbuton LGA.....	58
Tabel 4.14	Analisa Saringan Agregat Gabungan	59
Tabel 4.15	Gradasi Gabungan Agregat Asb 7 %	60
Tabel 4.16	Gradasi Gabungan Agregat Asb 8 %	61
Tabel 4.17	Gradasi Gabungan Agregat Asb 9 %	62
Tabel 4.18	Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak 60/70	64
Tabel 4.19	Hasil Pengujian Asbuton LGA 50/30.....	64
Tabel 4.20	Berat Aspal dan Berat Agregat pada Campuran AC-BC Asbuton 7%, 8% dan 9%	67
Tabel 4.21	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat	68
Tabel 4.22	Berat Jenis <i>Bulk</i> dan <i>Apparent</i> Total Agregat	69
Tabel 4.23	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 7% .	70

Tabel 4.24	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 8% .	73
Tabel 4.25	Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 9% .	76
Tabel 4.26	Data Hasil Uji <i>Marshall</i> KAO Asb 7%	81
Tabel 4.27	Data Hasil Uji <i>Marshall</i> KAO Asb 8%	82
Tabel 4.28	Data Hasil Uji <i>Marshall</i> KAO Asb 9%	83
Tabel 4.29	Hasil Uji <i>Marshall</i> terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 7%	84
Tabel 4.30	Hasil Uji <i>Marshall</i> terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%	84
Tabel 4.31	Hasil Uji <i>Marshall</i> terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 9%	85
Tabel 4.32	Kekurangan dan Kelebihan Campuran yang Mengandung Asbuton tipe LGA 50/30 pada Kadar Aspal Optimum (KAO)	96
Tabel L-1.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar 3/8	103
Tabel L-1.2	Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar 3/8	103
Tabel L-1.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar 3/4	104
Tabel L-1.4	Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar 3/4	105
Tabel L-2.1	Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air	106
Tabel L-2.2	Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu	106

Tabel L-2.3	Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Pasir	108
Tabel L-2.4	Hasil Analisa Saringan Agregat Halus LGA 50/30.....	109
Tabel L-3.1	Persentase Campuran AC-BC	110
Tabel L-3.2	Hasil Analisa Saringan Gradasi Gabungan Agregat.....	110
Tabel L-4.1	Perhitungan Komposisi Campuran Aspal	112
Tabel L-5.1	Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat.....	114
Tabel L-5.2	Data Hasil Marshall	115
Tabel L-5.3	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 7%	116
Tabel L-5.4	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 8%	118
Tabel L-5.5	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 9%	120
Tabel L-6.1	Perhitungan Komposisi Campuran Aspal KAO.....	122
Tabel L-6.2	Data Hasil Marshall	123
Tabel L-6.3	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 7%	124
Tabel L-6.4	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 8%	125
Tabel L-6.5	Perhitungan Hasil Pengujian <i>Marshall</i> dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 9%	126

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Lapisan Laston.....	9
Gambar 2.2	Ilustrasi Rentang Ukuran Butir Pada Berbagai Gradasi.....	18
Gambar 2.3	Rongga Dalam Campuran	26
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian.....	41
Gambar 3.2	Material Agregat Ex. Kelay dan Asbuton tipe LGA 50/30 PT. Asbuton Jaya Abadi.....	42
Gambar 3.3	Desain Penelitian	45
Gambar 4.1	Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Medium Aggregate</i> (MA)	54
Gambar 4.2	Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar <i>Coarse Aggregate</i> (CA).....	55
Gambar 4.3	Grafik Analisa Saringan Agregat Halus <i>Fine Aggregate</i> (FA)	56
Gambar 4.4	Grafik Analisa Saringan Agregat Halus <i>Sand</i> (Pasir).....	57
Gambar 4.5	Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Asbuton LGA.....	58
Gambar 4.6	Grafik Gradasi Gabungan Agregat	63
Gambar 4.7	Grafik Hasil Uji <i>Marshall</i> dan Penentu KAO kadar Asb 7%	71
Gambar 4.8	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 7%.....	72
Gambar 4.9	Grafik Hasil Uji <i>Marshall</i> dan Penentu KAO kadar Asb 8%	74
Gambar 4.10	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%.....	75
Gambar 4.11	Grafik Hasil Uji <i>Marshall</i> dan Penentu KAO kadar Asb 9%	77

Gambar 4.12	Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%.....	78
Gambar 4.13	kadar aspal Optimum Untuk Masing-Masing Campuran AC-BC dengan Kadar Asbuton Butir Tipe 50/30: 7%, 8%, dan 9%.....	79
Gambar 4.14	Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Kepadatan Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7%, 8%, dan 9%	86
Gambar 4.15	Kepadatan Campuran AC-BC pada variasi kadar asbuton butir: 7%, 8%, dan 9%	86
Gambar 4.16	Hubungan Antara Kadar aspal - VIM pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30	87
Gambar 4.17	VIM Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%.....	88
Gambar 4.18	Hubungan Antara Kadar aspal - VMA pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30	89
Gambar 4.19	VIM Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%.....	89
Gambar 4.20	Hubungan Antara Kadar aspal - VFA pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%.....	90
Gambar 4.21	Nilai VFA Pada Kadar Aspal Optimum.....	90
Gambar 4.22	Hubungan Antara Kadar aspal – Stabilitas kondisi KAO dengan beberapa Variasi Asbuton Tipe LGA 50/30	91
Gambar 4.23	Hubungan Nilai Stabilitas Pada Kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)	92
Gambar 4.24	Hubungan Antara Kadar aspal - <i>Flow</i> kondisi KAO dengan beberapa Variasi Asbuton Tipe LGA 50/30.....	93

Gambar 4.25	Hubungan Nilai Flow AC-BC Asbuton Pada kondisi KAO).....	93
Gambar 4.26	Hubungan Antara Kadar Aspal – MQ kondisi KAO dengan beberapa Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30	94
Gambar 4.27	Hubungan Nilai MQ AC-BC Asbuton Pada kondisi KAO.....	95
Gambar L-1.1	Grafik analisa Agregat Kasar 3/8	104
Gambar L-1.2	Grafik analisa Agregat Kasar 3/4	105
Gambar L-2.1	Grafik analisa Agregat Halus Abu Batu.....	107
Gambar L-2.2	Grafik analisa Agregat Halus Pasir	108
Gambar L-2.3	Grafik analisa Agregat Halus LGA 50/30.....	109
Gambar L-3.1	Grafik analisa Agregat Halus LGA 50/30.....	111
Gambar L-5.1	Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.3	117
Gambar L-5.2	Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.4	119
Gambar L-5.3	Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.5	121
Gambar L-6.1	Penentuan Kadar Aspal Optimum Dari Hasil Uji Marshall.....	122
Gambar L-7.1	Proses Pengujian Berat Isi dan Penyerapan Air Agregat Kasar	127
Gambar L-7.2	Proses Pengujian Berat Isi dan Penyerapan Air Agregat Halus	127
Gambar L-7.3	Proses Ba'al menggunakan Kerucut Abraham.....	128
Gambar L-7.4	Proses Saringan Agregat Kasar dan Halus	128
Gambar L-7.5	Proses Penimbangan Agregat Kasar Pembuatan Sampel.....	129

Gambar L-7.6	Proses Penimbangan Agregat Halus Pembuatan Sampel.....	129
Gambar L-7.7	Proses Pemanasan Agregat sampai suhu yang ditentukan	130
Gambar L-7.8	Proses Pengecekan Suhu	130
Gambar L-7.9	Proses Penimbangan Aspal Sesuai Persentase	131
Gambar L-7.10	Proses Pemanasan Campuran Sampai suhu yang ditentukan.....	131
Gambar L-7.11	Proses Pengecekan Suhu	132
Gambar L-7.12	Proses Penumbukan Pembuatan Sampel.....	132
Gambar L-7.13	Proses Penamaan Sampel	133
Gambar L-7.14	Proses Penimbangan Sampel.....	133
Gambar L-7.15	Proses Penimbangan Sampel Uji	134
Gambar L-7.16	Proses Perendaman Sampel.....	134
Gambar L-7.17	Proses Pengujian Sampel Uji.....	135
Gambar L-7.18	Proses Pengujian Sampel Uji.....	135

DAFTAR NOTASI

a	=	Kadar aspal terhadap agregat (%)
a	=	Persentase kehilangan kekuatan selama 1 hari (%)
b	=	Kadar aspal terhadap campuran (%)
B	=	Berat <i>picnometer</i> berisi air (gram)
Ba	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gram)
Bj	=	Berat benda uji kering permukaan jenuh (gram)
Bj eff	=	Berat jenis efektif
Bk	=	Berat benda uji kering oven, (gram)
Bt	=	Berat <i>picnometer</i> berisi benda uji dan air, (gram)
c	=	Berat campuran di udara (gram)
cc	=	Centimeter Cubic
cm	=	Centimeter
d	=	Berat campuran keadaan SSD (gram)
e	=	Berat campuran dalam air (gram)
f	=	Volume bulk (cc)
g	=	Berat jenis bulk (gram/cc)
gr	=	Gram
Gb	=	Berat jenis aspal (gram/cc)
Gmm	=	Berat jenis maksimum campuran
Gmb	=	Berat jenis <i>Bulk</i> beton aspal padat (%)
Gsa	=	Berat jenis semu agregat (gram/cc)
Gsb	=	Berat jenis kering agregat gabungan (gram/cc)
Gse	=	Berat jenis efektif (gram/cc)
Gsbt1	=	Berat jenis kering agregat masing masing (gram/cc)
Ga	=	Berat jenis aspal
h	=	Kepadatan teoritis maksimum

j	=	Volume total agregat (%)
k	=	Jumlah kandungan rongga (%)
KAO	=	Kadar aspal optimum (%)
kg	=	Kilogram
lbs	=	Pound
m	=	Kadar rongga terisi aspal (%)
ml	=	Mililiter
mm	=	Milimeter
MQ	=	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)
n	=	Kadar rongga terhadap campuran (%)
o	=	Nilai pembacaan arloji stabilitas
p	=	Nilai stabilitas koreksi (lbs)
P1	=	Persentase berat dari masing masing agregat (%)
Pb	=	Perkiraan kadar aspal optimum
Pba	=	Aspal terserap, berat terhadap agregat (%)
Pbe	=	Kadar aspal efektif, persen total campuran (%)
Pmm	=	Persentase berat total campuran (%)
Ps	=	Kadar agregat, persentase terhadap berat total campuran (%)
q	=	Nilai stabilitas setelah dikoreksi dengan volume
r	=	Nilai kelelehan plastis, flow (mm)
s	=	<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)
VFA	=	<i>Voids Filled with Asphalt</i> (%)
VIM	=	<i>Voids In The Mix</i> (%)
VMA	=	<i>Void in Mineral Aggregate</i> (%)

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN I.....	103
LAMPIRAN II.....	106
LAMPIRAN III	110
LAMPIRAN IV.....	112
LAMPIRAN V	114
LAMPIRAN VI.....	122
LAMPIRAN VII.....	127

STUDI PENGGUNAAN ASBUTON PADA CAMPURAN ASPAL PANAS ASPHALT CONCRETE–BINDER COURSE (AC-BC)

Oleh :
Kasriadi
16.11.1001.7311.080

INTISARI

Berdasarkan Peraturan Menteri PUPR No.18/PRT/M/2018 tentang penggunaan aspal buton untuk pembangunan dan preservasi Jalan. Maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran dari alternatif tersebut. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC).

Penelitian menggunakan jenis Asbuton LGA dengan tipe 50/30 jumlah persentase adalah 7%, 8%, dan 9% dari total berat campuran adapun jumlah benda uji total 60 benda uji yang terdiri dari 30 untuk PKAO, dan 30 untuk KAO.

Dari Penelitian terhadap campuran AC-BC dengan aspal termodifikasi 60/70 asbuton LGA sejumlah 7% diperoleh KAO sebesar 5,7%, Nilai VIM PRD 3,145%, Nilai VIM 3,696%, Nilai VMA 15,223%, Nilai VFA 75,723%, Nilai Stabilitas *Marshall* 1.091 Kg, Nilai Flow 3,3 mm, Nilai *Marshall Quetient* (MQ) 308 Kg/mm dan Nilai Immersion 91,3%. Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* dengan penambahan asbuton LGA sejumlah 8% diperoleh KAO sebesar 5,5%, Nilai VIM PRD 3,380%, Nilai VIM 4,001%, Nilai VMA 15,076%, Nilai VFA 73,462%, Nilai Stabilitas *Marshall* 1.077 Kg, Nilai Flow 3,4 mm, Nilai *Marshall Quetient* (MQ) 322 Kg/mm dan Nilai Immersion 92,5%. Campuran *Asphalt Concrete – Binder Course* dengan penambahan asbuton LGA sejumlah 9% diperoleh KAO sebesar 5,3%, Nilai VIM PRD 3,324%, Nilai VIM 4,578%, Nilai VMA 15,279%, Nilai VFA 70,039%, Nilai Stabilitas *Marshall* 1.047 Kg, Nilai Flow 3,4 mm, Nilai *Marshall Quetient* (MQ) 308 Kg/mm dan Nilai Immersion 93,7%.

Persentase asbuton LGA sejumlah 8% untuk campuran AC-BC menunjukkan peningkatan nilai stabilitas *Marshall* serta perendaman *Marshall*.

Kata Kunci : *Asphalt Concrete – Binder Course* (AC-BC), Asbuton *Lawele Granullar Asphalt* (LGA), *Marshall Test*, Marshall Perendaman, Marshall Quotient (MQ)

STUDY OF THE USE OF ASBUTONE IN HEAT MIXED ASPHALT CONCRETE – BINDER COURSE (AC-BC)

By:
Kasriadi
16.11.1001.7311.080

ABSTRACT

Based on the Regulation of the Minister of PUPR No.18/PRT/ M/ 2018 regarding the use of asbuton asphalt for road construction and preservation . So further research is needed on the mixture of these alternatives. This study destination to determine the characteristics of the Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) mixture .

The study used the Asbuton LGA type with the 50/30 type, the percentage of which was 7%, 8%, and 9% of the total weight of the mixture while the total number of test objects was 60, specimens consisting of 30 for PKAO and 30 for KAO .

From Research to mix AC – BC with a modified bitumen 60/70 asbuton LGA amount of 7% obtained KAO 5,7%,VIM Value PRD 3,145%,VIM Value 3,696%,Value VMA 15,223%,VFA Value 75,723%,Value Marshall Stability 1.091 Kg,Flow Value 3,3 mm,Marshall Quetient Value (MQ) 308 Kg/mm, and Immersion Value 91,3%.Mix of Asphalt Concrete - Binder Course with the addition of LGA asbuton amounting to 8 % obtained KAO of 5.5 %,VIM PRD value 3,380 %,VIM value 4,001%,VMA value 15,076%,VFA value 73,462 %,Marshall stability value 1.077 Kg,Flow value 3,4 mm,Marshall Quetient Value (MQ) 322 Kg/mm and Immersion Value 92,5%. Asphalt Concrete - Binder Course mixture with the addition of asbuton LGA amounting to 9 % obtained KAO of 5,3 %,VIM PRD value 3,324 %,VIM value 4,578 %,VMA value 15,279%,VFA value 70,039 %,Marshall stability value 1.047 Kg,Flow value 3,4 mm, Marshall Quetient Value (MQ) 308 Kg /mm and Immersion Value 93,7 %.

Percentage asbuton LGA amount of 8% un tuk mix AC-BC showed an increase in the value of stability Marshall and immersion Marshall.

Keywords: Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC) , Asbuton Lawele Granullar Asphalt (LGA), Marshall Test , Marshall Immersion, Marshall Quotient (MQ)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jalan merupakan sarana transportasi yang mempunyai dampak langsung terhadap mobilitas penduduk, konektivitas antar wilayah, ekonomi, kesehatan, pendidikan serta pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara, dalam pembinaan persatuan dan kesatuan bangsa, dan mempunyai peranan penting dalam memajukan kesejahteraan umum sebagaimana dimaksud dalam Pembukaan Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945. Dalam hal aksesibilitas jaringan jalan, diharapkan jalan nasional menjadi urat nadi perekonomian dan mempercepat pergerakan jalan dan orang sesuai standar pelayanan minimal jalan yang merupakan amanat Undang-undang No. 38 tahun 2004 dan PP No. 34 tahun 2006 tentang jalan.

Untuk itu didalam meningkatkan infrastruktur jalan, diperlukan kegiatan pembangunan jaringan jalan baru dan kegiatan preservasi jalan untuk mempertahankan fungsionalitas jalan (kemantapan jalan). Pada umumnya perkerasan jalan di Indonesia dapat dipisahkan menjadi 2 jenis, yaitu *rigid pavement* (Beton) dan *flexible pavement* (aspal).

Perkerasan dengan aspal lebih banyak dilaksanakan di Indonesia, sehingga kebutuhan aspal sebagai material perkerasan jalan di Indonesia sangat besar. Kebutuhan Aspal Minyak untuk pemeliharaan, Peningkatan/Pembangunan jalan setiap tahun sekitar 1.2 juta ton/tahun, kebutuhan tersebut semakin meningkat sementara suplai semakin terbatas. Suplai dari Pertamina sekitar 400.000 ton/tahun dan import 800.000 ton/tahun. Harga aspal minyak selalu naik-turun setiap tahun karena bergantung pada harga minyak mentah dan kurs dollar. Dan dengan kebutuhan impor aspal minyak yang cukup besar sangat membebani ekonomi nasional, serta menambah pelebaran defisit transaksi berjalan atau current account deficit (CAD).

Pemerintah Indonesia sedang menggalakkan penggunaan material substitusi dari dalam negeri untuk mengurangi defisit transaksi berjalan guna memperbaiki ekonomi Indonesia. Sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 16 Tahun 2018 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah, Pemerintah daerah dalam pengadaan barang/jasa mengutamakan penggunaan produksi dalam negeri guna memberikan kontribusi dalam peningkatan penggunaan produk dalam negeri.

Salah satu alternatif untuk menggantikan aspal minyak impor, di Indonesia terdapat sumber aspal alam/Aspal Buton selain aspal minyak. Untuk mensukseskan program dari pemerintah, maka dikeluarkan Peraturan menteri PUPR No. 18/PRT/M/2018 tentang Penggunaan Aspal Buton untuk pembangunan dan preservasi Jalan, Pemerintah Daerah dalam pembangunan dan/atau pemeliharaan jalan mengutamakan pemanfaatan hasil produksi aspal dari Buton dengan memperhatikan standar teknis yang diterapkan oleh kementerian/lembaga terkait. Teknologi Asbuton terus dikembangkan baik dari sisi jaminan kualitas dan teknik penghamparan, saat ini produk Aspal buton sebagai produk alternatif pengganti aspal minyak antara lain Asbuton Pra Campur, Asbuton Granular (Asbuton Butir B 5/20, Asbuton Butir B 50/30), Asbuton full ekstraksi, Cold Paving Hotmix Asbuton (CPHMA).

Pada penelitian sebelumnya mengenai asbuton dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan aspal asbuton dapat menaikkan kekuatan perkerasan (Nilai *Marshall test*) dan menaikkan titik lembek campuran. Hal ini dirasa sangat menguntungkan jika diterapkan di Kalimantan Timur. Karena di Provinsi Kalimantan Timur masih kerap dijumpai truk dengan beban gandar berlebih atau disebut Truk ODOL (Over Dimension and Over Loading). Selain itu dengan naiknya titik lembek dinilai sangat sesuai dengan kondisi geografis pulau Kalimantan yang berada di garis khatulistiwa yang mempunyai suhu rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan tempat lain. Sehingga mempunyai kekuatan yang lebih dibandingkan dengan campuran beraspal panas yang menggunakan aspal pen 60/70.

Untuk itu masih diperlukan peran dari universitas untuk meneliti teknologi asbuton yang paling cocok dengan kondisi iklim dan yang paling menguntungkan dari sisi kekuatan perkerasan dan sisi ekonomi.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan diatas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini :

Bagaimana karakteristik campuran *Asphalt Concrete – Binder Course AC-BC* yang menggunakan agregat lokal Ex. Kelay terhadap nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan penambahan kadar Asbuton 7%, 8% dan 9% ?

1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Metode penelitian yang dilakukan yaitu berupa eksperimen murni di laboratorium.
2. Aturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Standar Nasional Indonesia (SNI), Spesifikasi 2018 Revisi 1, Divisi 6 Perkerasan Aspal.
3. Bahan pengikat yang digunakan adalah aspal minyak penetrasi 60/70.
4. Bahan substitusi aspal minyak, digunakan Asbuton butir tipe LGA 50/30.
5. Untuk penentuan kadar aspal optimum, digunakan variasi kadar aspal Asbuton 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5% yang didapatkan berdasarkan perhitungan kadar aspal rencana.

1.4 Maksud dan Tujuan

Sesuai dengan perumusan masalah, maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran *Asphalt Concrete – Binder Course AC-BC* yang menggunakan agregat lokal Ex. Kelay terhadap nilai Kadar Aspal Optimum (KAO) dengan penambahan kadar Asbuton 7%, 8% dan 9% .

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan gambaran tentang campuran AC-BC Asbuton butir yang menggunakan agregat lokal Ex. Kelay terhadap nilai kadar aspal optimum.
2. Mensukseskan salah satu program dari pemerintah tentang Penggunaan Aspal Buton untuk pembangunan dan preservasi Jalan.

Oleh karena itu maka Penelitian ini sangat penting untuk dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk tetap terarah pada tujuan penelitian yang hendak dicapai, maka perlu disusun sebuah sistematika penulisan, dengan urutan yaitu :

BAB I Pendahuluan, berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bab pendahuluan menjelaskan poin permasalahan yang diamati, menjelaskan tujuan pentingnya hasil penelitian bagi pengembangan ilmu perkerasan jalan, ruang lingkup sebagai batasan dalam penulisan, serta sistematika sebagai pengenalan isi per bab dalam skripsi.

BAB II Dasar Teori, menjelaskan uraian tentang teori-teori yang mendukung tema yang dibahas berasal dari buku-buku, jurnal-jurnal maupun dari tulisan-tulisan lain yang ada hubungannya dengan tugas akhir yang dilakukan.

BAB III Metodologi Penelitian, menerangkan penelitian secara umum baik dari segi alur penelitian maupun waktu dan lokasi penelitian, metode

pemeriksaan komponen campuran yaitu agregat, aspal minyak dan Asbuton sebagai bahan pengikat serta metode pengujian parameter Marshall dan penentuan kadar aspal optimum.

BAB IV Analisa dan Pembahasan, menyajikan data penelitian dan membahas analisis dari data tersebut, untuk mencapai hasil dari penelitian.

BAB V Penutup, berisi kesimpulan hasil analisis data penelitian dan saran sebagai hasil pandangan penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan tujuan penelitian.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Pengertian Campuran Aspal Panas (*Hot Mix*)

Campuran aspal panas (*Hot mix*) adalah jenis perkerasan jalan yang terdiri dari campuran agregat, dengan atau tanpa bahan tambahan. Material-material pembentuk beton aspal dicampur di instalasi pencampur pada suhu tertentu, kemudian diangkut ke lokasi, dihamparkan, dan dipadatkan. Suhu pencampuran ditentukan berdasarkan jenis aspal apa yang akan digunakan (Sukirman, 2003). Dalam pencampuran aspal harus dipanaskan untuk memperoleh tingkat kecairan (*viskositas*) yang tinggi agar dapat mendapatkan mutu campuran yang baik dan kemudahan dalam pelaksanaan. Pemilihan jenis aspal yang akan digunakan ditentukan atas dasar iklim, kepadatan lalu lintas dan jenis konstruksi yang akan digunakan.

Salah satu produk campuran beton aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah adalah *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) / Lapis Antara Aspal Beton. AC-BC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-Base, AC-BC, dan AC-WC. Ketiga jenis *Asphalt Concrete* tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan. Dalam perencanaan spesifikasi baru tersebut menggunakan pendekatan kepadatan mutlak. Penggunaan AC-BC yaitu untuk lapis Antara (*Binder Course*) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis *Asphalt Concrete* lainnya. Terdapat tujuh karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh beton aspal adalah stabilitas, keawetan, kelenturan atau fleksibilitas, ketahanan terhadap kelelahan (*fatigue resistance*), kekesatan permukaan atau ketahanan geser, kedap air dan kemudahan pelaksanaan (*workability*). Di bawah ini adalah penjelasan dari ketujuh karakteristik tersebut (Sukirman,2003) :

1. Stabilitas

Stabilitas yaitu kekuatan dari campuran aspal untuk menahan deformasi akibat beban tetap dan berulang tanpa mengalami keruntuhan (*plastic flow*). Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan yang volume lalu lintasnya hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Stabilitas terjadi dari hasil geseran antar butir, penguncian antar partikel dan daya ikat yang baik dari lapisan aspal. Dengan demikian stabilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan mengusahakan pengunaan antaralain: agregat bergradasi baik, rapat, dan mempunyai rongga antar butiran agregat (*VMA*) yang kecil. Namun *VMA* yang kecil maka pemakaian aspal yang banyak akan menyebabkan terjadinya *bleeding* karena aspal tidak dapat menyelimuti agregat dengan baik.

2. Durabilitas

Durabilitas yaitu ketahanan campuran aspal terhadap pengaruh cuaca, air, perubahan suhu, maupun keausan akibat gesekan roda kendaraan. Durabilitas beton aspal dipengaruhi oleh tebalnya film atau selimut aspal, banyaknya pori dalam campuran, kepadatan dan kedap airnya campuran. Besarnya pori yang tersisa dalam campuran setelah pemadatan, mengakibatkan durabilitas beton aspal menurun. Semakin besar pori yang tersisa semakin tidak kedap air dan semakin banyak udara didaalam beton aspal, yang menyebabkan semakin mudahnya selimut aspal beroksidasi dengan udara dan menjaadi getas, dan durabilitasnya menurun. Untuk mencapai ketahanan yang tinggi diperlukan rongga dalam campuran (*VIM*) yang kecil, sebab dengan demikian udara tidak (atau sedikit) masuk kedalam campuran yang dapat menyebabkan menjadi rapuh. Selain itu diperlukan juga *VMA* yang besar, sehingga aspal dapat menyelimuti agregat lebih baik.

3. Fleksibilitas (Kelenturan)

Fleksibilitas (Kelenturan) yaitu kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa mengalami retak (*fatigue cracking*) ataupun penurunan akibat berat sendiri tanah timbunan yang dibuat di atas tanah asli. Untuk mencapai kelenturan yang tinggi diperlukan *VMA* yang besar, *VIM*

yang kecil, dan pemakaian aspal dengan penetrasi tinggi ataupun dengan mempergunakan agregat bergradasi terbuka.

4. Kekesatan (*Skid Resistance*)

Kekesatan (*Skid Resistance*) yaitu kemampuan perkerasan aspal memberikan permukaan yang cukup kesat sehingga kendaraan yang melaluinya tidak mengalami slip, baik diwaktu jalan basah maupun kering. Faktor-faktor untuk mendapatkan kekesatan jalan sama dengan untuk mendapatkan stabilitas yang tinggi, yaitu kekasaran permukaan dari butir-butir agregat, luas bidang kontak antar butir atau bentuk butir, gradasi agregat, kepadatan campuran, dan tebal film aspal. Ukuran maksimum butir agregat ikut menentukan kekesatan permukaan. Untuk mencapai kekesatan yang tinggi perlu pemakaian kadar aspal yang tepat sehingga tidak terjadibleeding, dan penggunaan agregat kasar yang cukup.

5. Kedap Air (*Impremeabilitas*)

Kedap Air (*Impremeabilitas*) yaitu kemampuan beton aspal untuk tidak dimasuki air ataupun udara kedalam lapisan beton aspal. Air dan udara dapat mengakibatkan percepatan proses penuaan aspal, dan pengelupasan film/ selimut aspal dari permukaan agregat. Jumlah pori yang tersisa setelah beton aspal dipadatkan dapat menjadi indikator kedap air campuran. Tingkat impremeabilitas beton aspal berbanding terbalik dengan tingkat durabilitasnya.

6. Ketahanan Leleh (*Fatigue Resistance*)

Ketahanan Leleh (*Fatigue Resistance*) yaitu kemampuan aspal beton untuk mengalami beban berulang tanpa terjadi kelelahan berupa retak atau kerusakan alur (*rutting*).

7. Workabilitas

Workabilitas yaitu kemudahan campuran aspal untuk diolah. Faktor yang mempengaruhi workabilitas antara lain gradasi agregat, dimana agregat yang bergradasi baik lebih mudah dikerjakan, dan kandungan *filler*, dimana *filler* yang banyak akan mempersulit pelaksanaan.

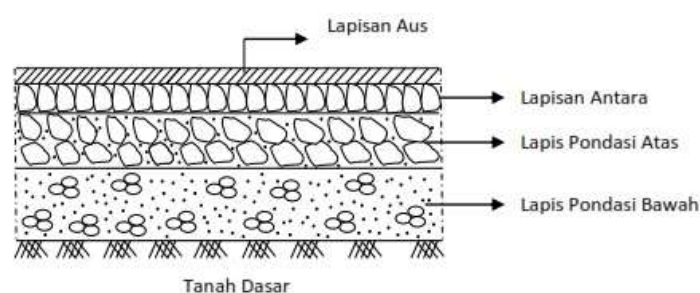
Ketujuh sifat campuran beton aspal ini tidak mungkin dapat dipenuhi keseluruhannya oleh satu jenis campuran. Sifat-sifat dari ketujuh beton aspal ini mana yang ingin lebih dominan lebih diinginkan, dan akan menentukan jenis beton aspal yang dipilih. Hal ini harus diperhatikan ketika merancang tebal perkerasan jalan, karena harus menyesuaikan dengan jenis jalan yang akan direncanakan.

2.2 Bahan Campuran Aspal Panas (*Hot Mix*)

Campuran Aspal Panas adalah kombinasi material bitumen dengan agregat yang merupakan permukaan perkerasan yang biasa dipergunakan akhir-akhir ini. Karakteristik campuran diperoleh melalui analisis hasil rancangan dan pengujian yang dilakukan selama pencampuran material dan pematatan.

Salah satu produk campuran aspal yang kini banyak digunakan oleh Departemen Pekerjaan umum adalah AC-BC (Asphalt Concrete - Binder Course) / Lapis Antara Aspal Beton. AC-BC adalah salah satu dari tiga macam campuran lapis aspal beton yaitu AC-WC, AC-BC dan AC-Base. Ketiga jenis Laston tersebut merupakan konsep spesifikasi campuran beraspal yang telah disempurnakan oleh Bina Marga bersama-sama dengan Pusat Litbang Jalan.

Fungsi dari lapis antara adalah mengurangi tegangan pada lapis perkerasan dan menahan beban maksimum lalu lintas.



Gambar 2.1 Lapisan Laston

Penggunaan AC-BC yaitu untuk lapis antara (kedua dari atas) dalam perkerasan dan mempunyai tekstur yang lebih kasar dibandingkan dengan jenis laston AC-WC.

Pada umumnya campuran yang akan digunakan harus memenuhi ketentuan-ketentuan yang seperti tertuang pada Tabel 2.1 di bawah ini :

Tabel 2.1 Ketentuan Sifat – sifat Campuran Laston (AC)

Sifat – sifat Campuran		Laston		
		Lapis Aus	Lapis Antara	Fondasi
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	65	65
Stabilisi Marshall (kg)	Min.	800		1800 ⁽³⁾
Pelelehan (mm)	Min.	2		3
	Maks.	4		6 ⁽³⁾
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C ⁽⁵⁾	Min.	90		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) ⁽⁶⁾	Min.	2		
Jumlah tumbukan perbidang		75		112 ⁽³⁾
Rasio partikel lolos ayakan 0,075 mm dengan kadar aspal efektif	Min.	0,6		
	Maks.	1,2		
Rongga dalam campuran (%) ⁽⁴⁾	Min.	3,0		
	Maks.	5,0		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

2.2.1 Agregat

Agregat adalah bahan penyusun utama dalam perkerasan jalan. Mutu dari agregat akan sangat menentukan mutu dari perkerasan yang akan dihasilkan. Pengawasan terhadap mutu agregat dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium.

Kandungannya berkisar antara 90%-95% dari berat total atau 75%- 85% agregat berdasarkan presentase volume. Dengan demikian daya dukung keawetan dan mutu perkerasan jalan ditentukan juga dari sifat agregat dan hasil campuran agregat dengan material lain.

Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai bahan konstruksi perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu :

- 1) Kekuatan dan keawetan (*strength and durability*) dimana lapis konstruksi perkerasan dipengaruhi oleh gradasi agregat pada campuran, ukuran maksimum, kadar lempung, kekerasan dan ketahanan (*toughness and durability*) bentuk butir serta tekstur permukaan agregat yang digunakan sebagai penyusun campuran perkerasan.
- 2) Kemampuan agregat untuk dilapisi aspal dengan baik, yang dipengaruhi oleh porositas, kemungkinan basah dan jenis agregat yang digunakan pada campuran perkerasan.
- 3) Kemudahan dalam pelaksanaan dan menghasilkan lapisan yang nyaman dan aman, yang dipengaruhi oleh tahanan geser (*skid resistance*) serta campuran yang memberikan kemudahan dalam pelaksanaan (*bituminous mix workability*).

Dari pengelompokan diatas maka sifat agregat merupakan salah satu penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Dan yang menentukan kualitas agregat sebagai material perkerasan jalan adalah: gradasi, kebersihan, kekerasan, ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan, daya kelekatan terhadap aspal. Butiran agregat dapat menyerap air dan menahan lapisan air tipis dipermukaannya. Berdasarkan kemampuan tersebut, agregat dapat dibagi kedalam 4 kondisi kelembaban, yaitu :

- 1) *Oven-dry* (OD), partikel tidak lagi memiliki kelembaban karena proses pemanasan oven pada suhu $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ sampai berat tetap. Seluruh pori tidak berisi.
- 2) *Air-dry* (AD), seluruh partikel air telah dihilangkan dari permukaan agregat, akan tetapi bagian dalam butiran terisi air sebagian.
- 3) *Saturated-surface-dry* (SSD). Seluruh pori partikel telah terisi air, dengan permukaan yang kering.
- 4) Basah, seluruh pori agregat dan permukaannya dilapisi oleh air.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa kapasitas penyerapan agregat adalah jumlah maksimum air yang dapat diserap partikel agregat dimana penyerapan adalah perbandingan perubahan berat agregat karena penyerapan air oleh pori-pori dengan berat agregat pada kondisi kering, yang didapat dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan agregat kasar} = \frac{BJ-BK}{BK} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\text{Penyerapan agregat halus} = \frac{BJ-BK}{BK} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Bj : Berat *sample* kering permukaan jenuh (gram)

Bk : Berat *sample* kering oven (gram)

Berdasarkan kondisi kelembaban agregat, pemeriksaan fisik terhadap agregat yaitu pemeriksaan berat jenis yang dibagi kedalam 3 kondisi kelembaban agregat yaitu BJ curah/ Bulk, Bj SSD, dan BJ Semu. Pemeriksaan berat jenis agregat berdasarkan perbandingan berat karena lebih teliti, yang nantinya hasil dari pengukuran berat jenis tersebut digunakan sebagai perencanaan campuran agregat dengan aspal. Adapun macam-macam dari berat jenis agregat sebagai berikut:

1) Berat Jenis Curah (*Bulk Specific Gravity*)

Adalah berat jenis yang diperhitungkan terhadap seluruh volume pori yang ada, berat jenis curah dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Bulk Agregat Kasar} = \frac{Bk}{(Bj-Ba)} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$\text{Berat Jenis Bulk Agregat Halus} = \frac{Bk}{(Bj+B-Bt)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

Bj : Berat *sample* kering permukaan jenuh (gram)

Bk : Berat *sample* kering oven (gram)

Ba : Berat uji kering-permukaanjenuh didalam air (gram)

Bt : Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

B : Berat piknometer dan air (gram)

2) Berat jenis Kering permukaan jenuh *Saturated-surface-dry* (SSD)

Adalah berat jenis yang memperhitungkan volume pori yang hanya diresapi oleh aspal ditambah dengan volume partikel, yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis SSD Agregat Kasar} = \frac{B_j}{(B_j - B_a)} \dots\dots\dots(2.5)$$

$$\text{Berat Jenis SSD Agregat Halus} = \frac{B_j}{(B_j + B - B_t)} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan :

B_j : Berat *sample* kering permukaan jenuh (gram)

B_a : Berat uji kering-permukaan jenuh didalam air (gram)

B_t : Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

B : Berat piknometer dan air (gram)

3) Berat jenis semu

Adalah berat jenis yang memperhitungkan volume partikel saja tanpa memperhitungkan volume pori yang dapat dilewati air. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan berat jenis semu sebagai berikut :

$$\text{Berat Jenis Semu Agregat Kasar} = \frac{B_k}{(B_k - B_a)} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$\text{Berat Jenis Semu Agregat Halus} = \frac{B_k}{(B_k + B - B_t)} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan :

B_k : Berat *sample* kering oven (gram)

B_a : Berat uji kering-permukaan jenuh didalam air (gram)

B_t : Berat piknometer berisi benda uji dan air (gram)

B : Berat piknometer dan air (gram)

Pemakaian agregat sebagai bahan perkerasan jalan perlu diperhatikan mengenai gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, absorpsi, berat jenis dan daya lekat aspal. Menurut (Sukirman, 2007), agregat dibedakan menjadi 3 yaitu :

- a. Agregat kasar dengan ukuran lebih besar dari saringan No.8 (2,36 mm)
- b. Agregat halus dengan ukuran butir lebih halus dari saringan No. 8 (2,36 mm)
- c. Bahan Pengisi (*filler*) bagian dari agregat halus yang lolos saringan No.30 (0,60 mm)

Secara umum agregat yang dipilih menjadi material konstruksi campuran perkerasan beraspal dibagi menjadi 2 fraksi, yakni :

1. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.4 (4,75 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya dan memenuhi ketentuan.

Fungsi agregat kasar adalah :

- a. Memberikan stabilitas campuran dengan kondisi saling mengunci (*interlocking*) masing-masing agregat kasar, serta memiliki tahanan gesek terhadap suatu fraksi perpindahan.
- b. Nilai stabilitas campuran beraspal ditentukan oleh bentuk dan tekstur permukaan agregat yang digunakan.

Agregat kasar harus mempunyai ketahanan terhadap abrasi bila digunakan sebagai campuran *binder course*, untuk itu nilai *Los Angeles Abrasion Test* harus dipenuhi serta memenuhi persyaratan sebagai berikut (SNI, 2008) :

- a. Agregat kasar harus terdiri dari batu pecah, atau kerikil pecah yang bersih, kering, kuat, awet dan bebas dari bahan lain yang tidak diperlukan.
- b. Keausan pada 500 x putaran mesin *Los Angeles*, maksimum 30%
- c. Kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95%
- d. Butiran pecah pada agregat kasar 100/90
- e. Partikel pipih dan lonjong maksimum 5%
- f. Material lolos ayakan No. 200 maksimum 1%

Dalam spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan Divisi 6 Perkerasan Aspal Revisi 1, agregat kasar yang digunakan pada campuran beraspal harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan seperti yang diterangkan dalam tabel 2.3 berikut ini.

Tabel 2.2 Ketentuan Agregat Kasar

Pengujian		Metoda Pengujian	Nilai
Kekekalan bentuk agregat terhadap larutan	natrium sulfat	SNI 3407:2008	Maks. 12 %
	magnesium sulfat		Maks. 18 %
Abrasi dengan mesin Los Angeles ⁽¹⁾	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran	Maks. 6 %
		500 putaran	Maks. 30 %
	Semua jenis campuran beraspal bergradasi lainnya	100 putaran	Maks. 8 %
		500 putaran	Maks. 40 %
Kelekatan agregat terhadap aspal		SNI 2439:2011	Min. 95 %
Butir Pecah pada Agregat Kasar	SMA	SNI 7619:2012	100/90 ^{*)}
	Lainnya		95/90 ^{**)}
Partikel Pipih dan Lonjong	SMA	ASTM D4791-10 Perbandingan 1 : 5	Maks. 5 %
	Lainnya		Maks. 10 %
Material lolos Ayakan No. 200		SNI ASTM C117:2012	Maks. 1 %

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

2. Agregat Halus

Agregat halus dari sumber bahan manapun, harus terdiri dari pasir atau hasil pengayakan batu pecah dan terdiri dari bahan yang lolos ayakan No.4 (4,75 mm).

Fraksi agregat halus pecah mesin dan pasir harus ditempatkan terpisah dari agregat kasar. Agregat halus harus merupakan bahan yang bersih, keras, bebas dari lempung, atau bahan yang tidak dikehendaki lainnya. Batu pecah halus harus diperoleh dari batu yang memenuhi ketentuan mutu.

Untuk memperoleh agregat halus yang memenuhi ketentuan di atas :

- 1) bahan baku untuk agregat halus dicuci terlebih dahulu secara mekanis sebelum dimasukkan ke dalam mesin pemecah batu, atau
- 2) digunakan scalping screen dengan proses berikut ini :

- a) fraksi agregat halus yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) tidak boleh langsung digunakan.
- b) agregat yang diperoleh dari hasil pemecah batu tahap pertama (*primary crusher*) harus dipisahkan dengan vibro scalping screen yang dipasang di antara *primary crusher* dan *secondary crusher*.
- c) material tertahan vibro scalping screen akan dipecah oleh *secondary crusher*, hasil pengayakannya dapat digunakan sebagai agregat halus.
- d) material lolos vibro scalping screen hanya boleh digunakan sebagai komponen material Lapis Fondasi Agregat.

Agregat halus yang memenuhi syarat ketentuan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.3 , dibawah ini :

Tabel 2.3 Ketentuan Agregat Halus

Pengujian	Metoda Pengujian	Nilai
Nilai Setara Pasir	SNI 03-4428-1997	Min. 50 %
Uji Kadar Rongga Tanpa Pemadatan	SNI 03-6877-2002	Min. 45 %
Gumpalan Lempung dan Butir-butir Mudah Pecah dalam Agregat	SNI 03-4141-1996	Maks. 1 %
Agregat Lolos Ayakan No. 200	SNI ASTM C117:2012	Maks. 10 %

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

3. Bahan Pengisi

Fungsi bahan pengisi adalah untuk meningkatkan kekentalan bahan bitumen dan untuk mengurangi sifat rentan terhadap temperatur. Keuntungan lain dengan adanya bahan pengisi adalah dapat menaikkan volume bitumen karena bahan pengisi tersebut banyak terserap dalam bahan bitumen. Dengan menaikkan kuantitas bahan pengisi akan menyebabkan stabilitas meningkat dan mengurangi rongga udara dalam campuran, namun ada batasnya. Terlalu tinggi kandungan bahan pengisi akan menyebabkan campuran menjadi getas dan mudah retak bila terkena beban lalu lintas, namun dilain pihak bila terlalu sedikit bahan pengisi akan menghasilkan campuran yang lembek pada cuaca panas.

Menurut Spesifikasi Bina Mara Tahun 2018 Revisi 1, Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*) dapat berupa debu batu kapur (*limestone dust*), atau debu kapur padam atau debu kapur magnesium atau dolomit yang sesuai dengan AASHTO M303-89(2014), atau semen atau abu terbang tipe C dan F yang sumbernya disetujui oleh Pengawas Pekerjaan. Bahan pengisi jenis semen hanya diizinkan untuk campuran beraspal panas dengan bahan pengikat jenis aspal keras Pen.60-70. Bahan pengisi yang ditambahkan harus kering dan bebas dari gumpalan-gumpalan dan bila diuji dengan pengayakan sesuai SNI ASTM C136: 2012 harus mengandung bahan yang lolos ayakan No.200 (75 micron) tidak kurang dari 75 % terhadap beratnya.

Bahan pengisi yang ditambahkan (*filler added*), untuk semen harus dalam rentang 1% sampai dengan 2% terhadap berat total agregat dan untuk bahan pengisi lainnya harus dalam rentang 1% sampai dengan 3% terhadap berat total agregat. Khusus untuk SMA tidak dibatasi kadarnya tetapi tidak boleh menggunakan semen.

4. Gradasi Agregat Gabungan

Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap sifat-sifat agregat untuk menjamin kualitasnya, maka hal yang perlu dilakukan setelahnya adalah pemeriksaan gradasi campuran dari agregat-agregat yang dicampur untuk menyusun perkerasan jalan. Gradasi adalah susunan butir agregat sesuai ukurannya. Ukuran butir agregat diperoleh melalui pemeriksaan analisis saringan. Analisis saringan dapat dilakukan secara basah atau kering. Analisis basah dilakukan untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No. 200, mengikuti manual SNI-M-02-1994-03 atau AASHTO T11-90 (Sukirman, 2007). Gradasi agregat yang umum digunakan dalam perkerasan jalan dapat dibedakan atas :

- a. Gradasi Seragam (*Uniform Graded*).
- b. Gradasi Rapat/Baik (*Dense Graded/ Continuous Graded*).
- c. Gradasi Senjang (*Gap Graded*).

Sebagai gambaran tentang jenis jenis gradasi yang ada, dapat dilihat pada Gambar 2.2 sebagai berikut :



Gambar 2.2 Ilustrasi Rentang Ukuran Butir Pada Berbagai Gradasi

Gradasi agregat gabungan untuk campuran beraspal, ditunjukkan dalam persen terhadap berat agregat dan bahan pengisi, harus memenuhi batas-batas yang diberikan. Rancangan dan Perbandingan Campuran untuk gradasi agregat gabungan harus mempunyai jarak terhadap batas-batas yang diberikan. Untuk memperoleh gradasi HRS-WC atau HRS-Base yang senjang, maka paling sedikit 80% agregat lolos ayakan No.8 (2,36 mm) harus lolos ayakan No.30 (0,600 mm). Bilamana gradasi yang diperoleh tidak memenuhi kesenjangan yang disyaratkan, sifat-sifat campurannya memenuhi ketentuan yang diisyaratkan dalam Tabel di bawah ini :

Tabel 2.4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lastaston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
1 1/2"	37,5								100
1	25			100				100	90 -100
3/4"	19		100	90 – 100	100	100	100	90 – 100	76 – 90
1/2"	12,5	100	90 – 100	50 – 88	90 – 100	90 – 100	90 – 100	75 – 90	60 – 78
3/8"	9,5	70 - 90	50 – 80	25 – 60	75 – 85	65 – 90	77 – 90	66 – 82	52 – 71
No. 4	4,75	30 - 50	20 – 35	20 – 28			53 – 69	46 – 64	35 – 54
No. 8	2,36	20 - 30	16 – 24	16 - 24	50 – 72	35 – 55	33 – 53	30 – 49	23 – 41
No. 16	1,18	14 - 21					21 – 40	18 – 38	13 – 30

Tabel 2.4 Amplop Gradasi Agregat Gabungan Untuk Campuran Beraspal (Lanjutan)

Ukuran Ayakan		% Berat Yang Lolos terhadap Total Agregat							
		Stone Matrix Asphalt (SMA)			Lastaston (HRS)		Laston (AC)		
ASTM	(mm)	Tipis	Halus	Kasar	WC	Base	WC	BC	Base
No. 30	0,600	12 - 18			35 - 60	15 - 35	14 - 30	12 - 28	10 - 22
No. 50	0,300	10 - 15					9 - 22	7 - 20	6 - 15
No. 100	0,150						6 - 15	5 - 13	4 - 10
No. 200	0,075	8 - 12	8 - 11	8 - 11	6 - 10	2 - 9	4 - 9	4 - 8	3 - 7

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

2.2.2 Aspal

Aspal didefinisikan sebagai material berwarna hitam atau coklat tua, pada temperatur yang berbentuk padat sampai agak padat. Jika dipanaskan sampai suatu temperatur tertentu aspal dapat menjadi lunak/cair sehingga dapat membungkus partikel agregat pada waktu pembuatan aspal beton atau dapat masuk dalam pori-pori yang ada pada penyemprotan/penyiraman pada perkerasan macadam ataupun peleburan. Jika temperatur mulai turun, aspal akan mengeras dan mengikat agregat pada tempatnya (Sukirman, 1993)

Berdasarkan tempat diperolehnya aspal dapat dibedakan atas aspal alam dan aspal minyak (Sukirman, 2007). Jenis-jenis aspal yang ada di Indonesia antara lain :

1. Aspal Alam

Indonesia memiliki aspal alam yaitu di Pulau Buton, yang terkenal dengan nama Asbuton (Aspal Pulau Buton). Dari segi geografis Pulau Buton mempunyai banyak pegunungan yang menghasilkan aspal alam terbanyak di Indonesia. Penggunaan asbuton sebagai salah satu material perkerasan jalan telah dimulai sejak tahun 1920, walaupun masih bersifat konvensional. Dan memiliki kadar bitumen yang kandungannya bervariasi. Aspal alam ada yang diperoleh di gunung-gunung seperti

aspal di pulau buton, dan ada pula yang diperoleh di pulau Trinidad berupa aspal danau. Aspal alam terbesar di dunia terdapat di Trinidad, berupa aspal danau.

2. Aspal Minyak

Aspal Minyak adalah aspal yang merupakan residu pengilangan minyak bumi. Setiap minyak bumi dapat menghasilkan residu jenis *asphaltic base crude oil* yang banyak mengandung aspal, *parafin base crude oil* yang banyak mengandung parafin, atau *mixed base crude oil* yang mengandung campuran antara parafin dan aspal. Untuk perkerasan jalan umumnya digunakan aspal minyak jenis *asphaltic base crude oil*. Aspal minyak dapat dapat dibedakan menjadi:

a. Aspal Keras (*Asphalt Cement/AC*).

Asphalt Cement biasanya dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya dan AC yang umum dipakai di Indonesia adalah AC dengan penetrasi 60-70.

b. Aspal Cair (*Cut Back Asphalt*).

Aspal yang dihasilkan dengan melarutkan aspal keras dengan bahan pelarut berbasis minyak dan digunakan dalam keadaan cair dan dingin.

c. Aspal Emulsi (*Emulsion Asphalt*).

Aspal yang dihasilkan dari pengemulsian aspal keras. Pada proses ini, partikel-partikel aspal keras dipisahkan dan didispersikan dalam air yang mengandung emulsifier.

3. Aspal Modifikasi

Berdasarkan Manual Aspal Campuran Panas Depkimpraswil PU, aspal modifikasi adalah aspal dibuat dengan mencampur aspal keras dengan suatu bahan tambah. Polymer adalah jenis bahan tambah yang banyak digunakan saat ini, sehingga aspal modifikasi sering disebut juga sebagai aspal polymer. Antara lain berdasarkan sifatnya, ada dua jenis bahan polymer yang biasanya digunakan untuk tujuan ini, yaitu polymer elastomer dan polymer plastomer. Aspal polimer elastomer dan aspal polimer plastomer dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Aspal *Polymer Elastomer*

SBS (*Styrene Butadine Styrene*), SBR (*Styrene Butadine Rubber*), SIS (*StyreneIsoprene Styrene*) dan karet adalah jenis-jenis polymer elastomer yang biasanya digunakan sebagai bahan pencampur aspal keras.

b. *Aspal Polymer Plastomer*

Seperti halnya dengan aspal polymer elastomer, penambahan bahan *polymer plastomer* pada aspal keras juga dimaksudkan untuk meningkatkan sifat rheologi baik pada aspal keras dan sifat fisik campuran beraspal. Jenis *polymer plastomer* yang telah banyak digunakan antara lain adalah EVA (*Ethylene Vinyl Acetate*) dan *polypropilene danpolyethilene*.

Adapun tujuan dari aspal modifikasi adalah sebagai berikut :

- a. Sifat-sifat aspal alami yang memiliki tingkat ketahanan yang rendah terhadap keadaan iklim sekitar yang menyebabkan aspal cenderung lebih lembab dan mudah rusak.
- b. Aspal dengan temperatur rendah tidak rapuh atau getas sehingga mampu mengurangi potensi keretakan (*cracking*).
- c. Mengurangi viskositas pada temperature penghamparan sehingga didapatkan kemudahan dalam proses pelaksanaan sekaligus pemadatan.
- d. Meningkatkan kekuatan dan kelekatan antar agregat dalam campuran konstruksi perkerasan, sehingga mampu meminimalisir kegagalan konstruksi.
- e. Meningkatkan kualitas konstruksi perkerasan dengan peningkatan karakteristik parameter yang harus terpenuhi dalam campuran beraspal.

Aspal memiliki sifat viskoelastis yang tampak padat pada suhu ruang padahal adalah cairan yang sangat kental, dan mampu berubah tergantung pada temperatur atau waktu pembebanan. Sifat viskoelastis aspal adalah untuk menentukan pada temperatur beberapa pencampuran aspal dengan agregat harus dilakukan agar mendapatkan campuran yang homogen dimana semua permukaan agregat dapat terselimuti oleh aspal secara merata dan aspal mampu masuk ke dalam pori-pori agregat untuk membentuk ikatan kohesi yang kuat dan untuk mengetahui pada temperatur berapa pemadatan dapat dilakukan dan kapan harus dihentikan.

Pada umumnya aspal dengan penetrasi rendah digunakan didaerah bercuaca panas dan mempunyai volume lalu lintas tinggi. Sedangkan aspal dengan penetrasi tinggi digunakan untuk daerah bercuaca dingin, dan memiliki lalu lintas rendah. Di Indonesia umumnya digunakan aspal penetrasi 60/70 dan 80/100.

Fungsi kandungan aspal dalam campuran juga berperan sebagai selimut penyelubung agregat dalam bentuk tebal film aspal yang berperan menahan gaya geser permukaan dan mengurangi kandungan pori udara yang lebih lanjut, juga berarti mengurangi penetrasi air dalam campuran.

Pemeriksaan aspal tersebut terdiri dari ;

a. Pemeriksaan Penetrasi

Nilai penetrasi di dapat dari uji penetrasi dari alat penetrometer pada suhu 25°C dengan beban 100 gr selama 5 detik, dimana dilakukan sebanyak 5 kali.

b. Pemeriksaan Titik Lembek

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk mengukur nilai temperatur dimana bola – bola baja mendesak turun lapisan aspal yang ada pada cincin, hingga aspal tersebut menyentuh dasar pelat yang terletak dibawah cincin pada jarak 1 (inchi), sebagai akibat dari percepatan pemanasan tertentu. Berat bola baja 3,45 – 3,55 gr dengan diameter 9,53 mm. Pemeriksaan ini diperlukan untuk mengetahui batas kekerasan aspal. Pengamatan titik lembek dimulai dari suhu 5°C sebagai batas paling tinggi sifat kekakuan dari aspal yang disebabkan oleh sifat termoplastik. Untuk aspal keras jenis penetrasi 60/70, syarat titik lembek berkisar antara 48°C – 58°C .

c. Pemeriksaan Titik Nyala

Pemeriksaan ini untuk menentukan suhu dimana diperoleh nyala pertama diatas permukaan aspal dan menentukan suhu dimana terjadi terbakarnya pertama kali diatas permukaan aspal. Dengan mengetahui nilai titik nyala dan titik bakar aspal, maka dapat diketahui suhu maksimum dalam memanaskan aspal sebelum terbakar.

d. Pemeriksaan Kehilangan Berat

Pemeriksaan ini berguna untuk mengetahui pengurangan berat akibat penguapan unsur-unsur aspal yang mudah menguap dalam aspal. Apabila aspal dipanaskan didalam oven pada suhu 163°C dalam waktu 4,5 – 5 jam, maka akan terjadi reaksi terhadap

unsur-unsur pada aspal, sehingga dimungkinkan sifat aspal akan berubah ini tidak diharapkan pada lapis perkerasan lentur dengan menggunakan aspal, untuk itu dipersyaratkan kehilangan berat aspal maksimum adalah 0,8 % dari berat semula.

e. Pemeriksaan Daktilitas Aspal

Tujuan dari pemeriksaan ini adalah mengukur jarak terpanjang yang dapat ditarik pada cetakan yang berisi aspal sebelum putus pada suhu 25° C dengan kecepatan tarik 5 cm/menit. Besarnya daktilitas aspal penetrasi 60/70 disyaratkan minimal 100 cm.

f. Pemeriksaan Berat Jenis Aspal

Berat jenis aspal merupakan perbandingan antara berat aspal dengan berat air suling dengan volume yang sama. Persyaratan yang ditentukan untuk berat jenis aspal adalah 1 gr/cc.

Aspal yang digunakan harus terlebih dahulu memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan sesuai dengan ketentuan yang ada, seperti tertera pada tabel 2.5 di bawah ini:

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Aspal Pen 60/70

NO	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Aspen. 60/70
1	Penetrasi pada 25° (0,1 mm)	SNI 2456:2011	60-70
2	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis (G*/sinδ) pada osilasi 10 rad/detik ≥ 1,0 kPa, (°C)	SNI 06-6442-2000	-
3	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10	≥ 300
4	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011	≥ 48
5	Daktalitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011	≥ 100
6	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011	≥ 232
7	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14	≥ 99
8	Berat Jenis	SNI 2441:2011	≥ 1,0
9	Stabilitas Penyimpanan: Perbedaan Titik Lembek (°C)	ASTMD D 5976-00 Part 6.1 dan SNI 2434:2011	-
10	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002	≤ 2
Pengujian Residu hasil TFOT (SNI-06-2440-1991) atau RTFOT (SNI-03-6835-2002) :			

Tabel 2.5 Ketentuan Sifat-sifat Aspal Pen 60/70 (Lanjutan)

NO	Jenis Pengujian	Metode Pengujian	Aspen 60/70
11	Berat yang Hilang (%)	SNI 2441:1991	≤0,8
12	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik $\geq 2,2$ kPa, ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-6442-2000	-
13	Penetrasi pada 25° (% semula)	SNI 2456:2011	≥ 54
14	Daktalitas pada 25°C, (cm)	SNI 06-6442:2000	≥ 50
15	Temperatur yang menghasilkan Geser Dinamis ($G^*/\sin\delta$) pada osilasi 10 rad/detik ≤ 5000 kPa, ($^{\circ}\text{C}$)	SNI 06-6442-2000	-

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

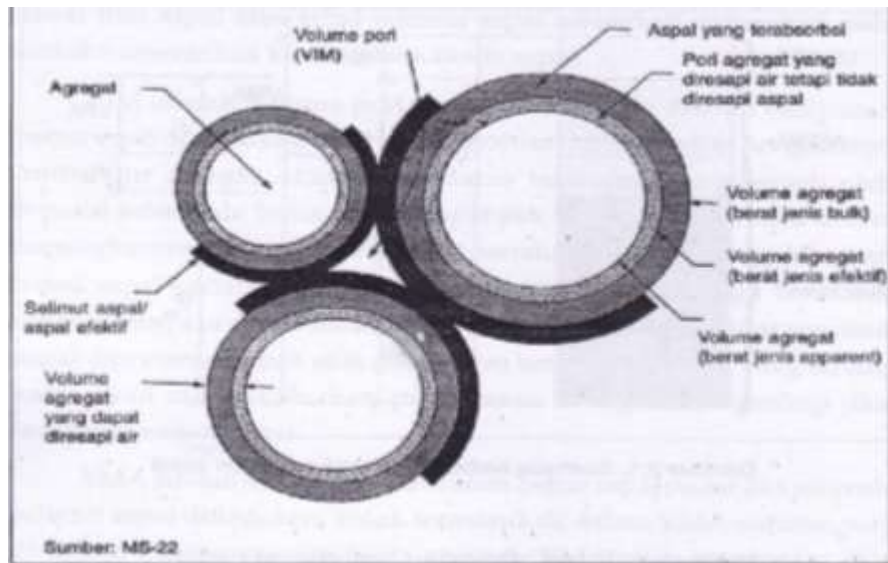
Catatan :

1. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang disyaratkan. Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan untuk aspal dengan penetrasi ≥ 50 adalah ± 4 (0,1 mm) dan untuk aspal dengan penetrasi < 50 adalah ± 2 (0,1 mm), masing-masing dari nilai penetrasi yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat-sifat aspal keras.
2. Pengujian semua sifat-sifat harus dilaksanakan sebagaimana yang disyaratkan. Sedangkan untuk pengendalian mutu di lapangan, ketentuan titik lembek diterima adalah ± 1 °C dari nilai titik lembek yang dilaporkan pada saat pengujian semua sifat-sifat aspal keras.
3. Viskositas diuji juga pada temperatur 100°C dan 160°C untuk tipe I
4. Jika untuk pengujian viskositas tidak dilakukan sesuai dengan AASHTO T201-15 maka hasil pengujian harus dikonversikan ke satuan cSt.

Fungsi aspal pada material perkerasan adalah:

1. Bahan pengikat material agregat
2. Bahan pengisi rongga butiran antar agregat dan pori-pori yang ada di dalam butiran agregat tersebut.

Untuk dapat memenuhi kedua fungsi tersebut, agregat haruslah memiliki sifat adhesi dan kohesi yang baik sehingga aspal tersebut memiliki durabilitas yang tinggi. Daya tahan atau durabilitas pada aspal merupakan kemampuan aspal mempertahankan sifat dan bentuk asalnya dari pengaruh cuaca, beban dan pengaruh eksternal lainnya. Penggunaan aspal pada perkerasan dapat melalui pencampuran pada agregat sebelum dihamparkan (pra hampar) seperti pada lapisan beton aspal atau disiramkan pada lapisan agregat yang telah dipadatkan dan ditutupi oleh agregat - agregat yang lebih halus (pasca hampar) seperti pada perkerasan penetrasi makadam atau pelaburan. Pada proses prahampar, aspal yang dicampurkan dengan agregat akan membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antar butir dan meresap ke dalam pori masing-masing butir. Sementara pada proses pascahampar, aspal akan meresap ke dalam pori-pori antar butir agregat dibawahnya. Fungsi utamanya adalah menghasilkan lapisan perkerasan bagian atas yang kedap air dan tidak mengikat agregat sampai ke bagian bawah. Dalam campuran perkerasan, konten aspal dan agregat menentukan besar rongga udara yang berperan penting dalam durabilitas lapis perkerasan sehubungan dengan udara dan air. Permeabilitas yang tinggi terhadap udara dapat memicu terjadinya penggetasan pada aspal akibat oksidasi dan menyebabkan retak/crack. Sedangkan permeabilitas air menyebabkan pelepasan bitumen dari butiran agregat. Rongga udara juga harus dijaga agar tidak terlalu rendah karena menjadi penyebab utama retak alur (*rutting*). Rendahnya rongga udara dapat disebabkan oleh kadar aspal diatas batas optimum. Kadar aspal yang terlalu rendah dapat menyebabkan pelepasan butiran agregat (Waddah S. A., 1998). Rongga udara berperan sangat penting dalam performa campuran perkerasan. Sehingga penentuan rongga udara merupakan komponen yang diutamakan dalam perancangan campuran agar tidak ada karakteristik yang tidak bernilai optimum (Sukirman, 2003).



Sumber : Silvia Sukirman, 2003

Gambar 2.3 Rongga Dalam Campuran

Rongga dalam campuran dikenal dengan VIM (*Void in mix*). VIM adalah rongga dalam campuran yang tidak ditempati oleh agregat maupun aspal (*The Asphalt Institute*).

2.3 Asbuton LGA Sebagai Bahan *Additive*

Additive untuk aspal merupakan bahan *additive* kelekatan dan anti pengelupasan dapat ditambahkan ke dalam aspal, persentase *additive* yang diperlukan serta waktu pencampurannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya (Revisi SNI 03-1737-1989). *Additive* untuk campuran pada campuran aspal dilakukan jika kualitas campuran beraspal yang menggunakan bahan pengikat aspal keras Pen 60 perlu ditingkatkan, maka dapat menambahkan *additive* ke dalam campuran beraspal tersebut. Jenis *additive* yang dapat digunakan adalah salah satu tipe asbuton butir yang memenuhi ketentuan sebagaimana yang ditunjukkan. Takaran pemakaian *additive*, metoda kerja proses pencampuran (di *pugmill*) serta waktu pencampurannya harus sesuai dengan petunjuk pabrik pembuatnya. Asbuton butir yang akan digunakan harus dalam kemasan kantong atau kemasan lain yang kedap air serta mudah penanganannya saat dicampur di ruang pencampur (*pugmill*). Asbuton butir tersebut harus ditempatkan pada tempat yang

kering dan beratap sehingga terlindung dari hujan atau sinar matahari langsung. Tinggi penimbunan asbuton butir tidak boleh lebih dari 2 meter. Kemasan asbuton harus memiliki label yang jelas dan memuat informasi berikut :

- logo pabrik;
- kode pengenal antara lain tipe, berat, penetrasi bitumen, diameter butir dan kelas kadar bitumen asbuton.

Hasil kajian terhadap uji skala penuh menunjukkan bahwa Asbuton mempunyai kemampuan dapat mensubstitusi aspal minyak serta dapat memperbaiki kinerja campuran beraspal dan meningkatkan kinerja campuran beraspal yang diperkuat dengan berbagai riset-riset penelitian yang menggunakan Asbuton sebagai bahan substitusi.

Untuk dapat digunakan sebagai bahan perkerasan, ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi Aspal Lawele Granular. Spesifikasi yang disyaratkan. Sifat-sifat Asbuton yang harus dipenuhi adalah kadar bitumen Asbuton, ukuran butiran Asbuton, kadar air yang terkandung dalam Asbuton dan yang paling penting adalah penetrasi dari Asbuton itu sendiri. Tipe-tipe Asbuton yang digunakan sangat bervariasi yaitu berupa LGA (*Lawele Granular Asphalt*) dengan tipe B 50/30. Lapisan padat yang awet berupa lapis perata, lapis fondasi, lapis antara atau lapis aus campuran beraspal panas yang terdiri dari agregat dan aspal (Asbuton Pra-campur atau Aspal Pen.60-70 khusus yang menggunakan Asbuton Butir B 50/30 (kelas penetrasi 50 dengan kelas kadar bitumen Min. 20%) yang dicampur secara panas.

Asbuton butir dapat diproduksi dengan berbagai ukuran. Dilihat dari segi kemudahan mobilisasi bitumen, makin kecil ukuran butir maka makin mudah bitumen Asbuton termobilisasi dalam campuran beton aspal. Pada Asbuton campuran panas, pada prinsipnya Asbuton butir dengan jumlah tertentu dimasukkan ke dalam campuran beraspal panas aspal minyak. Fungsi Asbuton pada campuran tersebut adalah sebagai bahan tambah (*additive*) dan sebagai bahan substitusi aspal minyak. Sebagai bahan tambah, Asbuton diharapkan akan meningkatkan karakteristik aspal minyak dan

karakteristik campuran beraspal terutama agar memiliki ketahanan terhadap beban lalu lintas dan kepekaan terhadap temperatur panas di lapangan yang lebih baik.

Lawele Granullar Asphalt (LGA) adalah produk aspal alam yang siap pakai dengan mutu yang terjaga serta telah diproses sedemikian rupa sehingga bitumennya keluar ke permukaan butiran. LGA tersedia dalam kemasan karung plastik @25kg. LGA dengan kantong jumbo ukuran 1-2 ton juga tersedia atas permintaan khusus. LGA mengandung Min. 20% bitumen dan berbentuk butiran halus dengan ukuran maksimal 2,36 mm (lolos saringan No.8).

Bahan aspal harus dilaksanakan sesuai dengan SNI 06- 6399-2000 dan pengujian semua sifat-sifat yang disyaratkan dalam Tabel 2.6 di bawah ini :

Tabel 2.6 Ketentuan Asbuton Butir Tipe B 50/30

NO.	Sifat – sifat Asbuton Butir	Metode Pengujian	Tipe B 50/30
1	Sifat Bentuk Asli		
	<ul style="list-style-type: none"> - Ukuran butir asbuton butir ✓ Lolos Ayakan $\frac{3}{8}$" (9,5 mm) ; % ✓ Lolos Ayakan 8" (2,36 mm) ; % - Kadar bitumen asbuton ; % - Kadar Air ; % 	<ul style="list-style-type: none"> SNI 03-4142-1996 SNI 03-4142-1996 SNI 03-3640-1994 SNI 2490:2008 	<ul style="list-style-type: none"> 100 - Min. 20 Maks. 4
2	Sifat Bitumen Hasil Ekstraksi (SNI 8279:2016) dan Pemulihan (SNI 4797:2015)		
	<ul style="list-style-type: none"> - Kelarutan dalam TCE ; % berat - Penetrasi aspal buton pada 25°C, 100 g, 5 dtk (0,1 mm) - Titik Lembek (°C) - Daktilitas pada 25°C, 5 cm/menit (cm) - Berat Jenis 	<ul style="list-style-type: none"> SNI 2438:2015 SNI 2456:2011 SNI 2434:2011 SNI 2432:2011 SNI 2441:2011 	<ul style="list-style-type: none"> Min. 99 40 - 70 Min. 50 ≥ 100 Min. 1,0

Tabel 2. 6 Ketentuan Asbuton Butir Tipe B 50/30 (Lanjutan)

NO.	Sifat – sifat Asbuton Butir	Metode Pengujian	Tipe B 50/30
	– Penurunan Berat (dengan TFOT); LoH (<i>Lose of Heating</i> , %)	SNI 06-2440-1991	≤ 2
	- Penetrasi aspal asbuton setelah Loh pada 25°C, 100 g, 5 detik: (% terhadap penetrasi awal)	SNI 2456:2011	≥ 54

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

Asbuton cocok untuk konstruksi berat karena aspal hasil ekstraksi dari Asbuton tidak mengandung parafin dan sedikit kadar sulfur sehingga kualitasnya lebih tinggi. Pengolahan dengan pemanas putar dengan hasilnya berupa aspal butiran (LGA/Lawele Granullar Asphalt) dengan kandungan bitumen antara 20 hingga 25%. Aspal Buton dapat digunakan sebagai lapis permukaan jalan, fondasi atas jalan (*asphalt treated base*) dan fondasi bawah jalan (*asphalt treated sub base*) yang dapat dilakukan dengan cara campuran panas (*hot mix*) atau campuran dingin (*cold mix*).

Asbuton terdiri dari mineral dan bitumen. Mineral Asbuton didominasi oleh “*Globigerines limestone*” yaitu batu kapur yang sangat halus yang terbentuk dari jasad renik binatang purba foraminifera mikro yang mempunyai sifat sangat halus, relatif keras, berkadar kalsium karbonat tinggi dan baik sebagai filler pada beton aspal. Namun dalam Asbuton, mineral dapat dianggap sebagai gumpalan-gumpalan filler yang membentuk butiran besar dan poros yang tidak mudah dihaluskan menjadi filler tetapi juga tidak cukup keras untuk dianggap sebagai butiran agregat.

Kendala yang dapat ditimbulkan oleh keadaan seperti ini, sebagaimana yang terjadi pada campuran Asbuton yang digunakan di era tahun 80-an yang dikenal dengan campuran Lasbutag, yaitu mineral Asbuton yang pada awal pencampuran berupa butiran besar berubah menjadi kantong-kantong butiran yang lebih halus (*filler*) setelah mengalami masa pelayanan. Atau kasus lain, di lapangan sering kali ditemui campuran

lasbutag yang pada awal penghamparan tampak cukup baik namun terjadi bleeding setelah masa pelayanan tertentu.

Hal ini dapat disebabkan oleh mineral Asbuton, yang pada awalnya berupa butiran besar/kasar dan poros, menyerap bahan peremaja tetapi kemudian setelah masa pelayanan tersebut berubah menjadi butiran-butiran halus dengan melepas bahan peremaja yang diserapnya dan campuran menjadi lebih padat sehingga aspal terdesak keluar. Dilihat dari komposisi kimianya, bitumen Asbuton memiliki senyawa nitrogen base yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa bitumen Asbuton memiliki pelekatan yang baik dan. Namun dilihat dari karakteristik lainnya, bitumen Asbuton memiliki nilai penetrasi yang rendah dan getas. Agar Asbuton dapat dimanfaatkan di bidang perkerasan jalan maka pada prinsipnya bitumen harus diusahakan sedemikian rupa sehingga memiliki karakteristik mendekati karakteristik aspal minyak (aspal keras) untuk perkerasan jalan. Untuk maksud tersebut maka diperlukan bahan peremaja yang dapat membuat bitumen Asbuton memiliki karakteristik seperti yang disyaratkan untuk aspal minyak secara permanen.

2.4 Kadar Aspal Rencana

Perkiraan awal kadar aspal optimum dapat direncanakan setelah dilakukan pemilihan dan penggabungan pada tiga fraksi agregat. Sedangkan perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$P_b = 0,035(\%CA) + 0,045(\%FA) + 0,18(\%FF) + K \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

P_b : Perkiraan kadar aspal optimum

CA : Nilai prosentase agregat kasar

FA : Nilai prosentase agregat halus

FF : Nilai persentase *filler*

K : konstanta (kira-kira 0,5-1,0)

Hasil perhitungan P_b dibulatkan ke 0,5% ke atas terdekat. Parameter dan formula untuk menganalisa campuran aspal panas adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis *Bulk* dan *Apparent* total agregat ($G_{sb\text{total agregat}}$)

Agregat total terdiri atas fraksi-fraksi agregat kasar, agregat halus dan bahan pengisi *filler* yang masing-masing mempunyai berat jenis yang berbeda, baik berat jenis kering (*bulk specific gravity*) dan berat jenis semu (*apparent gravity*). Setelah didapatkan Kedua macam berat jenis pada masing-masing agregat pada pengujian material agregat maka berat jenis dari total agregat tersebut dapat dihitung dalam persamaan berikut :

$$G_{sb\text{total agregat}} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{G_{sb1}} + \frac{P_2}{G_{sb2}} + \dots + \frac{P_n}{G_{sbn}}} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

G_{sb} : Berat jenis kering agregat gabungan, (gr/cc)

$G_{sb1}, G_{sb2}, \dots, G_{sbn}$: Berat jenis kering dari masing-masing agregat 1,2,3..n, (gr/cc)

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$: Persentase berat dari masing-masing agregat, (%)

2. Berat jenis efektif agregat (G_{se})

Berat jenis maksimum campuran (G_{mm}) diukur dengan AASHTO T.209-90, maka berat jenis efektif campuran (G_{se}), kecuali rongga udara dalam partikel agregat yang menyerap aspal dapat dihitung dengan rumus berikut yang biasanya digunakan berdasarkan hasil pengujian kepadatan maksimum teoritis.

$$G_{se} = \frac{G_{sb} + G_{sa}}{2} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan :

G_{se} : Berat jenis efektif / efektive specific gravity, (gr/cc)

G_{sb} : Berat jenis kering agregat / *bulk specific gravity*, (gr/cc)

G_{sa} : Berat jenis semu agregat / *apparent specific gravity*, (gr/cc)

3. Berat jenis maksimum campuran yang belum di padatkan (G_{mm})

Berat jenis maksimum campuran, Gmm pada masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing-masing kadar aspal. Berat jenis maksimum dapat ditentukan dengan AASHTO T.209. Ketelitian hasil uji terbaik adalah bila kadar aspal campuran mendekati kadar aspal optimum. Sebaliknya pengujian berat jenis maksimum dilakukan dengan benda uji sebanyak minimum dua buah (duplikat) atau tiga buah (triplikat).

Berat jenis maksimum (Gmm) campuran untuk masing-masing kadar aspal dapat dihitung menggunakan berat jenis efektif (Gse) rata-rata sebagai berikut :

$$Gmm = \frac{Pmm}{\frac{Ps}{Gse} + \frac{Pb}{Gb}} \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

- Gmm : Berat jenis maksimum campuran, (gr/cc)
- Pmm : Persen berat total campuran, (=100)
- Ps : Kadar agregat, persentase terhadap berat total campuran, (%)
- Pb : Persentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)
- Gse : Berat jenis efektif / *efektive specific gravity*, (gr/cc)
- Gb : Berat Jenis Aspal, (gr/cc)

4. Berat jenis *bulk* beton aspal padat (Gmb)

Perhitungan berat jenis *bulk* campuran setelah pemadatan (Gmb) dinyatakan dalam gram/cc dengan rumus sebagai berikut :

$$Gmb = \frac{\text{Berat benda uji kering}}{\text{berat benda uji permukaan} - \text{berat benda uji dalam air}} \dots\dots\dots(2.13)$$

5. Penyerapan aspal (Pba)

Penyerapan aspal dinyatakan dalam persen terhadap berat agregat total, tidak terhadap berat campuran. Perhitungan penyerapan aspal (Pba) adalah sebagai berikut :

$$Pba = 100 \times \frac{Gse + Gsb}{Gse \times Gsb} \times Gb \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan :

Pba : Aspal yang terserap, berat terhadap agregat (%)

Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)

Gse : Berat jenis efektif agregat / *efektive specific gravity*, (gr/cc)

6. Kadar aspal efektif dalam campuran (Pbe)

Kadar aspal efektif (Pbe) campuran beraspal adalah kadar aspal total dikurangi jumlah aspal yang terserap oleh partikel agregat. Kadar aspal efektif ini akan menyelimuti permukaan agregat bagian luar yang pada akhirnya akan menentukan kinerja perkerasan beraspal. Rumus kadar aspal efektif adalah :

$$Pbe = Pb \times \frac{Pba}{100} \times Ps \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

Pbe : Kadar aspal efektif, persen total campuran,(%)

Pb : Kadar aspal, persen total campuran,(%)

Pba : Penyerapan aspal, persen total agregat,(%)

Ps : Kadar agregat, persenterhadap berat total campuran,(%)

7. Rongga diantara mineral agregat (*Void In The Mineral Agregat/ VMA*)

Rongga antar mineral agregat (VMA) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). VMA dihitung berdasarkan berat jenis bulk (Gsb) agregat dan dinyatakan sebagai persen volume bulk campuran yang dipadatkan. VMA dapat dihitung pula terhadap berat campuran total atau terhadap berat agregat total. Perhitungan VMA terhadap campuran adalah dengan rumus berikut:

$$VMA = 100 \times \frac{(Gmb - Ps)}{Gsb} \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

VMA : Rongga udara pada mineral agregat, prosentase dari volume total,(%)

Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan,(gr/cc)

- Gsb : Berat jenis bulk agregat, (gr/cc)
- Ps : Kadar agregat, persent terhadap berat total campuran, (%)

8. Rongga didalam campuran (*Void In The Compacted Mixture/ VIM*)

Rongga udara dalam campuran (Va) atau VIM dalam campuran perkerasan beraspal terdiri atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. VIM dinyatakan dalam persentase terhadap volume beton aspal padat. Volume rongga udara dalam campuran dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$VIM = 100 \times \frac{(G_{mm} - G_{mb})}{G_{mm}} \dots\dots\dots(2.17)$$

Keterangan :

- VIM : Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)
- Gmb : Berat jenis campuran setelah pemadatan, (%)
- Gsb : Berat jenis *bulk* agregat, (gr/cc)
- Pb : Kadar Aspal, persentase terhadap berat total campuran, (%)

9. Rongga udara terisi aspal (*Void Filled with Asphalt/ VFA*)

Rongga terisi aspal (VFA) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (VMA) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang diserap oleh agregat. Dengan demikian aspal yang mengisi VFA inilah yang merupakan persentase volume beton aspal padat yang menjadi film atau selimut aspal. Dasar perhitungan dilakukan berdasarkan volume beton aspal padat = 100 cm³

$$VFA = 100 \times \frac{(VMA - VIM)}{VMA} \dots\dots\dots(2.18)$$

Keterangan :

- VFA : Rongga udara yang terisi aspal, persentase dari VMA, (%)
- VMA : Rongga udara pada mineral agregat, persentase dari volume total, (%)
- VIM : Rongga udara pada campuran setelah pemadatan, (%)

10. Stabilitas

Stabilitas lapisan perkerasan jalan adalah kemampuan lapisan perkerasan menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur atau bleeding. Kebutuhan akan stabilitas setingkat dengan jumlah lalu lintas dan beban kendaraan yang akan memakai jalan tersebut. Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Untuk nilai stabilitas, nilai yang ditunjukkan pada jarum dial perlu dikonversikan terhadap alat *marshall*. Selain itu pada umumnya alat *marshall* yang digunakan bersatuan Lbf (*pound force*), sehingga harus disesuaikan satuannya terhadap satuan kilogram. Selanjutnya nilai tersebut juga harus disesuaikan dengan angka koreksi terhadap ketebalan atau volume benda uji.

11. *Flow*

Menurut The Asphalt Institute, 1983, *flow* adalah angka yang menunjukkan besarnya penurunan vertikal pada benda uji, dinyatakan dalam mm atau 0,01” yang terjadi pada awal pembebanan sehingga stabilitasnya menurun yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapisan perkerasan akibat menahan beban yang diterima. Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas seperti di atas nilai *flow* berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja untuk alat uji jarum dial *flow* biasanya sudah dalam satuan mm, sehingga tidak perlu dikonversikan lebih lanjut.

12. Hasil bagi *Marshall*

Hasil bagi *Marshall / Marshall Quotient* (MQ) merupakan hasil pembagian dari stabilitas dengan kelelahan. Sifat *Marshall* tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$MQ = \frac{MS}{MF} \dots\dots\dots(2.19)$$

Keterangan:

MQ : Marshall Quotient,(kg/mm)

MS : Marshall Stabilit,y,(kg)

MF : Flow Marshall,(mm)

2.5 Metode Pengujian Aspal dengan Alat *Marshall Test*

Rancangan campuran berdasarkan metode *Marshall* ditemukan oleh Bruce Marshall, dan telah distandarisasi oleh ASTM ataupun AASHTO melalui beberapa modifikasi, yaitu ASTM D 1559-76, atau AASHTO T-245-90. Prinsip dasar metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat Marshall merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan *proving ring* (cincin pengujian) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan flowmeter.

Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flowmeter* untuk mengukur kelelahan *plastis* atau *flow*. Benda uji *Marshall* berbentuk silinder berdiameter 4 inchi (10,2 cm) dan tinggi 2,5 inchi (6,35 cm). Prosedur pengujian *Marshall* mengikuti SNI 06-2489-1991, AASHTO T 245-90 atau ASTM D 1559-76. Secara garis besar pengujian *Marshall* meliputi: persiapan benda uji, penentuan berat jenis bulk dari benda uji, pemeriksaan nilai stabilitas dan flow, dan perhitungan sifat volumetrik benda uji. Pada persiapan benda uji, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

1. Jumlah benda uji yang disiapkan.
2. Persiapan agregat yang akan digunakan.
3. Penentuan temperatur pencampuran dan pemadatan.
4. Persiapan campuran aspal beton.
5. Pemadatan benda uji.
6. Persiapan untuk pengujian *Marshall*.

Jumlah benda uji yang disiapkan ditentukan dari tujuan dilakukannya uji *Marshall* tersebut. AASHTO menetapkan minimal 3 buah benda uji untuk setiap kadar aspal yang digunakan. Agregat yang akan digunakan dalam campuran dikeringkan di dalam oven pada temperatur 105-110°C. Setelah dikeringkan agregat dipisah-pisahkan sesuai fraksi ukurannya dengan menggunakan saringan. Temperatur pencampuran bahan aspal

dengan agregat adalah temperatur pada saat aspal mempunyai viskositas kinematis sebesar 170 ± 20 centistokes, dan temperatur pemadatan adalah temperatur pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar 280 ± 30 centistokes.

Karena tidak diadakan pengujian viskositas kinematik aspal maka secara umum ditentukan suhu pencampuran berkisar antara 145°C - 155°C , sedangkan suhu pemadatan antara 110°C - 135°C . Prinsip dasar dari metode *Marshall* adalah pemeriksaan stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau briket beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran yang telah didapat dari hasil uji gradasi, sesuai spesifikasi campuran. Pengujian *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991 atau AASHTO T 245-90. Dari hasil gambar hubungan antara kadar aspal dan parameter *Marshall*, maka akan diketahui kadar aspal optimumnya.

Pengujian *Marshall* dilakukan untuk mengetahui nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*), serta analisa kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Dalam hal ini benda uji atau briket beton aspal padat dibentuk dari gradasi agregat campuran tertentu, sesuai spesifikasi campuran. Metode *Marshall* dikembangkan untuk rancangan campuran aspal beton. Sebelum membuat briket campuran aspal beton maka perkiraan kadar aspal optimum dicari dengan menggunakan rumus pendekatan. Setelah menentukan proporsi dari masing-masing fraksi agregat yang tersedia, selanjutnya menentukan kadar aspal total dalam campuran.

Kadar aspal total dalam campuran beton aspal adalah kadar aspal efektif yang membungkus atau menyelimuti butir-butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang akan terserap masuk kedalam pori masing-masing butir agregat. Setelah diketahui estimasi kadar aspalnya maka dapat dibuat benda uji. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum umumnya dibuat 60 buah benda uji dengan 5 variasi kadar aspal yang masing-masing berbeda 0,5%. Sebelum dilakukan pengujian *Marshall* terhadap *briket*, maka dicari dulu berat jenisnya dan diukur ketebalan dan diameternya di tiga sisi yang berbeda. Melakukan uji *Marshall* untuk mendapatkan stabilitas dan kelelahan (*flow*) benda uji mengikuti prosedur SNI 06-2489-1991

AASHTO T 245-90. Parameter *Marshall* yang dihitung antara lain: VIM, VMA, VFA, berat volume dan parameter lain sesuai parameter yang ada pada spesifikasi campuran.

Setelah semua parameter briket didapat, maka digambar grafik hubungan kadar aspal dengan parameternya yang kemudian dapat ditentukan kadar aspal optimumnya. Kadar aspal optimum adalah nilai tengah dari rentang kadar aspal yang memenuhi *Marshall* test modifikasi. Modifikasi alat *Marshall* ini terletak pada alat pemegang benda uji. Kalau pada uji *Marshall* konvensional benda uji merupakan silinder dengan diameter 10 cm, maka pada alat *Marshall* modifikasi ini benda uji berupa balok yang terbuat dari campuran beton aspal.

Bahan yang digunakan telah memenuhi spesifikasi. Kombinasi agregat memenuhi gradasi yang disyaratkan. Untuk keperluan analisa volumetrik (*density voids*), berat jenis bulk dari semua agregat yang digunakan pada kombinasi agregat, dan berat jenis aspal keras harus dihitung terlebih dahulu. Jumlah benda uji, minimum tiga buah untuk masing-masing kombinasi. Oven dalam kaleng (loyang) agregat yang sudah terukur gradasi dan sifat mutu lainnya, sampai temperatur yang diinginkan. Panaskan aspal terpisah sesuai panas yang diinginkan pula. Cetakan dimasukkan dalam oven dengan temperatur 930°C.

Campur agregat dan aspal sampai merata. Keluarkan dari oven cetakan dan siapkan untuk pengisian campuran, setelah campuran dimasukkan kedalam cetakan tusuk-tusuk dengan spatula 10 x bagian tengah dan 15 x bagian tepi. Tumbuk 2×75 kali. Keluarkan benda uji dari mold dengan Extruder pada kondisi dingin. Diamkan contoh satu malam, kemudian periksa berat isinya. Langkah pengujian : Rendam dalam *water bath* pada temperatur 60°C selama 30 menit dan keringkan permukaan benda uji serta letakkan pada tempat yang tersedia pada alat uji *Marshall*. Setel dial pembacaan stabilitas dan kelelahan yang telah terpasang pada alat *Marshall*. Lakukan pengujian *Marshall* dengan menjalankan mesin penekan dengan kecepatan deformasi konstan 51 mm (2 in.) per menit sampai terjadi keruntuhan pada benda uji. Baca dan catat besar angka pada dial untuk memperoleh nilai stabilitas (*stability*) dan kelelahan (*flow*). Dengan faktor koreksi dan kalibrasi *proving ring* pada alat *Marshall* dapat diperoleh nilai stabilitas dan kelelahan (*flow*).

2.6 Karakteristik Metode *Marshall*

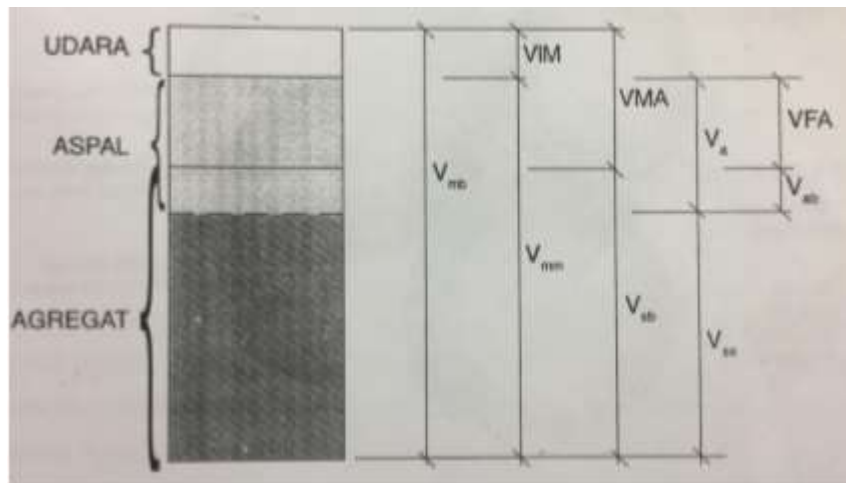
Unit *weight* merupakan berat volume kering campuran yang menunjukkan kepadatan campuran beton aspal. Campuran dengan kepadatan yang tinggi akan mempunyai kemampuan menahan beban yang lebih tinggi daripada campuran dengan kepadatan rendah.

Stability (stabilitas) adalah indikator dari parameter campuran hasil uji *Marshall* yang menjelaskan kemampuan lapis aspal beton untuk menahan deformasi atau perubahan bentuk akibat beban lalu lintas yang bekerja pada lapisperkerasan tersebut. Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap terjadinya perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*) maupun bleeding. Semakin rendah nilai stabilitas campuran, menunjukkan semakin rendahnya kinerja campuran dalam memikul beban roda kendaraan.

Flow menunjukkan besarnya deformasi dari campuran beton aspal akibat beban yang bekerja pada perkerasan. *Flow* merupakan salah satu indikator terhadap lentur atau nilai kelenturan dari campuran beraspal. Besarnya rongga antar campuran (VIM) dan penggunaan aspal yang tinggi dapat memperbesar nilai kelelahan plastis.

VIM (*Voids In Mix*) merupakan volume pori dalam campuran yang telah dipadatkan atau banyaknya rongga udara yang berada dalam campuran. Dalam hal ini perhitungan volume sampel tidak dilakukan dengan perendaman sampel dalam air dikarenakan berat kering permukaan jenuh (SSD).

VMA merupakan volume rongga yang terdapat diantara butir-butir agregat suatu campuran beraspal padat, termasuk di dalamnya rongga yang berisi aspal efektif dan menunjukkan persentase dari volume total benda uji. Asphalt Institute merekomendasikan bahwa harga VMA dari campuran beraspal padat dapat dikalkulasikan dalam hubungannya dengan berat jenis kering total agregat (*aggregate Bulk Specific Gravity*). Pemakaian agregat bergradasi senjang dan kadar aspal yang rendah dapat memperbesar VMA.



Gambar 2. 1 Skematis VIM dan VMA

V_{mb} = volume bulk dari campuran beton aspal padat

V_{sb} = volume bulk dari agregat

V_{se} = volume efektif agregat dari pori yang tidak terisi aspal

VMA = volume pori antara butiran agregat di dalam beton aspal padat

V_{mm} = volume tanpa pori udara dari beton aspal padat

VIM = volume pori dalam beton aspal padat

V_a = volume aspal dalam beton aspal padat

VFA = volume pori antar agregat yang terisi oleh aspal pada beton aspal padat

V_{ab} = volume aspal yang terabsorpsi ke dalam agregat dari beton aspal padat

MQ (*Marshall Quetiont*) adalah nilai pendekatan yang hampir menunjukkan nilai kekakuan suatu campuran beraspal dalam menerima beban. Nilai MQ diperoleh dari perbandingan antara nilai stabilitas yang telah dikoreksi terhadap nilai kelelahan (*flow*) dan dinyatakan dalam satuan kg/mm atau kN/mm .

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam Penelitian ini dilakukan oleh peneliti di Laboratorium Mekanika Tanah, Bahan, Aspal, Hidrolika dan Ilmu Ukur Tanah Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Maps)

3.2 Populasi dan Sampel

Peneliti menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan dasar sistem pencampuran aspal panas dengan sistem gradasi *Asphalt Concrete Binder Course* (AC-BC) yang mengacu pada panduan Spesifikasi Umum Bina Marga Tahun 2018 Revisi 1 Divisi 6 Perkerasan Aspal.

Campuran AC-BC diproduksi dengan menggunakan jenis agregat lokal hasil produksi *Stone Crusher* PT. Kayan Lestari yang berasal dari gunung batu di Desa Merapun, Kecamatan Kelay, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Agregat yang digunakan adalah agregat kasar berupa batu gunung Kelay serta agregat halus

berupa abu batu dan *filler*. Bahan pengikat berupa aspal minyak yang berasal dari PT. Pertamina (persero) dan Asbuton *Lawele Granullar Asphalt* (Tipe LGA 50/30) dari PT. Asbuton Jaya Abadi.



Gambar 3.2 Material Agregat Ex. Kelay dan Asbuton tipe LGA 50/30 PT. Asbuton Jaya Abadi

Jumlah benda uji didasarkan pada kebutuhan sesuai dengan tujuan penelitian ini untuk setiap variasi yang direncanakan dapat dilihat pada Tabel 3.1 , sebagai berikut :

Tabel 3.1 Sampel dan Benda Uji

Jenis Pengujian	Kadar Aspal (%)					Sub
	4.5	5	5.5	6	6.5	Total
Rencana jumlah benda uji untuk penentuan KAO LGA 50/30						
Uji Marshall						
Asb 7%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Asb 8%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Asb 9%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Rencana jumlah benda uji untuk KAO LGA 50/30						
Uji Marshall						
Asb 7%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Asb 8%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Asb 9%	2 B.	2 B.	2 B. uji	2 B. uji	2 B. uji	10
Total						60

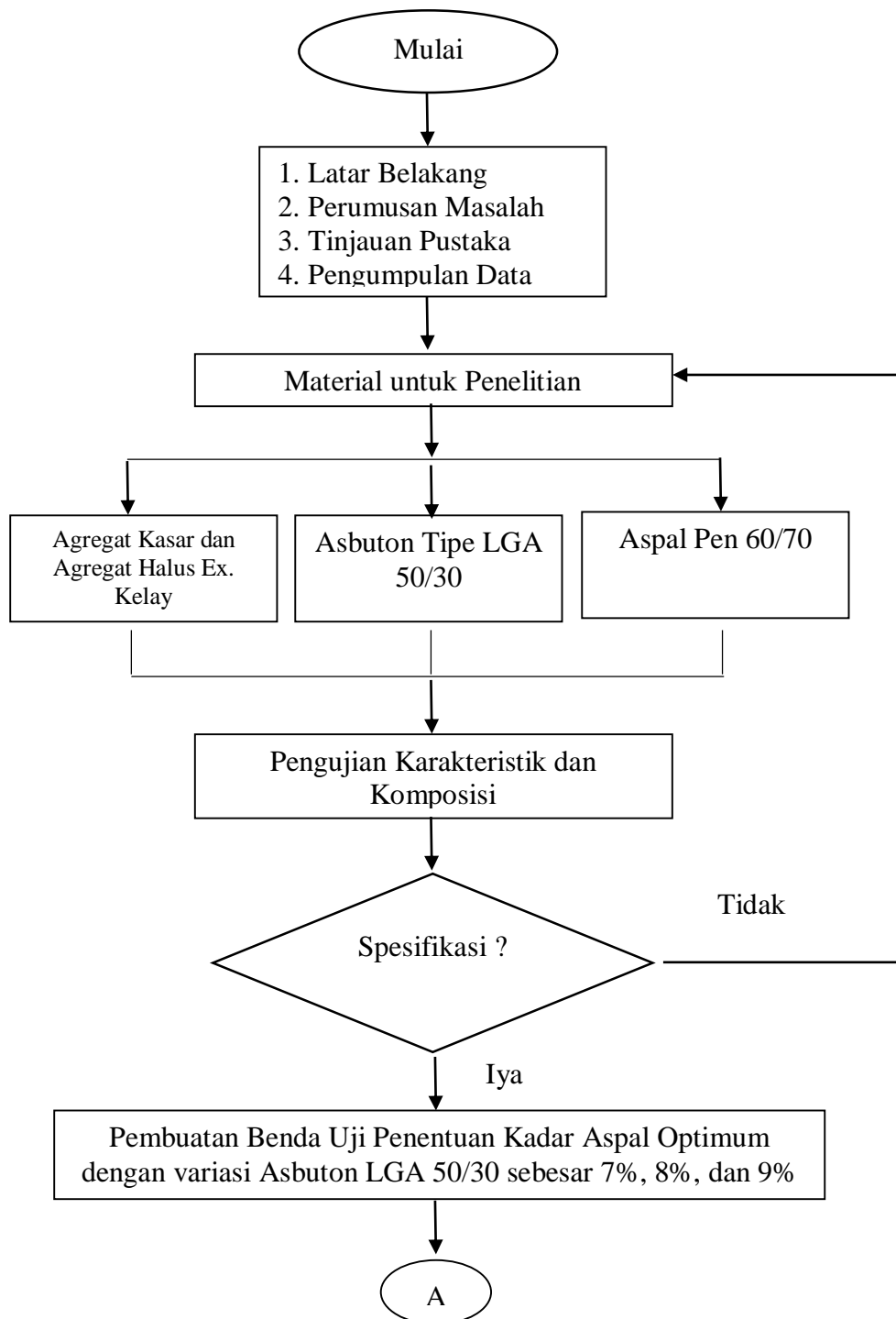
Sumber : Hasil Perhitungan Rencana

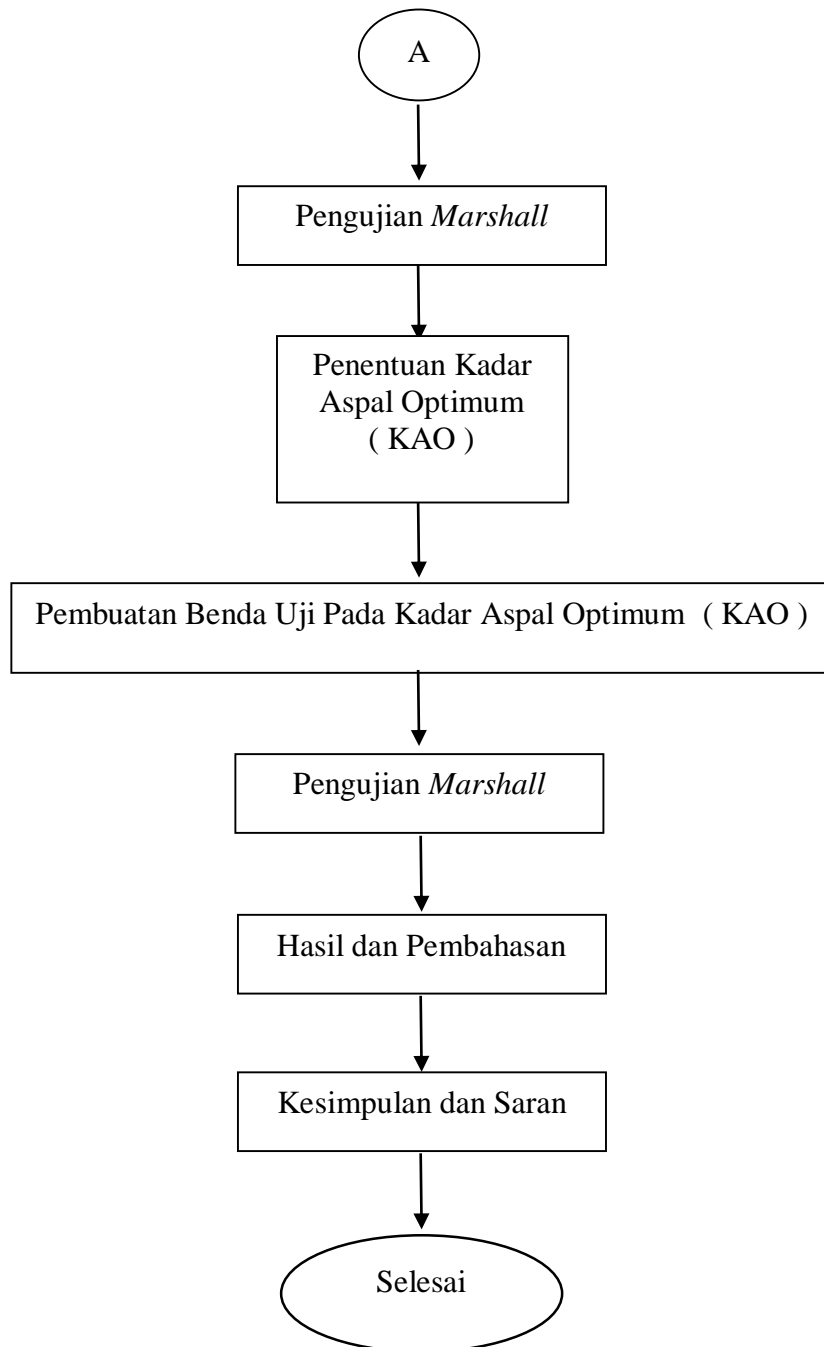
Dalam pembuatan sampel benda uji untuk campuran aspal panas (AC) lapisan *Binder Course* dengan persyaratan sesuai Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Divisi 6 Perkerasan Aspal. Setelah diperoleh berat masing-masing agregat untuk tiap saringan selanjutnya dilakukan proses pencampuran sebagai berikut :

1. Dilakukan penimbangan agregat sesuai dengan presentase pada target gradasi yang diinginkan untuk masing-masing fraksi dengan berat campuran kira-kira 1200 gram untuk diameter 4 inchi, kemudian dilakukan pengeringan campuran agregat tersebut sampai beratnya tetap sampai suhu $(105\pm 5)^{\circ}\text{C}$.
2. Dilakukan pemanasan aspal minyak dan asbuton butir untuk pencampuran pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes. Agar temperatur campuran agregat dan aspal tetap maka pencampuran dilakukan di atas pemanas dan diaduk hingga rata.
3. Setelah temperatur pemadatan tercapai yaitu pada viskositas kinematik 100 ± 10 centistokes, maka campuran tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dipanasi pada temperatur 100 hingga 170° dan diolesi vaselin terlebih dahulu, serta bagian bawah cetakan diberi sepotong kertas filter atau kertas lilin (*waxed paper*) yang telah dipotong sesuai dengan diameter cetakan sambil ditusuk-tusuk dengan spatula sebanyak 15 kali di bagian tepi dan 10 kali di bagian tengah.
4. Pemadatan standar dilakukan dengan jumlah tumbukan 75 kali di bagian sisi atas kemudian dibalik dan sisi bagian bawah juga ditumbuk sebanyak 75 kali.
5. Setelah proses pemadatan selesai benda uji didiamkan agar suhunya turun, setelah dingin benda uji dikeluarkan dengan ejektor dan diberi kode.
6. Benda uji dibersihkan dari kotoran yang menempel dan diukur tinggi benda uji dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang beratnya di udara.
7. Benda uji direndam dalam air selama 24 jam supaya jenuh.
8. Setelah jenuh benda uji ditimbang dalam air.
9. Benda uji dikeluarkan dari bak dan dikeringkan dengan kain pada permukaan agar kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry, SSD*) kemudian ditimbang.
10. Benda uji direndam dalam bak perendaman pada suhu $60\pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 30 hingga 40 menit.

3.3 Desain Penelitian

Tahapan penelitian secara keseluruhan dapat dilihat dalam bentuk bagan alir seperti terlihat pada Gambar 3.3 , di bawah ini:





Gambar 3.3 Desain Penelitian

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan oleh peneliti terdiri dari :

a. Data Primer

Data Primer yaitu berupa data yang diperoleh secara langsung dari lokasi tempat penelitian serta dari hasil pengamatan di laboratorium. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data laboratorium dari sampel asbuton butir Lawele Granular Asphalt (LGA) tipe 50/30 dari Distributor PT. Asbuton Jaya Abadi , aspal minyak 60/70 Ex. Pertamina dan sampel agregat Ex. Kelay yang akan digunakan dalam campuran. Data ini berupa karakteristik bahan penyusun campuran panas jenis *Asphaltic Concrete*. Data-data yang diperoleh dari sini adalah:

- 1) Karakteristik Asbuton Butir Lawele Granullar Asphalt (LGA) Tipe 50/30 PT. Asbuton Jaya Abadi
- 2) Karakteristik Aspal Pen 60/70 (aspal Minyak Ex-Pertamina).
- 3) Agregat Ex-Kelay.
- 4) Metode Perencanaan Campuran Aspal Panas.

b. Data Sekunder

Data Sekunder berupa data yang diperoleh dari instansi pemerintah yang terkait dengan pembahasan yang akan dilaksanakan. Adapun melalui berbagai literatur seperti buku, jurnal penelitian, artikel-artikel ilmiah, serta standar-standar pengujian.

3.5 Teknik Analisis Data

Tahapan penelitian ini terdiri dari studi *literature*, identifikasi awal mengenai kondisi asbuton butir, pengumpulan data, uji laboratorium untuk mengetahui karakteristik sampel asbuton butir, modifikasi campuran perkerasan dengan material asbuton butir agar memenuhi spesifikasi teknis dengan penambahan agregat dan aspal minyak ex-Pertamina, uji campuran dan analisis biaya. Selanjutnya hasil akhir yang diperoleh dari analisis ini untuk mendapatkan campuran yang optimal dari kinerja teknis dan segi biaya sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku.

Penelitian ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Penetapan judul penelitian dengan mengkaji latar belakang permasalahan dengan gambaran umum dilanjutkan dengan merumuskan permasalahan yang akan diteliti serta tujuan.
2. Dasar Teori, melakukan kajian teori serta norma, standar, peraturan dan manual (NSPM) yang menunjang pemecahan permasalahan yang akan dibahas. Kajian ini meliputi pembahasan tentang bagaimana mendapatkan campuran modifikasi yang paling optimal berdasarkan kinerja teknis segi biaya sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku.

Melakukan analisis data yang berkaitan dengan perhitungan seberapa besar persentase asbuton butir yang dapat digunakan setelah dilakukan percobaan campuran beraspal panas. Adapun uraian analisis data sebagai berikut :

1. Proses pengolahan dan analisisnya adalah sebagai berikut :
 - a. Pemeriksaan karakteristik material ini digunakan untuk memastikan bahwa bahan yang akan digunakan untuk membentuk benda uji nantinya benar-benar sesuai dengan spesifikasi yang di isyaratkan. Pemeriksaan material meliputi pemeriksaan karakteristik asbuton butir tipe LGA 50/30, agregat lokal Ex.Kelay, pemeriksaan aspal minyak PT. Pertamina.
 - b. Melakukan pengujian dan metode pengujian agregat kasar , abu batu, serta *filler* yang diperoleh hasil produksi *Stone Crusher* PT. Kayan Lestari dari gunung batu Kecamatan Kelay. Jenis dan metode yang akan di lakukan penelitian ini diberikan pada Tabel

Tabel 3.2 Metode Pengujian Agregat Lokal Ex. Kelay

Uraian	Metode Pengujian
Analisa Saringan Agregat Halus dan Agregat Kasar	SNI ASTM C136-2021
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	SNI 1969:2016
Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	SNI 1970:2016
Keausan Agregat dengan Mesin Abrasi Los Angeles	SNI 2417:2008

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

- c. Melakukan pengujian sifat fisik aspal pen 60 – 70 Ex. Pertamina yang bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan kinerja aspal yang digunakan dan memenuhi standart yang di isyaratkan.

Tabel 3.3 Metode Pengujian Aspal Pen 60/70

No	Pengujian	Metode Pengujian
1	Penetrasi pada 25° (0,1 mm)	SNI 2456:2011
2	Viskositas Kinematis 135°C (cSt) ⁽³⁾	ASTM D2170-10
3	Titik Lembek (°C)	SNI 2434:2011
4	Daktalitas pada 25°C, (cm)	SNI 2432:2011
5	Titik Nyala (°C)	SNI 2433:2011
6	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	AASHTO T44-14
7	Berat Jenis	SNI 2441:2011
8	Berat yang Hilang TFOT (%)	SNI 06-2441:1991
9	Kadar Parafin Lilin (%)	SNI 03-3639-2002
10	Penetrasi setelah TFOT	SNI 2456:2011

Sumber: *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal*

- d. Hasil pengujian sifat fisik aspal buton butir tipe LGA 50/30 yang di dapat dari UPT Laboratorium dan Pengujian Bahan Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Tengah oleh pemohon PT. Asbuton Jaya Abadi.

Tabel 3.4 Hasil Karakteristik Asbuton tipe LGA 50/30

No	Pengujian	Hasil	Sat.	Spesifikasi
1	Kadar Bitumen	25,03	%	Min 20
2	Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus :			
	3/4"	100		
	1/2"	100		
	3/8"	100		
	NO. 4	100		
	NO. 8	86,9	%	100
	NO. 16	83,9		
	NO. 30	82,2		
	NO. 50	77,0		
	NO. 100	57,5		
	NO. 200	29,6		
3	Kadar Air	3,2	%	Maks. 4

Sumber : *Hasil Pengujian UPT Laboratorium dan Pengujian Bahan Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Tengah*

- e. Melakukan pekerjaan gradasi terhadap agregat kasar dan agregat halus dengan jumlah dan ukuran tertentu agar memenuhi amplop gradasi, sesuai Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.
- f. Komposisi rencana campuran aspal AC-BC Asbuton dengan kadar aspal 4.5% diperlihatkan pada tabel 3.6 , dimana berat total campuran untuk benda uji sebesar 1200 gram.

Tabel 3.5 Rancangan Komposisi Campuran Ac-Bc Asbuton 4.50 %

Uraian	Individual (%)	Kumulatif (gram)
Pasir	41,00	469,90
Abu Batu	20,00	699,10
Batu 3/8	22,00	951,20
Batu 3/4	10,00	1065,8
Asb B 50/30	7,00	1.146,0
Aspal Pen 60/70	4,50	1.200,00

Sumber : Hasil Perhitungan Rencana

Pembuatan benda uji dilakukan setelah mendapatkan kadar aspal optimum (KAO). Setelah itu melakukan uji *Marshall Test* untuk menentukan stabilitas , kelelahan (*flow*), *Marshall Quetient* (MQ), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA).

- g. Pengujian teknis yang telah melewati perendaman dengan suhu ruangan selama 24 jam. Setelah semua periode perendaman masing-masing benda uji tercapai , benda uji di angkat dari bak perendaman kemudian dikeringkan menggunakan kain pada permukaannya saja agar kondisi kering permukaan jenuh (*saturated surface dry* , SSD), kemudian ditimbang dan dilakukan pengujian *Marshall Test*
2. Sebelum membuat benda uji, terlebih dahulu memeriksa kesesuaian material yang dipergunakan dengan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pengujian

4.1.1 Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air

Peneliti menggunakan bahan agregat dari *Stock Pile* PT. Kayan Lestari, yang terdiri dari agregat kasar dan halus. Hasil *Stone Crusher* langsung dari gunung batu Kecamatan Kelay.

Hasil pemeriksaan uji berat jenis dan penyerapan air terhadap agregat dengan metode pengujian yang dipakai menurut spesifikasi yang disyaratkan dan disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

1. *Medium Aggregate* (MA) Ex. Kelay

Tabel 4.1 Data Pemeriksaan Sampel Agregat Kasar (MA)

Pengujian	Satuan	I	II
Berat contoh kering oven (A)	(gram)	2905	2352
Berat contoh Kering Permukaan (B)	(gram)	2936	2373
Berat contoh di dalam air (C)	(gram)	1830	2652

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (MA)

Perhitungan	Satuan	I	II	Rata-rata
Berat jenis (<i>Bulk</i>) = $\frac{A}{B-C}$	(gram/cc)	2,627	2,652	2,639
Berat jenis SSD = $\frac{B}{B-C}$	(gram/cc)	2,655	2,675	2,665
Berat jenis Semu = $\frac{A}{A-C}$	(gram/cc)	2,702	2,716	2,709
Penyerapan = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$	(%)	1,067	0,893	0,980

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh berat jenis Bulk agregat kasar Medium Agregat (MA) sebesar 2,639 , Berat jenis SSD Sebesar 2,665, Berat jenis Semu Sebesar 2,709, dan Penyerapan Sebesar 0,980 %.

2. *Coarse Aggregate* (CA) Ex. Kelay

Tabel 4.3 Data Pemeriksaan Sampel Agregat Kasar (CA)

Pengujian	Satuan	I	II
Berat contoh kering oven (A)	(gram)	4470	5091
Berat contoh Kering Permukaan (B)	(gram)	4550	5175
Berat contoh di dalam air (C)	(gram)	2870	3220

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar (CA)

Perhitungan	Satuan	I	II	Rata-rata
Berat jenis (<i>Bulk</i>) = $\frac{A}{B-C}$	(gram/cc)	2,661	2,604	2,632
Berat jenis SSD = $\frac{B}{B-C}$	(gram/cc)	2,708	2,647	2,647
Berat jenis Semu = $\frac{A}{A-C}$	(gram/cc)	2,794	2,721	2,757
Penyerapan = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$	(%)	1,790	1,650	1,720

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh berat jenis Bulk agregat kasar *Coarse Aggregate* (CA) sebesar 2,632 , Berat jenis SSD Sebesar 2,647, Berat jenis Semu Sebesar 2,757, dan Penyerapan Sebesar 1,720 %.

3. *Fine Aggregate* (FA) / Abu Batu Ex. Kelay

Tabel 4.5 Data Pemeriksaan Sampel Agregat Halus (FA) / Abu Batu

Pengujian	Satuan	I	II
Berat contoh Kering Oven A	(gram)	3561	2623
Berat contoh kering Permukaan B	(gram)	3611	2657
Berat Contoh di dalam air C	(gram)	2237	1675

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (FA)

Perhitungan	Satuan	I	II	Rata-rata
Berat jenis (<i>Bulk</i>) = $\frac{A}{B-C}$	(gram/cc)	2,592	2,671	2,631

Tabel 4.6 Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (FA) (Lanjutan)

Berat jenis SSD = $\frac{B}{B-C}$	(gram/cc)	2,628	2,706	2,667
Berat jenis Semu = $\frac{A}{A-C}$	(gram/cc)	2,690	2,767	2,728
Penyerapan = $\frac{B-A}{A} \times 100\%$	(%)	1,404	1,296	1,350

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh berat jenis *Bulk* agregat Halus *Fine Aggregate* (FA) – Abu Batu sebesar 2,631 , Berat jenis SSD Sebesar 2,677 , Berat jenis Semu Sebesar 2,728 , dan Penyerapan Sebesar 1,350 %.

4. Sand (Pasir) Ex. Kelay

Tabel 4.7 Data Pemeriksaan Sampel Agregat Halus Sand (Pasir) Ex. Kelay

Pengujian		Satuan	I	II
Berat contoh SSD	500		500	500
Berat contoh kering Oven	A	(gram)	492,8	494,2
Berat Contoh + Air sampai batas Kalibrasi	B	(gram)	675,0	675,0
Berat Contoh + Botol + Air sampai batas Kalibrasi	C	(gram)	986,5	985,4

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Perhitungan Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (Sand)

Perhitungan	Satuan	I	II	Rata-rata
Berat jenis (Bulk) = $\frac{A}{B+500-C}$	(gram/cc)	2,614	2,607	2,610
Berat jenis SSD = $\frac{500}{B+500-C}$	(gram/cc)	2,653	2,637	2,645
Berat jenis Semu = $\frac{A}{B+A-C}$	(gram/cc)	2,718	2,689	2,703
Penyerapan = $\frac{500-A}{A} \times 100\%$	(%)	1,461	1,174	1,317

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh berat jenis *Bulk* agregat Halus *Sand Ex. Kelay* sebesar 2,610 , Berat jenis SSD Sebesar 2,645 , Berat jenis Semu Sebesar 2,703 , dan Penyerapan Sebesar 1,317%.

4.1.2 Hasil Analisa Saringan

Analisa Saringan dimaksudkan sebagai pegangan dalam pemeriksaan untuk menentukan pembagian butiran (gradasi) agregat halus dan agregat kasar dengan menggunakan saringan. Tujuan pengujian ini ialah untuk memperoleh distribusi besaran atau jumlah persentase butiran baik agregat halus maupun agregat kasar. Distribusi yang diperoleh dapat ditunjukkan dalam table atau grafik, di bawah ini :

1. Analisa Saringan *Medium Aggregate* (MA) Ex. Kelay

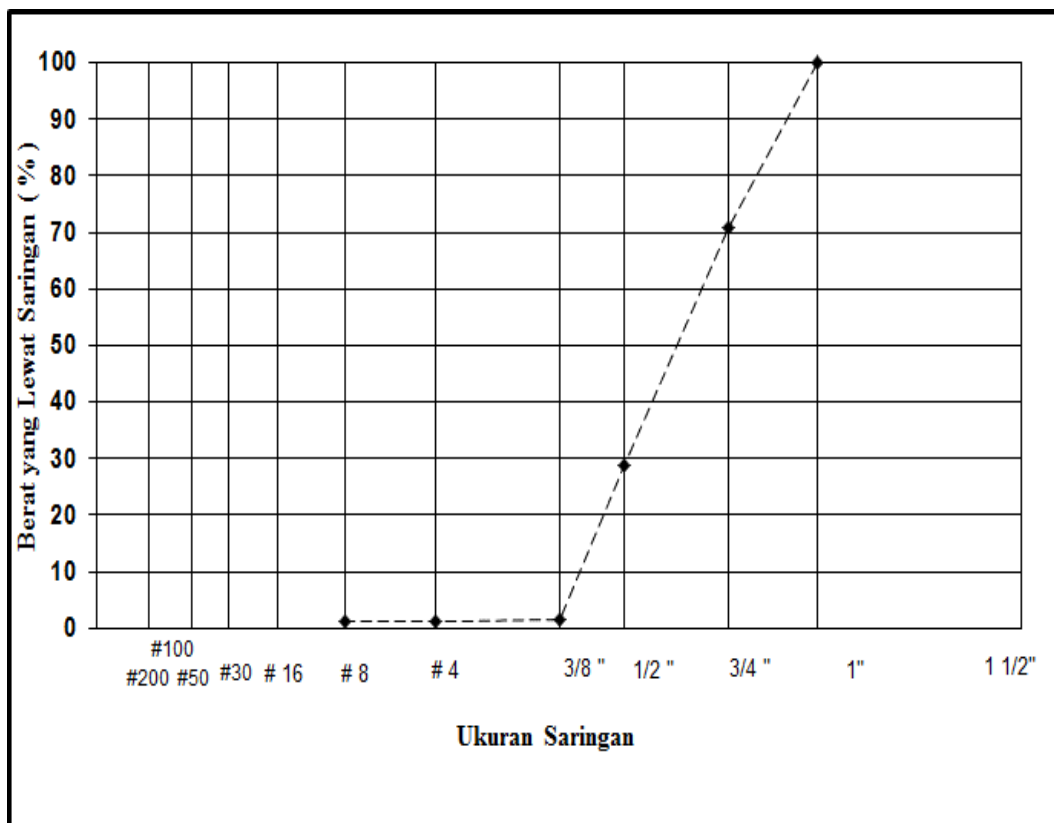
Tabel 4.9 Analisa Saringan Agregat Kasar *Medium Aggregate* (MA) – Batu 3/4
Berat Bahan Kering : 4.270 gr Berat Bahan Kering : 4.316 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan	Tertahan	Lolos	tertahan	Tertahan	Lolos	
		(Gram)			(Gram)			
1 1/2"	38,1							
1"	25,4			100,00			100,00	100,00
3/4"	19,0	1.485	34,54	65,46	1.031	23,89	76,11	70,78
1/2"	12,7	3.170	73,74	26,26	2.953	68,42	31,58	28,92
3/8"	9,5	4.268	99,28	0,72	4.215	97,66	2,34	1,53
# 4	4,76	4.269	99,30	0,70	4.225	97,89	2,11	1,40
# 8	2,38	4.270	99,33	0,67	4.226	97,91	2,09	1,38

Tabel 4.9 Analisa Saringan Agregat Kasar *Medium Aggregate (MA)*
Batu ¾ (Lanjutan)

# 16	1,19							
# 30	0,59							
# 50	0,279							
# 100	0,148							
# 200	0,074							

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar *Medium Aggregate (MA)*

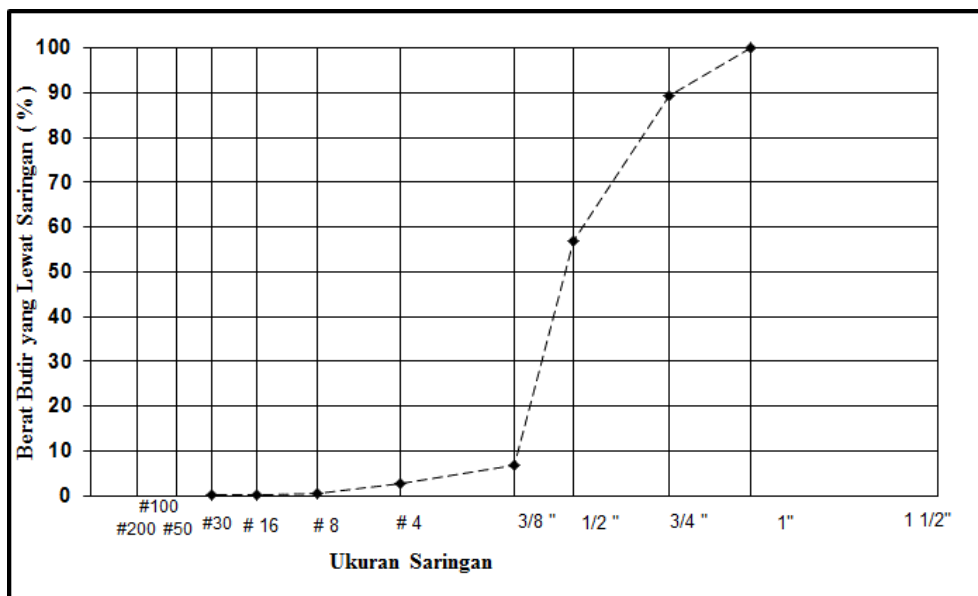
2. Analisa Saringan *Coarse Aggregate* (CA) – Batu 3/8 Ex. Kelay

Tabel 4.10 Analisa Saringan Agregat Kasar *Coarse Aggregate* (CA) – Batu 3/8

Berat Bahan Kering : 1.771 gr Berat Bahan Kering : 1.650 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,0	175	9,84	90,16	195	11,80	88,20	89,18
1/2"	12,7	753	42,33	57,67	727	44,01	55,99	56,83
3/8"	9,5	1.646	92,52	7,48	1.554	94,07	5,93	6,70
# 4	4,76	1.723	96,85	3,15	1.619	98,00	2,00	2,57
# 8	2,38	1.767	99,33	0,67	1.646	99,64	0,36	0,52
# 16	1,19	1.770	99,49	0,51	1.649	99,82	0,18	0,34
# 30	0,59	1.771	99,55	0,45	1.650	99,88	0,12	0,29
# 50	0,279							
# 100	0,148							
# 200	0,074							

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4.2 Grafik Analisa Saringan Agregat Kasar *Coarse Aggregate* (CA)

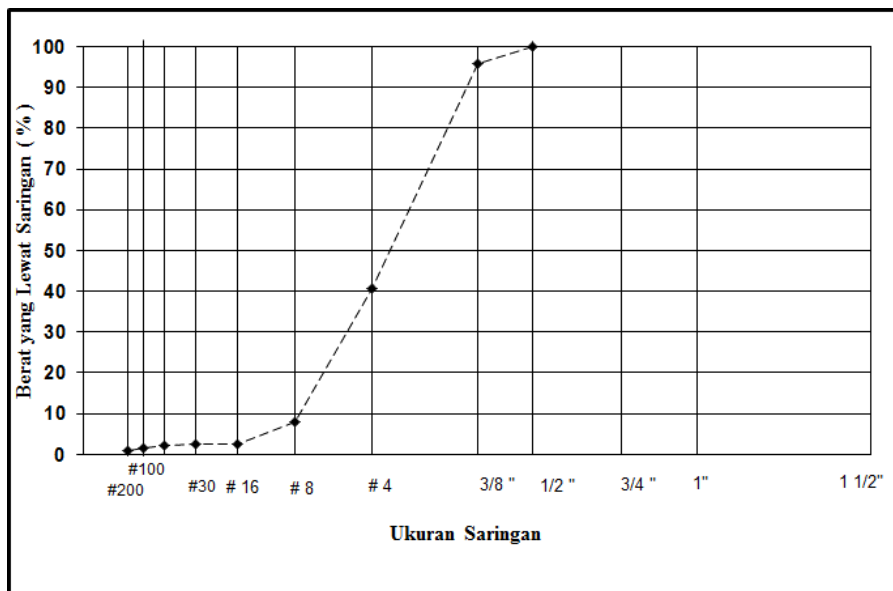
3. Analisa Saringan *Fine Aggregate* (FA) Ex. Kelay

Tabel 4.11 Analisa Saringan Agregat Halus *Fine Aggregate* (FA) – Abu Batu

Berat Bahan Kering : 2.128 gr Berat Bahan Kering : 1678 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,5	89,7	4,17	95,83	75,9	4,48	95,52	95,68
# 4	4,76	1.216,7	56,56	43,44	1.056,7	62,35	37,65	40,54
# 8	2,38	1.995,8	92,78	7,22	1.545,7	91,20	8,80	8,01
# 16	1,19	2.100,0	97,63	2,37	1.645,7	97,10	2,90	2,63
# 30	0,59	2.103,8	97,81	2,19	1.646,2	97,13	2,87	2,53
# 50	0,279	2.107,9	98,00	2,00	1.649,7	97,34	2,66	2,33
# 100	0,148	2.120,2	98,57	1,43	1.668,7	98,46	1,54	1,49
# 200	0,074	2.128,9	98,97	1,03	1.678,2	99,02	0,98	1,00

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4.3 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus *Fine Aggregate* (FA)

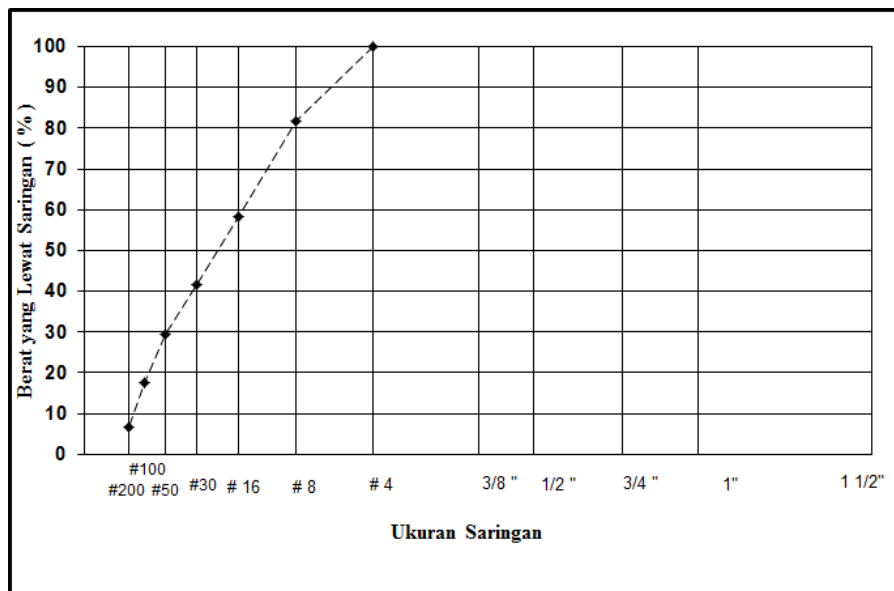
4. Analisa Saringan *Sand Ex. Kelay*

Tabel 4.12 Analisa Saringan Agregat Halus *Sand* (Pasir)

Berat Bahan Kering : 420 gr Berat Bahan Kering : 390 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan	Tertahan	Lolos	tertahan	Tertahan	Lolos	
		(Gram)			(Gram)			
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7							
3/8"	9,5							
# 4	4,76	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
# 8	2,38	81,8	17,93	82,07	75,9	18,41	81,59	81,83
# 16	1,19	191,3	41,93	58,07	171,9	41,69	58,31	58,19
# 30	0,59	263,1	57,67	42,33	243,4	59,03	40,97	41,65
# 50	0,279	323,0	70,80	29,20	290,5	70,46	29,54	29,37
# 100	0,148	374,9	82,18	17,82	341,1	82,73	17,27	17,55
# 200	0,074	420,4	92,15	7,85	390,5	94,71	5,29	6,57

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4.4 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus *Sand* (Pasir)

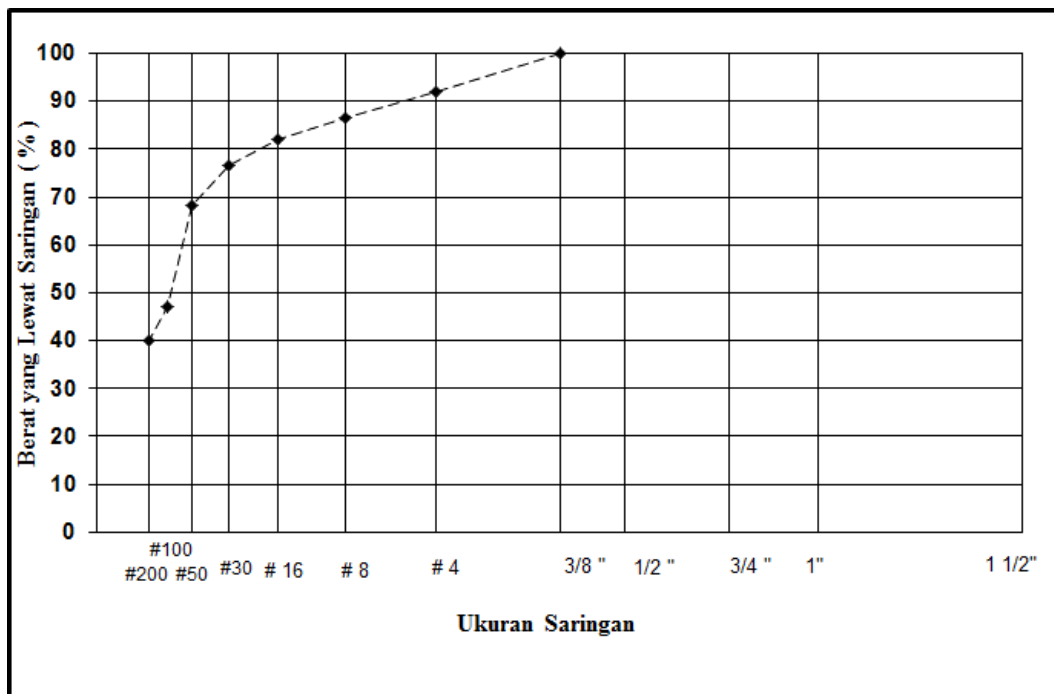
5. Analisa Saringan Asbuton LGA 50/30 Ex. Lawele

Tabel 4.13 Analisa Saringan Agregat Halus Asbuton LGA

Berat Bahan Kering : 167 gr Berat Bahan Kering : 248 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7							
3/8"	9,5	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
# 4	4,76	38,9	13,54	86,46	10,9	2,71	97,29	91,88
# 8	2,38	50,9	17,71	82,29	37,5	9,31	90,69	86,49
# 16	1,19	56,6	19,69	80,31	65,6	16,28	83,72	82,01
# 30	0,59	69,3	24,11	75,89	90,9	22,56	77,44	76,66
# 50	0,279	93,1	32,39	67,61	126,1	31,30	68,70	68,15
# 100	0,148	146,4	50,94	49,06	220,1	54,63	45,37	47,22
# 200	0,074	167,4	58,25	41,75	248,9	61,78	38,22	39,99

Sumber : Hasil Pengujian



Gambar 4.5 Grafik Analisa Saringan Agregat Halus Asbuton LGA

Dari masing – masing hasil analisa saringan agregat, di dapat *resume* keseluruhan analisa saringan yang di sajikan dalam bentuk tabel gabungan analisa saringan di bawah ini :

Tabel 4.14 Analisa Saringan Agregat Gabungan

Ukuran Saringan	Inch	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
	mm	38,1	25,4	19	12,7	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
Data Material		% LOLOS											
Pasir		100	100	100	100	100,00	100,00	81,83	58,19	41,65	29,37	17,55	6,57
Abu Batu		100	100	100	100,00	95,68	40,54	8,01	2,63	2,53	2,33	1,49	1,00
Batu 3/8"		100	100	89,18	56,83	6,70	2,57	0,52	0,34	-	-	-	-
Batu 3/4"		100	100	70,78	28,92	1,53	1,40	1,38	-	-	-	-	-
Filler Asb. LGA 50/30		100	100	100	100	100	92	86	82	76,7	68,15	47,22	39,99

Sumber : Hasil Pengujian

4.1.3 Hasil Gradasi Gabungan Agregat

Tabel 4.15 Gradasi Gabungan Agregat Asb 7 %

Komposisi Campuran		(%) LOLOS											
Pasir	41,0%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20,0%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	22,0%	22,00	22,00	19,62	12,50	1,47	0,57	0,11	0,08	-	-	-	-
Batu 3/4"	10,0%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler Asb. LGA 50/30	7,0%	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,43	6,05	5,74	5,37	4,77	3,31	2,80
Total Campuran	100,0%	100,0	100,0	94,70	83,40	68,76	56,25	41,46	30,20	22,95	17,28	10,80	5,69
		1,5"	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Spec Gradasi	max	100	100	100	90	82	64	49	38	28	20	13	8
	min	100	100	90	75	66	46	30	18	12	7	5	4

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.16 Gradasi Gabungan Agregat Asb 8 %

Komposisi Campuran		(%) LOLOS											
Pasir	41,0%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20,0%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	21,0%	21,00	21,00	18,73	11,93	1,41	0,54	0,11	0,07	-	-	-	-
Batu 3/4"	10,0%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler Asb. LGA 50/30	8,0%	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,35	6,92	6,56	6,13	5,45	3,78	3,20
Total Campuran	100,0%	100,0	100,0	94,81	83,83	69,70	57,14	42,32	31,02	23,71	17,96	11,27	6,09
		1,5"	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Spec Gradasi	max	100	100	100	90	82	64	49	38	28	20	13	8
	min	100	100	90	75	66	46	30	18	12	7	5	4

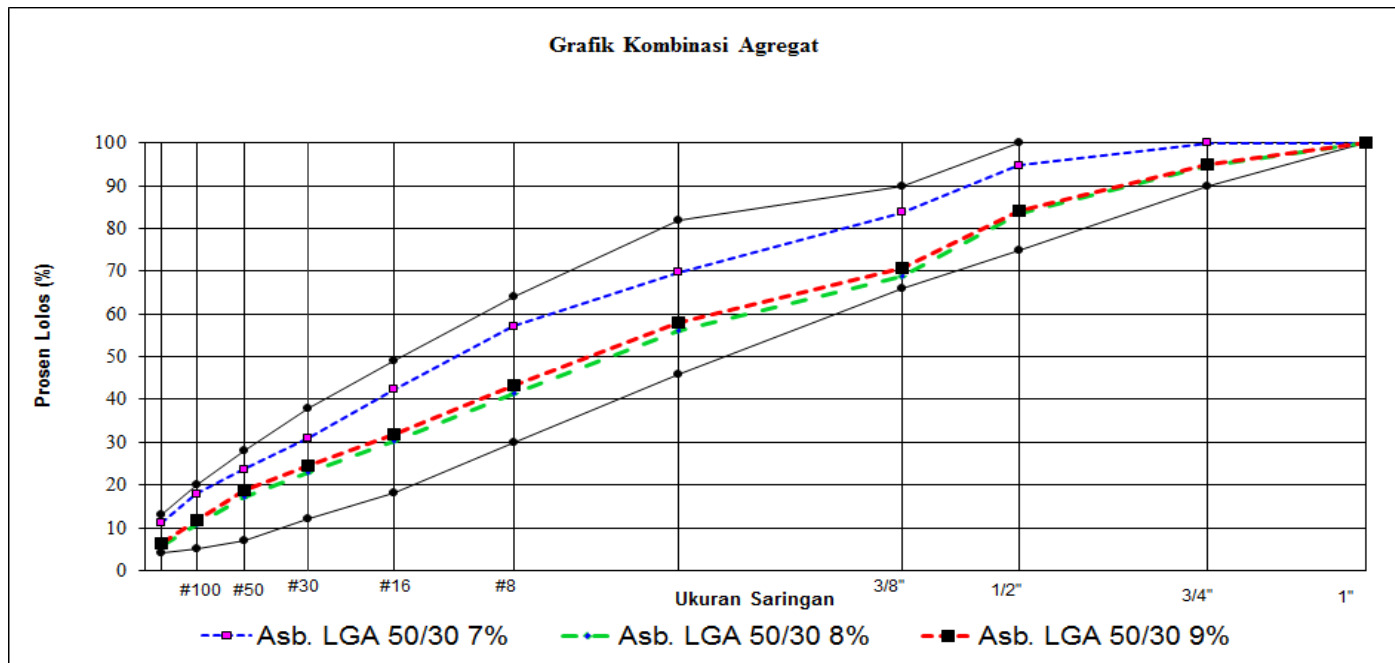
Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.17 Gradasi Gabungan Agregat Asb 9 %

Komposisi Campuran		(%) LOLOS											
Pasir	41,0%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20,0%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	20,0%	20,00	20,00	17,84	11,37	1,34	0,51	0,10	0,07	-	-	-	-
Batu 3/4"	10,0%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler Asb. LGA 50/30	9,0%	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,27	7,78	7,38	6,90	6,13	4,25	3,60
Total Campuran	100,0%	100,0	100,0	94,91	84,26	70,63	58,03	43,18	31,83	24,48	18,64	11,74	6,49
		1,5"	1 "	3/4 "	1/2 "	3/8 "	# 4	# 8	#16	# 30	# 50	# 100	# 200
Spec Gradasi	max	100	100	100	90	82	64	49	38	28	20	13	8
	min	100	100	90	75	66	46	30	18	12	7	5	4

Sumber : Hasil Pengujian

	FINE SAND	MEDIUM SAND			COARSE SAND FINE GRAVEL	COARSE GRAVEL
MICRONS	US STANDARD					
	SIEVE SIZE					



Gambar 4.6 Grafik Gradasi Gabungan Agregat

Berdasarkan hasil analisa saringan gabungan diatas Gradasi material semuanya memenuhi kriteria yang diinginkan, hal ini dapat dilihat dari tabel 4.15 , tabel 4.16 dan tabel 4.17. Sehingga semua persentase Filler Asb. LGA 50/30 yaitu 7%, 8%, dan 9% memenuhi syarat.

4.2 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Aspal pen 60/70 Ex. Pertamina

Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal minyak penetrasi 60/70 yang diperoleh dari gudang aspal PT. Putra Nanggroe Aceh. Hasil pemeriksaan karakteristik aspal disajikan dalam Tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.18 Pemeriksaan Karakteristik Aspal Minyak 60/70

No.	Uraian	Hasil	Persyaratan
1.	Penetrasi pada 25°C (0.1 mm)	62	60 – 70
2.	Viskositas 135°C (cSt)	315	≥ 300
3.	Titik Lembek (°C)	49,1	≥ 48
4.	Daktilitas pada 25°C (cm)	100	≥ 100
5.	Titik Nyala (°C)	240	≥ 232
6.	Kelarutan dalam Trichloroethylene (%)	99,81	≥ 99
7.	Berat Jenis (gram/cm ³)	1,033	≥ 1.0
8.	Penetrasi (%)	88	≥ 54
9.	Berat yang Hilang (%)	0,26	≤ 0,8

Sumber : Hasil Pengujian

4.3 Hasil Pemeriksaan Asbuton LGA

Data hasil pengujian yang di peroleh dari PT. Asbuton Jaya Abadi, seperti Tabel dibawah ini :

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Asbuton LGA 50/30

Pengujian	Metode Pengujian	Rata - rata	Satuan	Keterangan
Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus (NO. 8)	SNI. ASTM C. 136 : 2012	86,9	Gram	-
Campuran Beraspal Panas dengan Cara Sentrifus	SNI 03 – 6894 – 2002	25,03	%	Memenuhi
Pengujian Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan	SNI 1971 -2011	3,20	%	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian UPT Laboratorium dan Pengujian Bahan Dinas Bina Marga Provinsi Sulawesi Tengah

4.4 Rancangan Proporsi Campuran

Istilah metode coba-coba (*Trial and Error*), diperoleh untuk menentukan rancangan proporsi campuran agregat Laston AC-BC dengan prosedur kerjanya seperti paham akan batasan gradasi campuran yang telah di isyaratkan dan menyertakan data spesifikasi yang telah di isyaratkan. Setelah prosedur itu dilakukan , metode coba-coba (*Trial and Error*) dapat diberlakukan untuk memperoleh komposisi campuran. Kemudian dilakukannya penimbangan sesuai dengan kadar aspal dan persentase tertahan pada masing masing saringan.

4.4.1 Rencana Kadar Aspal Optimum (KAO)

Sebelum merencanakan Kadar Aspal Optimum (KAO), sebaiknya mengetahui parameter-parameter yang telah di isyaratkan oleh spesifikasi Bina Marga. Parameter yang diisyaratkan oleh Bina Marga sebagai standar acuan antara lain Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), *Marshall Quotient* (MQ). Rongga terisi aspal (*VFA*), Rongga dalam Campuran (*VIM*) dan Rongga dalam agregat (*VMA*).

Disini peneliti menggunakan kadar aspal dari 4,5 % sampai dengan 6,5 % dengan tingkat kenaikan kadar aspal 0,5 % , sebagai acuan untuk memperoleh kadar aspal optimum (KAO) untuk campuran lapis aspal beton (Laston).

4.4.2 Penentuan Berat Agregat dan Berat Aspal dalam Campuran

Sesudah didapatkan persentase masing-masing fraksi agregat dan aspal, selanjutnya menentukan berat masing-masing material sebagai dasar acuan untuk rancangan pembuatan benda uji campuran beraspal dengan kapasitas *mold*.

Contoh perhitungan untuk campuran AC – BC Asbuton 7%, 8%, dan 9%, seperti dibawah ini :

1. Campuran AC – BC Asbuton 7%

- a. Kadar Aspal : 4,5 %
- b. Kapasitas Mold : 1.200 gram
- c. Berat Agregat :
 - Pasir : $(39,16 \%) \times (1.200 \text{ gram}) = 469,9 \text{ gram}$
 - Abu Batu : $(19,10 \%) \times (1.200 \text{ gram}) = 229,2 \text{ gram}$

• Batu 3/8"	: (21,01 %) x (1.200 gram)	= 252,1 gram
• Batu 3/4"	: (9,55 %) x (1.200 gram)	= 114,6 gram
d. Berat Asb LGA 50/30	: (6,69 %) x (1.200 gram)	= 80,2 gram
e. Berat Aspal	: (4,5 %) x (1.200 gram)	<u>= 54 gram</u>
Total		= 1.200 gram

2. Campuran AC – BC Asbuton 8%

a. Kadar Aspal	: 4,5 %	
b. Kapasitas Mold	: 1.200 gram	
c. Berat Agregat :		
• Pasir	: (39,16 %) x (1.200 gram)	= 469,9 gram
• Abu Batu	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/8"	: (20,05 %) x (1.200 gram)	= 240,6 gram
• Batu 3/4"	: (9,55 %) x (1.200 gram)	= 114,6 gram
d. Berat Asb LGA 50/30	: (7,64 %) x (1.200 gram)	= 91,7 gram
e. Berat Aspal	: (4,5 %) x (1.200 gram)	<u>= 54 gram</u>
Total		= 1.200 gram

3. Campuran AC – BC Asbuton 9%

a. Kadar Aspal	: 4,5 %	
b. Kapasitas Mold	: 1.200 gram	
c. Berat Agregat :		
• Pasir	: (39,16 %) x (1.200 gram)	= 469,9 gram
• Abu Batu	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/8"	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/4"	: (8,59 %) x (1.200 gram)	= 114,6 gram
d. Berat Asb LGA 50/30	: (7,64 %) x (1.200 gram)	= 103,08 gram
e. Berat Aspal	: (4,5 %) x (1.200 gram)	<u>= 54 gram</u>
Total		= 1.200 gram

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal yang digunakan dalam percobaan ini dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut ini :

Tabel 4.20 Berat Aspal dan Berat Agregat pada Campuran Ac-Bc Asbuton 7%, 8% dan 9%

Kadar Aspal (%)	4,5			5,0			5,5			6,0			6,5		
	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7	8	9
Pasir (Gram)	469,9	469,9	469,9	467,4	467,4	467,4	465,0	465,0	465,0	462,5	462,5	462,5	460,1	460,1	460,1
Abu Batu (Gram)	229,2	229,2	229,2	228,0	228,0	228,0	226,8	226,8	226,8	225,6	225,6	225,6	224,4	224,4	224,4
Batu 3/8 “ (Gram)	252,1	240,7	229,2	250,8	239,4	228,0	249,5	238,1	226,8	248,2	236,9	225,6	246,8	235,6	224,4
Batu 3/4 “ (Gram)	114,6	114,6	114,6	114,0	114,0	114,0	113,4	113,4	113,4	112,8	112,8	112,8	112,2	112,2	112,2
Asb 50/30 (Gram)	80,2	90,72	103,1	79,8	91,2	102,6	79,3	90,7	102,1	79,0	90,2	101,5	78,5	89,8	100,9
Total Agregat Campuran (Gram)	1.146	1.146	1.146	1.140	1.140	1.140	1.134	1.134	1.134	1.128	1.128	1.128	1.122	1.122	1.122
Berat Aspal Campuran (Gram)	54,0	54,0	54,0	60,0	60,0	60,0	66,0	66,0	66,0	72,0	72,0	72,0	78,0	78,0	78,0
Total Berat Campuran (Gram)	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200	1.200

Sumber : Hasil Pengujian

4.4.3 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Campuran

Berdasarkan hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat serta berat jenis aspal diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4.21 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

Uraian	Berat Jenis Kering Oven	Berat Jenis Semu	Berat Jenis Efektif
	(a)	(b)	$C = (a + b) / 2$
Pasir	2,610	2,703	2,656
Abu Batu	2,631	2,728	2,679
Batu 3/8"	2,632	2,757	2,694
Batu 3/4"	2,639	2,709	2,674
Filler Asb 50/30	2,420	2,420	2,420
Aspal Pen 60/70	1,03		

Sumber : Hasil Pengujian

Penentuan Berat Jenis Efektif :

1. Pasir

$$\text{Berat Jenis Efektif} = \frac{\text{Berat Jenis Kering Oven} + \text{Berat Jenis Semu}}{2}$$

$$\text{Berat Jenis Efektif} = \frac{2,610 + 2,703}{2}$$

$$\text{Berat Jenis Efektif} = 2,656$$

2. Abu Batu

$$\text{Berat Jenis Efektif} = \frac{\text{Berat Jenis Kering Oven} + \text{Berat Jenis Semu}}{2}$$

$$\text{Berat Jenis Efektif} = \frac{2,631 + 2,728}{2}$$

$$\text{Berat Jenis Efektif} = 2,656$$

Tabel 4.22 Berat Jenis *Bulk* dan *Apparent* Total Agregat

KOMPOSISI AGREGAT		BULK	APP
Filler Asb B 50/30	7,00%	2,420	2,420
Pasir	41,00%	2,610	2,703
Abu Batu	20,00%	2,631	2,728
Batu 3/8"	22,00%	2,632	2,757
Batu 3/4"	10,00%	2,639	2,709
GMM		2,433	

Sumber : Hasil Pengujian

Berdasarkan data hasil pemeriksaan diatas, maka berat jenis gabungan agregat dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{BJ. Kering Oven dari total agregat (Gsb)}_{\text{Tot.Agregat}} = \frac{100}{\frac{41\%}{2,610} + \frac{20\%}{2,631} + \frac{22\%}{2,632} + \frac{10\%}{2,639} + \frac{7\%}{2,420}}$$

$$= 2,608 \%$$

$$\text{BJ. Semu dari total agregat (Gsa)}_{\text{Tot.Agregat}} = \frac{100}{\frac{41\%}{2,703} + \frac{20\%}{2,728} + \frac{22\%}{2,757} + \frac{10\%}{2,709} + \frac{7\%}{2,420}}$$

$$= 2,698 \%$$

$$\text{BJ. Efektif agregat (Gse)} = \frac{2,608 + 2,698}{2}$$

$$= 2,653 \%$$

$$\text{Penyerapan Aspal (Pba)} = 100 \times \text{BJ Aspal} \times (\text{Gse} - \text{Gsb}) / (\text{Gse} \times \text{Gsb})$$

$$= 100 \times 1,03 \times (2,653 - 2,608) / (2,653 \times 2,698)$$

$$= 0,676 \%$$

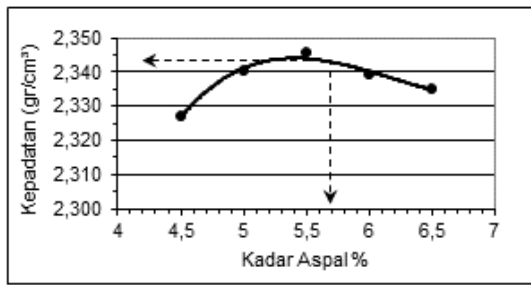
4.5 Data Uji *Marshall* PKAO AC-BC Asbuton 50/30 Kadar 7%, 8%, dan 9%

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan didapatkan hasil pengujian *Marshall* untuk penentuan kadar aspal optimum. Data hasil pengujian *Marshall* disajikan dalam bentuk tabel dibawah ini :

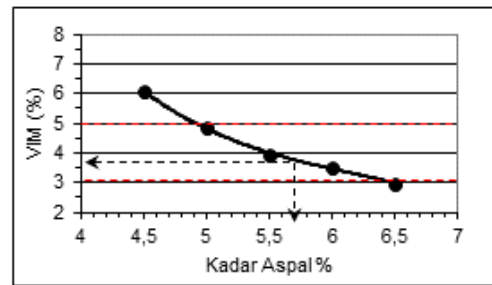
Tabel 4.23 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 7%

NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % V I M	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE-LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
								DI BACA	TERKO-REKSI Prov. Ring		
	%	g/cm ³		%	%	%	%		Kg	mm	Kg/mm
1.a	4,5	511,9	2,323	6,253	14,95	58,17	3,854	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	509,5	2,332	5,891	14,62	59,71	3,854	45,00	659,12	2,50	263,65
			2,327	6,072	14,784	58,937	3,854		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	510,3	2,332	5,196	15,06	65,51	4,358	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	506,3	2,349	4,503	14,44	68,82	4,358	62,00	908,11	2,80	324,33
			2,340	4,849	14,754	67,167	4,358		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	509,0	2,337	4,292	15,32	71,99	4,861	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	504,7	2,354	3,590	14,70	75,59	4,861	71,00	1039,94	3,00	346,65
			2,345	3,941	15,014	73,790	4,861		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	506,1	2,344	3,298	15,51	78,74	5,364	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	509,5	2,334	3,700	15,86	76,67	5,364	69,00	1010,64	3,50	288,76
			2,339	3,499	15,686	77,705	5,364		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	509,5	2,332	3,105	16,39	81,06	5,868	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	508,6	2,338	2,844	16,17	82,41	5,868	65,00	952,06	3,70	257,31
			2,335	2,974	16,281	81,737	5,868		974,03	3,60	270,94

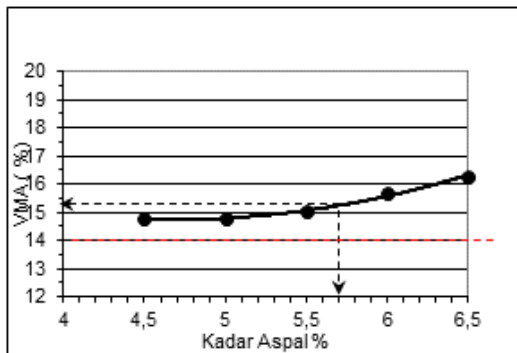
Sumber : Hasil Perhitungan



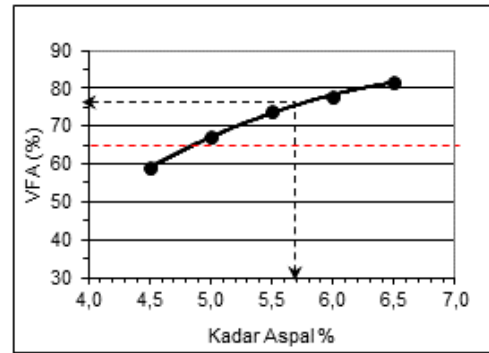
Bulk density : 2,344 T/m3



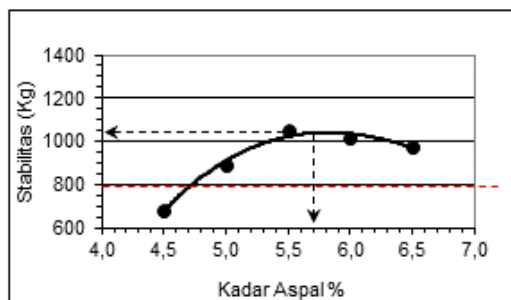
VIM : 3,696 %



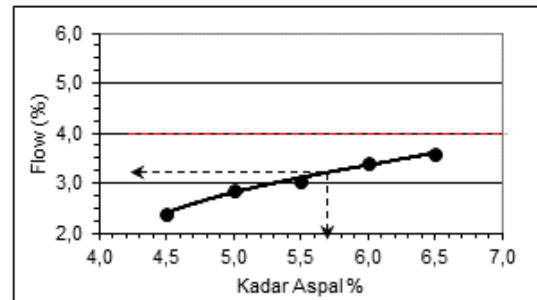
VMA : 15,223 %



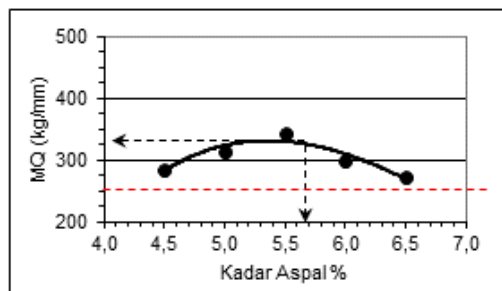
VFA : 75,723 %



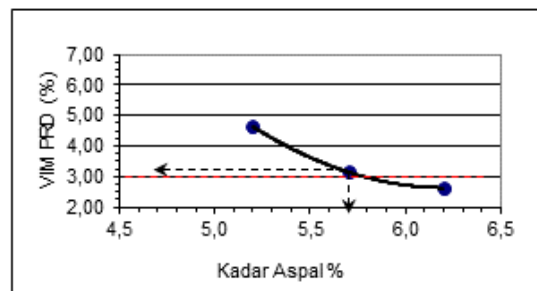
Marshall Stability : 1091 Kg



Flow : 3,30 mm



Marshall Quotient : 330 Kg/mm

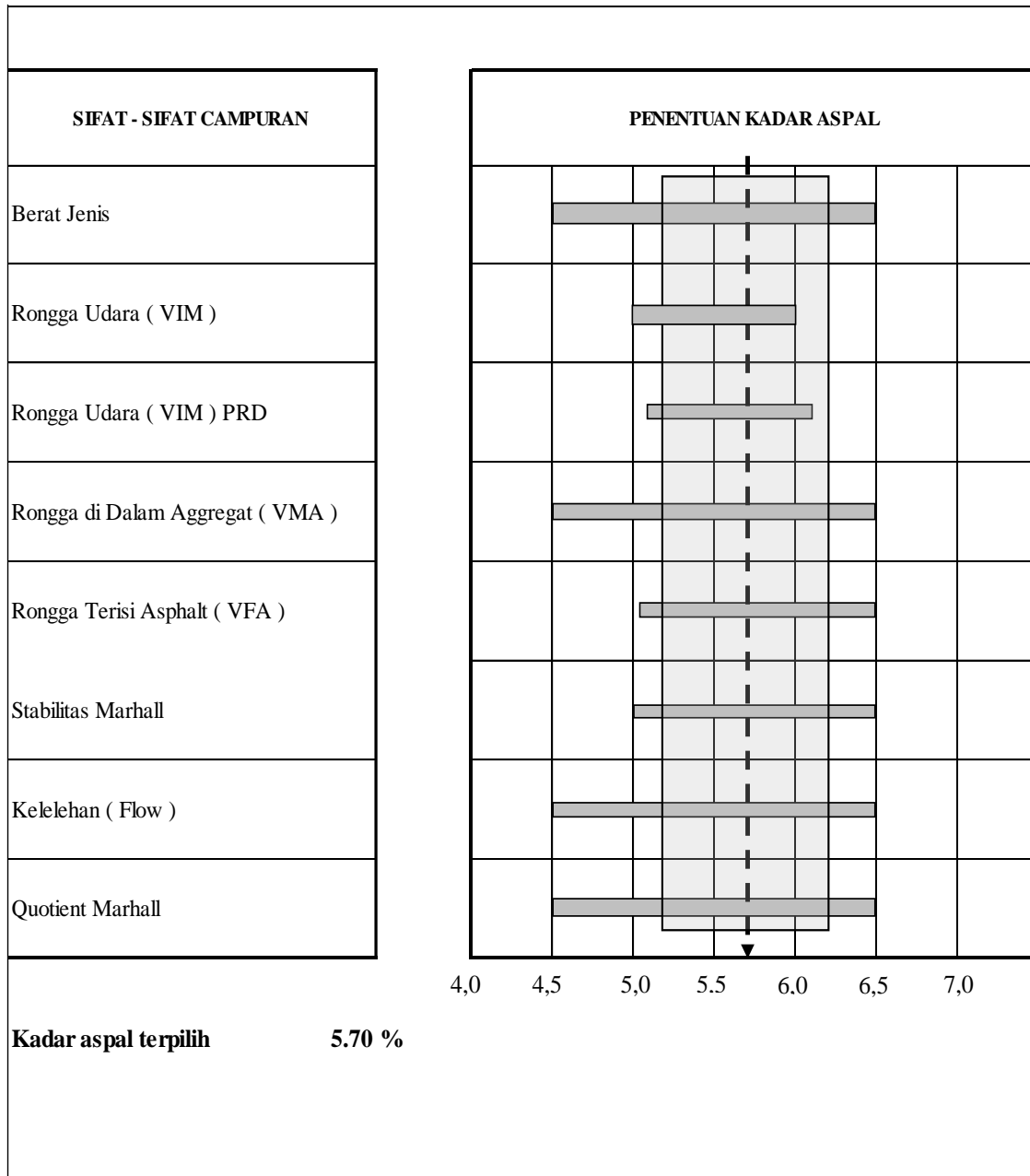


VIM PRD : 3,145 %

Gambar 4.7 Grafik Hasil Uji *Marshall* dan Penentu KAO kadar Asb 7%

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari nilai karakteristik campuran yang dihasilkan pada tes *Marshall* tersebut diatas, maka dapat ditentukan kadar aspal optimum Asb 7% sebagai berikut :



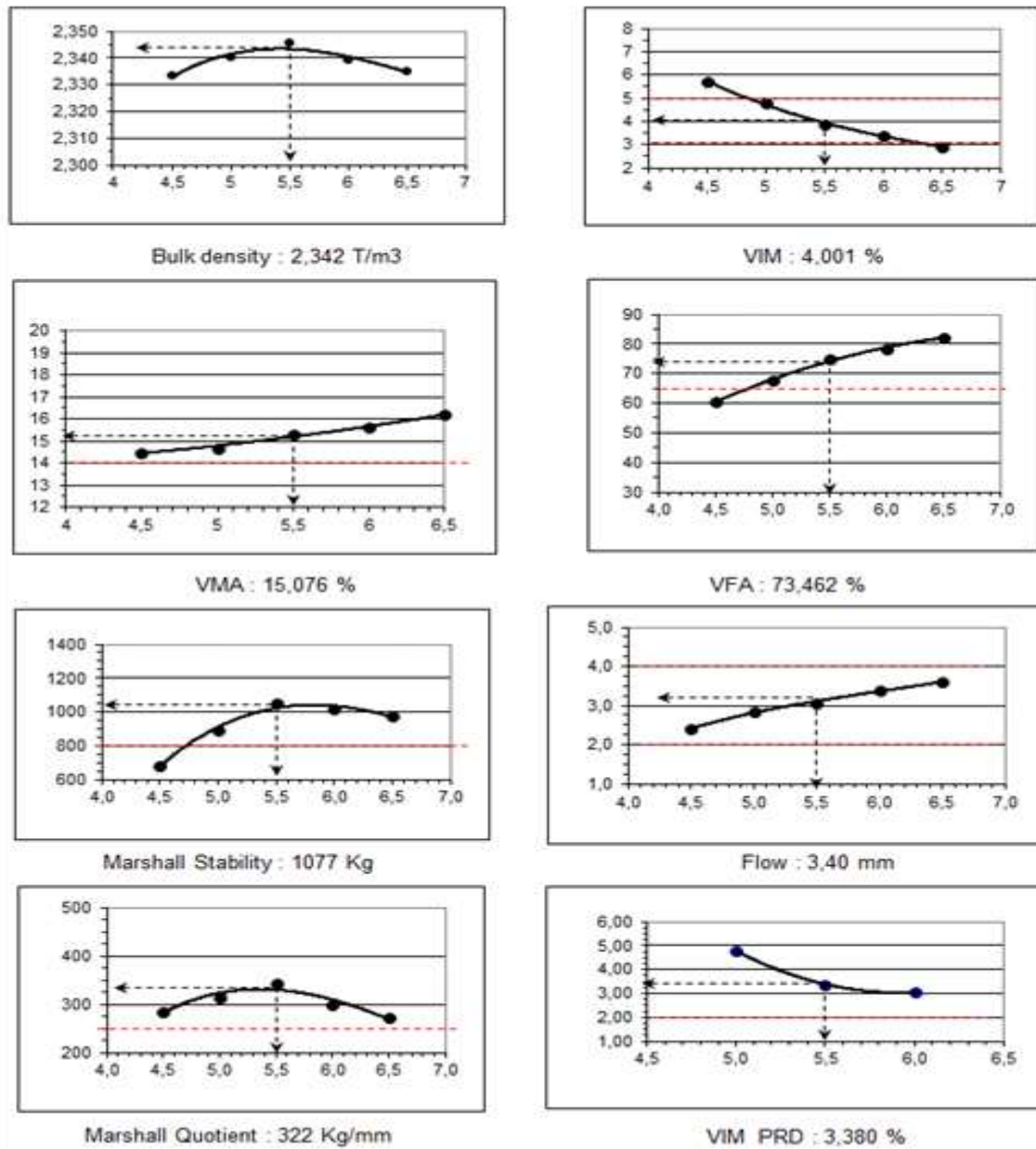
Gambar 4.8 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 7%

Sumber : Hasil Perhitungan

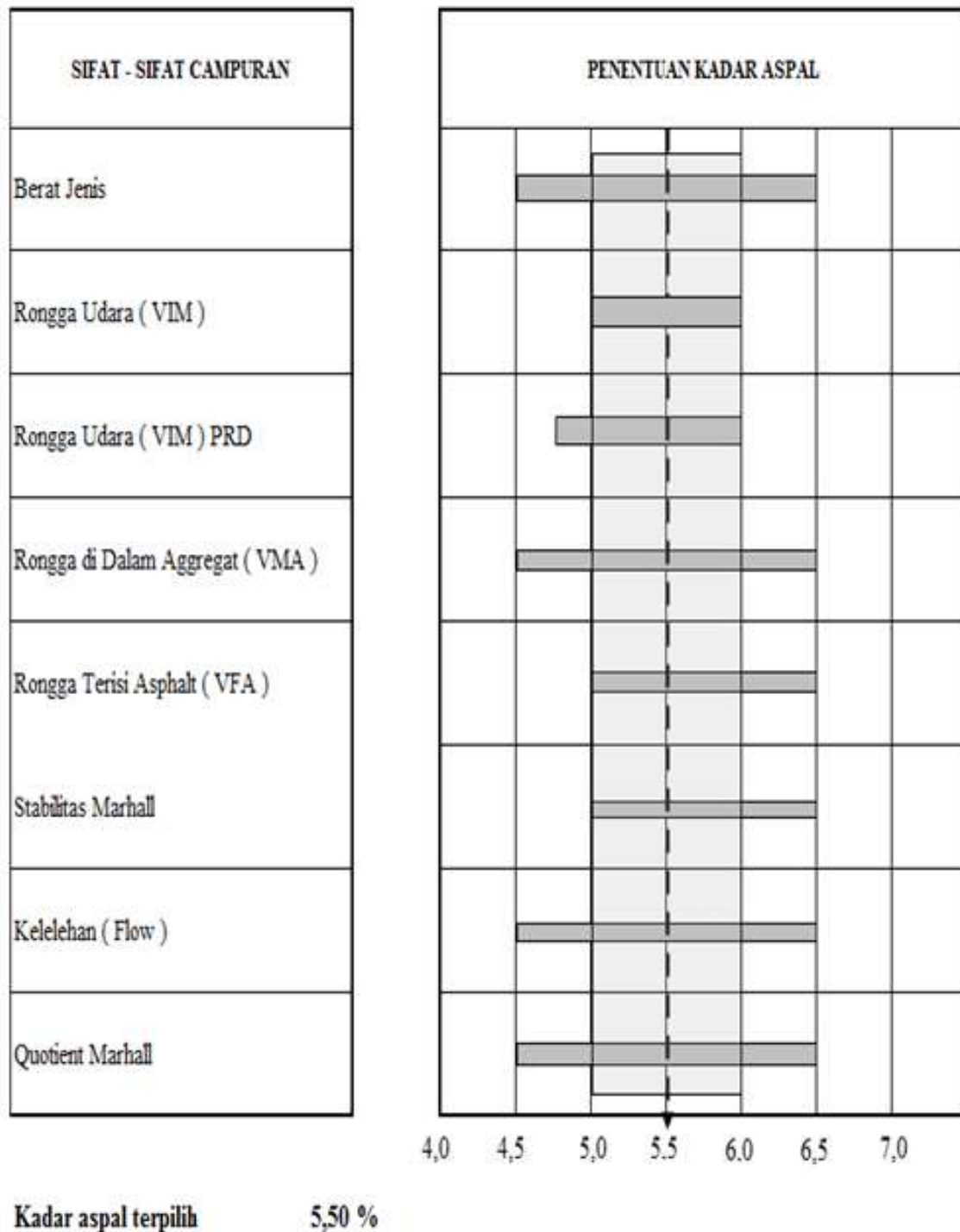
Tabel 4.24 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 8%

NO. BEND A UJI	KADA R ASPAL CAMP.	B.D. MAK S CAM P.	ISI BEND A UJI	BJ BUL K CAM P	RONGG A UDARA %	RONGGA DLM MINERAL AGG (%)	% RONGG A TERISI ASPAL	KADAR ASPAL T EFEKTI F	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTI S (MM)	HASIL BAGI MARSHAL L
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
	A	B	F	G	H	I	J		K	L	M	N
1.a	4,5	2,475	509,2	2,335	5,662	14,42	60,74	3,863	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	2,475	509,5	2,332	5,797	14,55	60,15	3,863	45,00	659,12	2,50	263,65
				2,333	5,729	14,484	60,446	3,863		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	2,457	510,3	2,332	5,102	14,99	65,96	4,366	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	2,457	506,3	2,349	4,409	14,37	69,32	4,366	62,00	908,11	2,80	324,33
				2,340	4,755	14,680	67,642	4,366		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	2,439	509,0	2,337	4,198	16,03	73,81	4,870	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	2,439	504,7	2,354	3,496	14,63	76,10	4,870	71,00	1039,94	3,00	346,65
				2,345	3,847	15,329	74,957	4,870		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	2,422	506,1	2,344	3,205	15,44	79,24	5,373	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	2,422	509,5	2,334	3,608	15,79	77,15	5,373	69,00	1010,64	3,50	288,76
				2,339	3,406	15,613	78,195	5,373		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	2,404	509,5	2,332	3,013	16,32	81,54	5,876	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	2,404	508,6	2,338	2,751	16,10	82,91	5,876	65,00	952,06	3,70	257,31
				2,335	2,882	16,208	82,224	5,876		974,03	3,60	270,94

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4.9 Grafik Hasil Uji *Marshall* dan Penentu KAO kadar Asb 8%
 Sumber : Hasil Perhitungan



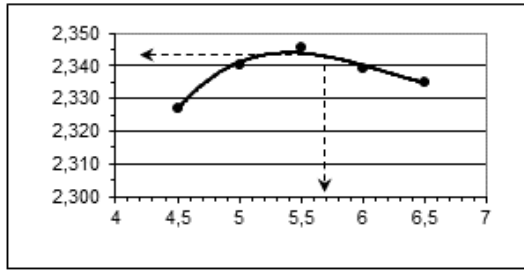
Gambar 4.10 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%

Sumber : Hasil Perhitungan

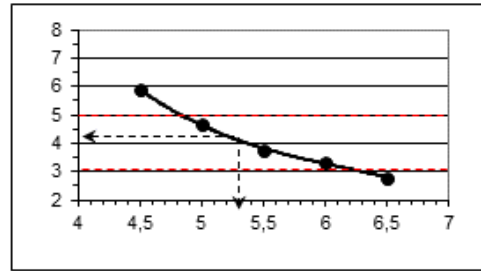
Tabel 4.25 Hasil Pengujian *Marshall* untuk Penentu KAO AC-BC Asbuton 9%

NO. BEND A UJI	KADAR ASPAL CAMP.	ISI BEND A UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % VIM	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) VMA	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELELAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
								DI BACA	TERKOREKSI Prov. Ring		
	A	F	G	H	I	J		K	L	M	N
1.a	4,5	511,9	2,323	6,066	14,80	59,02	3,872	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	509,5	2,332	5,703	14,47	60,59	3,872	45,00	659,12	2,50	263,65
			2,327	5,884	14,636	59,805	3,872		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	510,3	2,332	5,008	14,92	66,42	4,375	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	506,3	2,349	4,314	14,29	69,82	4,375	62,00	908,11	2,80	324,33
			2,340	4,661	14,606	68,121	4,375		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	509,0	2,337	4,105	16,05	74,43	4,878	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	504,7	2,354	3,402	14,55	76,63	4,878	71,00	1039,94	3,00	346,65
			2,345	3,753	15,304	75,529	4,878		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	506,1	2,344	3,112	15,36	79,75	5,382	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	509,5	2,334	3,515	15,72	77,63	5,382	69,00	1010,64	3,50	288,76
			2,339	3,313	15,539	78,690	5,382		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	509,5	2,332	2,921	16,25	82,02	5,885	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	508,6	2,338	2,659	16,02	83,41	5,885	65,00	952,06	3,70	257,31
			2,335	2,790	16,135	82,715	5,885		974,03	3,60	270,94

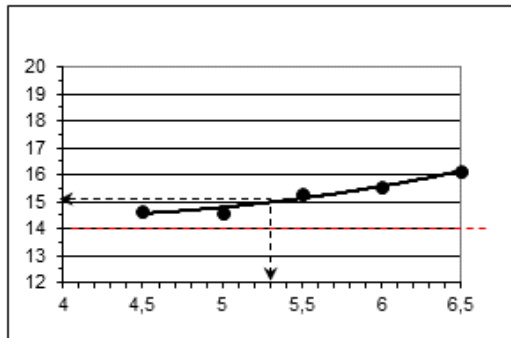
Sumber : Hasil Perhitungan



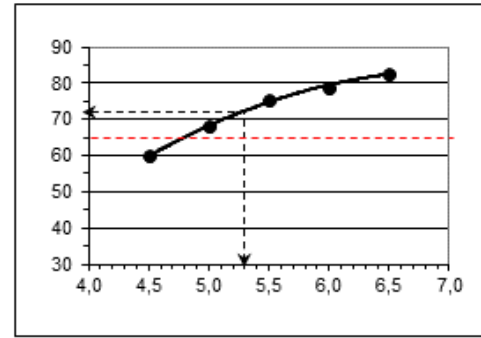
Bulk density : 2,352 T/m³



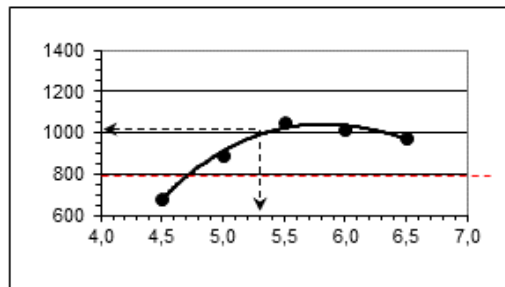
VIM : 4,578 %



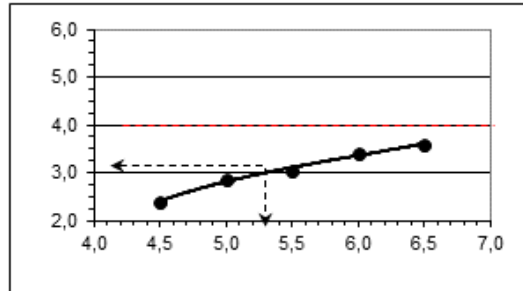
VMA : 15,279 %



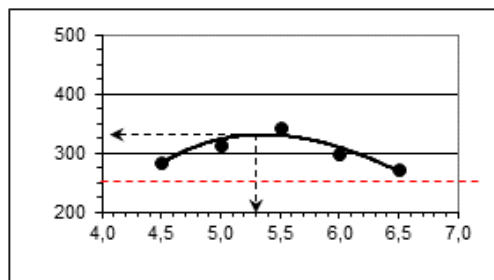
VFA : 70,039 %



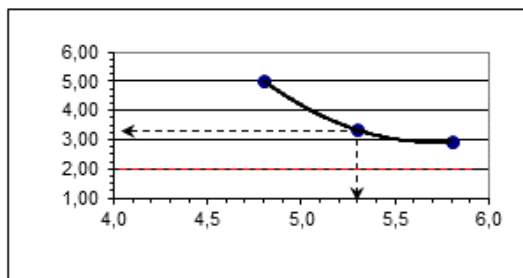
Marshall Stability : 1047 Kg



Flow : 3,40 mm



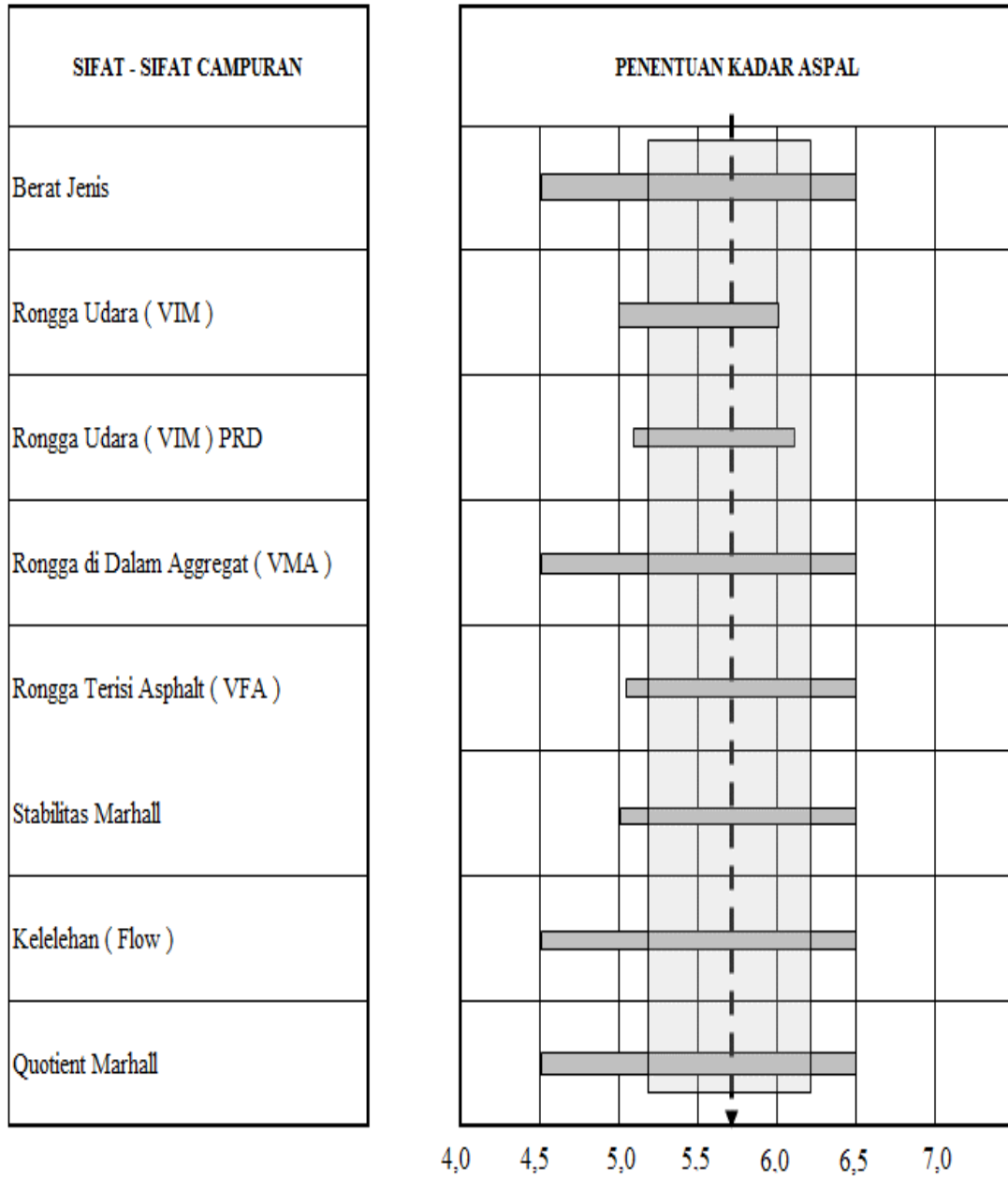
Marshall Quotient : 308 Kg/mm



VIM PRD : 3,324 %

Gambar 4.11 Grafik Hasil Uji *Marshall* dan Penentu KAO kadar Asb 9%

Sumber : Hasil Perhitungan



Kadar aspal terpilih 5,30 %

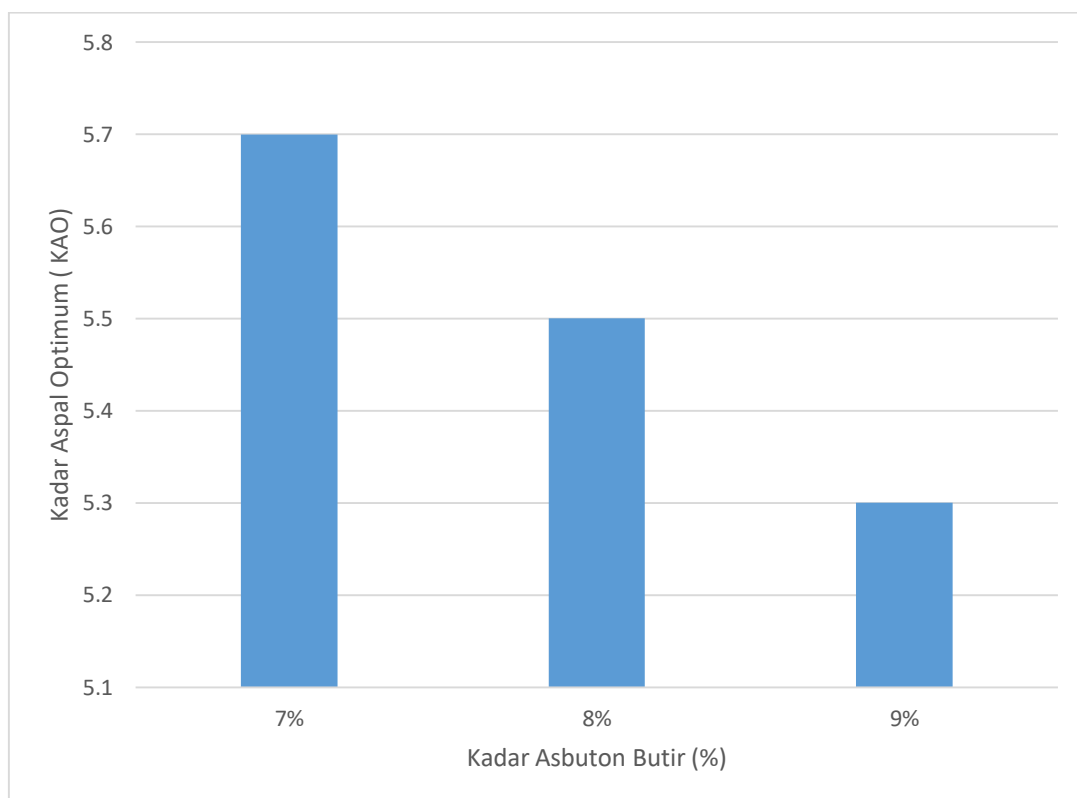
Gambar 4.12 Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%

Sumber : Hasil Perhitungan

4.6 Data Hasil Uji *Marshall* KAO AC – BC Asb LGA

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), *Marshall Quotien* (MQ), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA) pada Kadar Aspal Optimum (KAO).

Sebelum penentuan KAO, dilakukan perendaman pada alat *water bath* dengan suhu 60 °C selama 30 menit. Adapun Penentuan Kadar Aspal Optimum setelah dilakukan pengolahan data Uji *Marshall* pada tabel perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa penggunaan Asb LGA pada tiap persentase yaitu 7%, 8%, dan 9% memiliki Kadar Aspal Optimum (KAO) sebagai berikut :



Gambar 4.13 kadar aspal Optimum Untuk Masing-Masing Campuran AC-BC dengan Kadar Asbuton Butir Tipe 50/30: 7%, 8%, dan 9%

Dari Tabel 4.23 , Tabel 4.24, Tabel 4.25 dapat dilihat bahwa VMA, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan Stabilitas, VIM dan VFA ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 4,5%. Dari Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa VMA, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan Stabilitas, VIM dan VFA ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 4,5%. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa VMA, flow dan MQ memenuhi spesifikasi. Sedangkan Stabilitas, VIM dan VFA ada beberapa yang tidak memenuhi spesifikasi yaitu pada kadar aspal 4,5%

Dari data-data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan campuran beraspal panas yang disajikan pada Tabel 4.23, Tabel 4.24 dan Tabel 4.25, maka dibuat grafik yang menghubungkan antara Kadar aspal dengan Karakteristik campuran AC-BC yang mengandung asbuton butir tipe 50/30 menggunakan metode “Bar-Chart” untuk mendapatkan kadar aspal optimum (KAO) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.8, Gambar 4.10 dan Gambar 4.12. Dari Gambar 4.8 dapat dilihat bahwa campuran yang mengandung asbuton butir tipe 50/30 dengan kadar 7% diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,7%, dan untuk campuran yang mengandung asbuton butir tipe 50/30 dengan kadar 8% (Gambar 4.10) diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,5%, sedangkan untuk campuran yang mengandung asbuton butir tipe 50/30 dengan kadar 9% (Gambar 4.12) diperoleh Kadar Aspal Optimum (KAO) yaitu 5,3%.

Gambar 4.13 menunjukkan hasil penentuan kadar aspal optimum dengan menggunakan Metode “Bar-Chart” diatas, dibuat benda uji untuk campuran beraspal panas AC-BC dengan campuran agregat, aspal 60/70 dan Asbuton Butir Tipe 50/30. Adapun Uji Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 4.26 Data Hasil Uji *Marshall* KAO Asb 7%

NO. BEND A UJI	KADA R ASPAL CAMP.	ISI BEND A UJI	BJ BULK CAM P	RONGG A UDARA % V I M	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGG A TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTI F	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTI S (MM)	HASIL BAGI MARSHAL L
								DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
	A	F	G	H	I	J		K	L	M	N
Perendaman 30 menit											
1.a	5,7	505,9	2,347	3,604	15,14	76,20	5,068	73,00	1069,23	3,20	334,13
1.b	5,7	505,3	2,342	3,815	15,33	75,11	5,068	78,00	1142,47	3,10	368,54
			2,344	3,710	15,235	75,654	5,068		1105,85	3,15	351,34
2.a	5,7	506,5	2,346	3,613	15,15	76,15	5,068	75,00	1098,53	3,40	323,10
2.b	5,7	504,5	2,343	3,752	15,27	75,43	5,068	72,00	1054,58	3,60	292,94
			2,345	3,683	15,212	75,792	5,068		1076,55	3,50	308,02
			2,344	3,696	15,223	75,723			1091,202	3,325	329,677
Perendaman 24 jam											
1.a	5,7	510,7	2,335	4,263	16,191	73,673	5,068	69,00	1010,64	3,60	280,73
1.b	5,7	510,2	2,334	4,289	16,215	73,546	5,068	67,00	981,35	3,70	265,23
			2,334	4,276	16,20	73,61	5,068		996,00	3,65	272,98
								Job Mix Formula			
									1091,20		
									91,28		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.27 Data Hasil Uji *Marshall* KAO Asb 8%

NO. BEND A UJI	KADAR ASPAL CAMP.	ISI BEND A UJI	BJ BUL K CAM P	RONGG A UDARA % V I M	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGG A TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTI S (MM)	HASIL BAGI MARSHAL L
								DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
	A	F	G	H	I	J		K	L	M	N
Perendaman 30 menit											
1.a	5,5	507,1	2,340	4,074	15,14	73,09	4,875	73,00	1069,23	3,40	314,48
1.b	5,5	505,5	2,343	3,949	15,03	73,73	4,875	75,00	1098,53	3,20	343,29
			2,341	4,011	15,085	73,411	4,875		1083,88	3,30	328,88
2.a	5,5	506,4	2,343	3,941	15,02	73,77	4,875	74,00	1083,88	3,30	328,45
2.b	5,5	505,6	2,341	4,040	15,11	73,26	4,875	72,00	1054,58	3,50	301,31
			2,342	3,991	15,067	73,513	4,875		1069,23	3,40	314,88
			2,342	4,001	15,076	73,462			1076,555	3,350	321,882
Perendaman 24 jam											
1.a	5,4	510,0	2,336	3,704	14,962	75,247	4,775	69,00	1010,64	3,60	280,73
1.b	5,4	509,5	2,333	3,828	15,071	74,604	4,775	67,00	981,35	3,70	265,23
			2,335	3,766	15,02	74,93	4,775		996,00	3,65	272,98
							Job Mix Formula		1076,55		
									92,52		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.28 Data Hasil Uji *Marshall* KAO Asb 9%

NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % VIM	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) VMA	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELELAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHAL
								DI BACA	TERKORREKSI Prov. Ring		
	A	F	G	H	I	J		K	L	M	N
Perendaman 30 menit											
1.a	5,3	505,6	2,352	4,586	15,29	70,00	4,683	73,00	1069,23	3,30	324,01
1.b	5,3	504,2	2,351	4,618	15,32	69,84	4,683	71,00	1039,94	3,40	305,86
			2,352	4,602	15,301	69,923	4,683		1054,58	3,35	314,94
2.a	5,3	504,5	2,354	4,530	15,24	70,27	4,683	72,00	1054,58	3,40	310,17
2.b	5,3	503,6	2,352	4,577	15,28	70,04	4,683	70,00	1025,29	3,50	292,94
			2,353	4,554	15,258	70,155	4,683		1039,94	3,45	301,56
			2,352	4,578	15,279	70,039			1047,261	3,400	308,246
Perendaman 24 jam											
1.a	5,1	511,0	2,330	5,148	15,713	67,241	4,481	68,00	996,00	3,50	284,57
1.b	5,1	510,7	2,329	5,188	15,749	67,061	4,481	66,00	966,70	3,70	261,27
			2,329	5,168	15,73	67,15	4,481		981,35	3,60	272,92
							Job Mix Formula		1047,26		
									93,71		

Sumber : Hasil Perhitungan

4.7 Hasil Data Uji *Marshall* (KAO) AC-BC Asb 50/30

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui Stabilitas, Kelelehan (*Flow*), *Marshall Quotien* (MQ), rongga terisi aspal (VFA), rongga dalam campuran (VIM) dan rongga dalam agregat (VMA) pada Kadar Aspal Optimum (KAO).

Sebelum penentuan KAO, dilakukan perendaman pada alat *water bath* dengan suhu 60 °C selama 30 menit. Adapun Uji *Marshall* terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) disajikan dalam bentuk tabel di bawah ini :

Tabel 4.29 Hasil Uji *Marshall* terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 7%

Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beraspal		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
Spesifikasi	Min	800	2	-	3,0	14	65
	Mak	-	4	-	5,0	-	-
5,7		1010.64	3.60	280.73	4.263	16.19	73.67
		981.35	3.70	265.23	4.289	16.21	73.55
Rata - rata		996.00	3.65	272.98	4.276	16.203	73.610

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.30 Hasil Uji *Marshall* terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 8%

Karakteristik <i>Marshall</i> Campuran Beraspal		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
Spesifikasi	Min	800	2	-	3,0	14	65
	Mak	-	4	-	5,0	-	-
5,5		1083.88	3.30	328.88	4.011	15.085	73.411
		1069.23	3.40	314.88	3.991	15.067	73.513
Rata - rata		1076.55	3.35	321.88	4.001	15.076	73.462

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.31 Hasil Uji Marshall terhadap Kadar Aspal Optimum (KAO) AC-BC Asbuton 9%

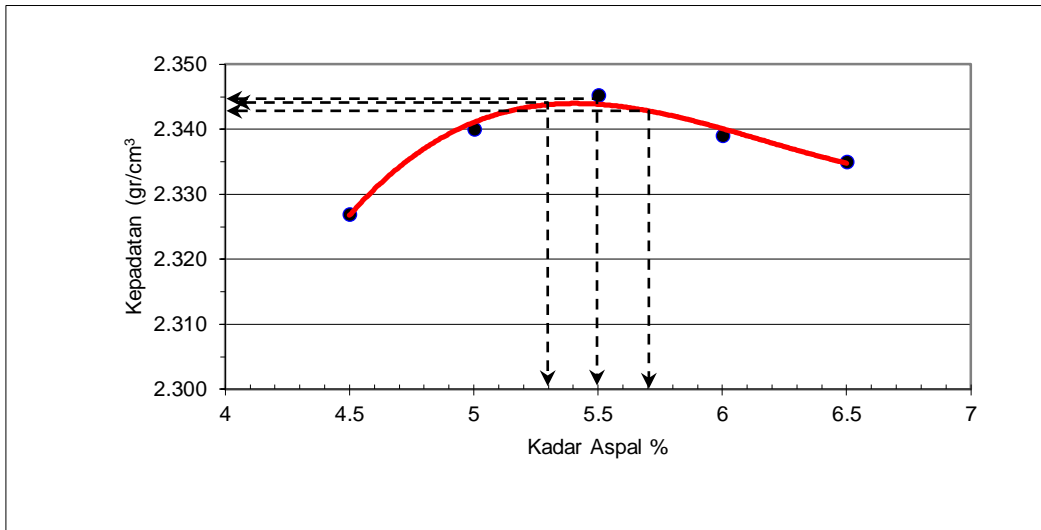
Karakteristik Marshall Campuran Beraspal		Stabilitas (kg)	Flow (mm)	MQ (kg/mm)	VIM (%)	VMA (%)	VFA (%)
Spesifikasi	Min	800	2	-	3,0	14	65
	Mak	-	4	-	5,0	-	-
5,3		1054.58	3.35	314.94	4.602	15.301	69.923
		1039.94	3.45	301.56	4.554	15.258	70.155
Rata - rata		1047.26	3.40	308.25	4.578	15.279	70.039

Sumber : Hasil Pengujian

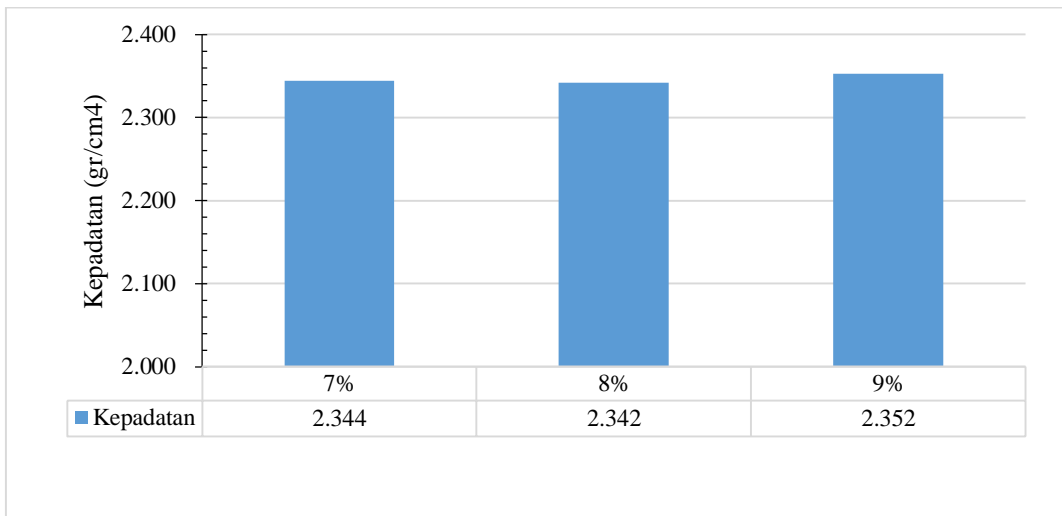
Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada campuran beraspal panas AC-BC menggunakan aspal 60/70 dan Asbuton Butir Tipe 50/30 menghasilkan karakteristik yang berbeda. Hal ini disebabkan karena persentase Asbuton yang berbeda dalam proses pembuatan campuran panas. Pemeriksaan karakteristik Campuran Beraspal Panas pada kondisi Kadar Aspal Optimum berdasarkan uji Marshall terdiri dari:

4.7.1 Kepadatan (*Density*) AC – BC Asbuton Tipe LGA 50/30

Kepadatan (density) merupakan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya. Nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 4.16 untuk campuran aspal AC-BC pada kondisi Kadar Aspal Optimum.



Gambar 4.14 Hubungan Antara Kadar Aspal dengan Kepadatan Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7%, 8%, dan 9%



Gambar 4.15 Kepadatan Campuran AC-BC pada variasi kadar asbuton butir: 7%, 8%, dan 9%

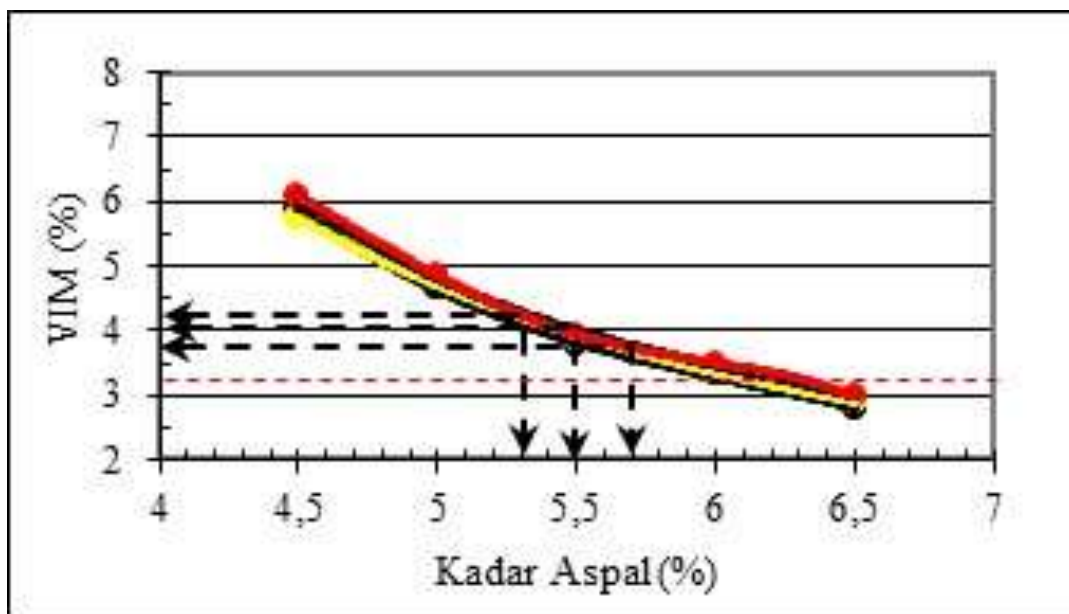
Dari Gambar 4.16 dapat diketahui bahwa pada kadar aspal yang sama dan kadar asbuton butir yang berbeda diperoleh nilai kepadatan yang berbeda pula. Pada campuran yang mengandung asbuton butir dengan kadar 7% memiliki nilai kepadatan yang lebih besar dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir yang lebih

banyak yaitu 8% dan 9%. Hal ini di sebabkan karena campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% memiliki proporsi *filler* yang lebih besar di bandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%.

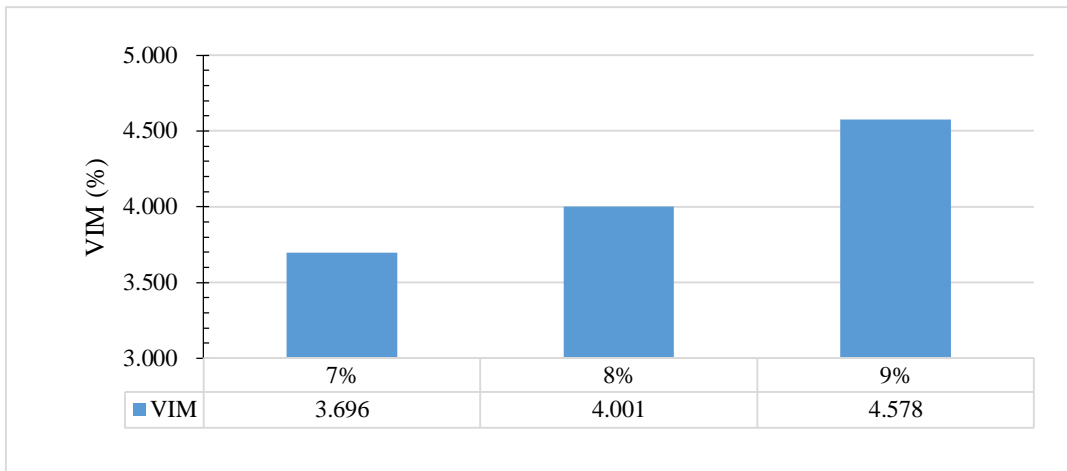
Berdasarkan Gambar 4.17 dapat dilihat bahwa nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar aspal optimum 5.7 % yaitu 2.344 gr/cm³, dan nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar aspal optimum 5.5 % yaitu 2.342 gr/cm³ sedangkan nilai kepadatan campuran beraspal panas dengan kadar aspal optimum 5.3 % yaitu 2.352 gr/cm³.

4.7.2 Void In Mix (VIM)

Nilai VIM untuk campuran beraspal AC-BC untuk Kadar Asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan Gambar 4.17



Gambar 4.16 Hubungan Antara Kadar aspal - VIM pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30



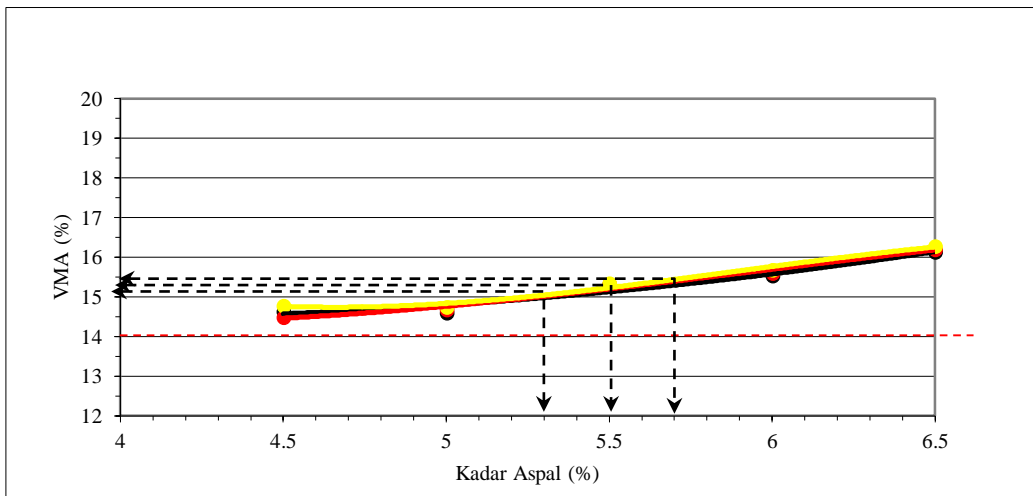
Gambar 4.17 VIM Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%

Dari Gambar 4.18 dapat dilihat bahwa VIM campuran aspal AC-BC dengan kadar asbuton butir 7%, 8%, dan 9%, pada kadar aspal 5,7%, 5,5% dan 5,3% semua memenuhi spesifikasi.

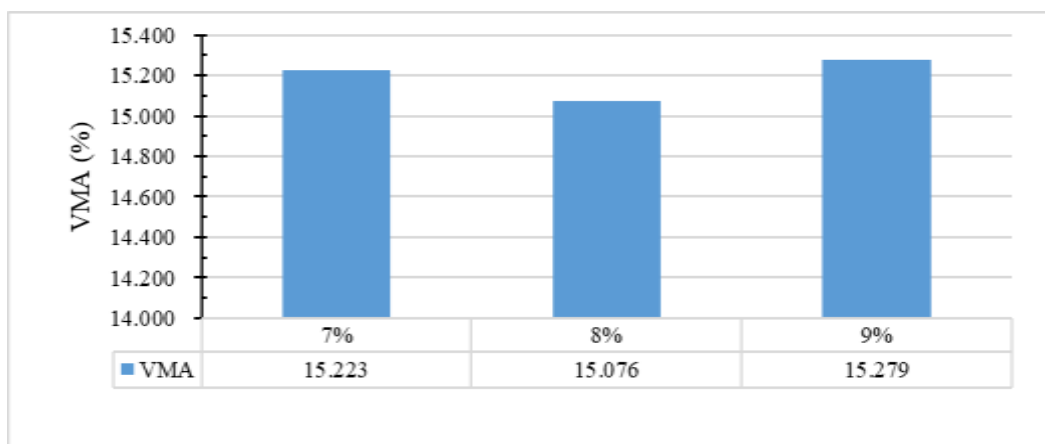
Dari hasil penelitian untuk campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% pada Gambar 4.19 dapat dilihat bahwa volume rongga dalam campuran (VIM) yaitu 3,696 %, dan nilai VIM pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 8% yaitu 4,001 %, sedangkan nilai VIM pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 9% yaitu 4,578 %.

4.7.3 Void In Mineral Agregat (VMA)

Nilai VMA untuk campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7%, 8% dan 9% dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan Gambar 4.21 untuk campuran beraspal AC-BC pada kondisi Kadar Aspal Optimum.



Gambar 4.18 Hubungan Antara Kadar aspal - VMA pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30

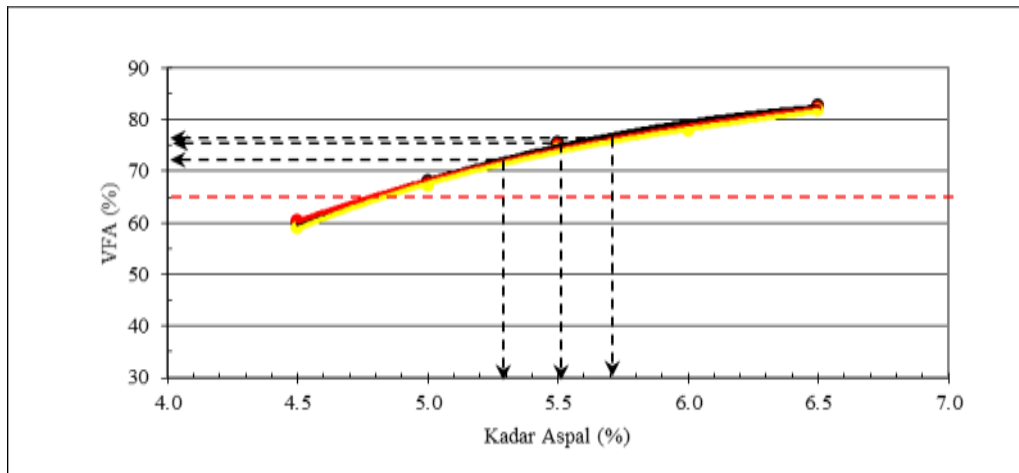


Gambar 4.19 VIM Campuran AC-BC pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%

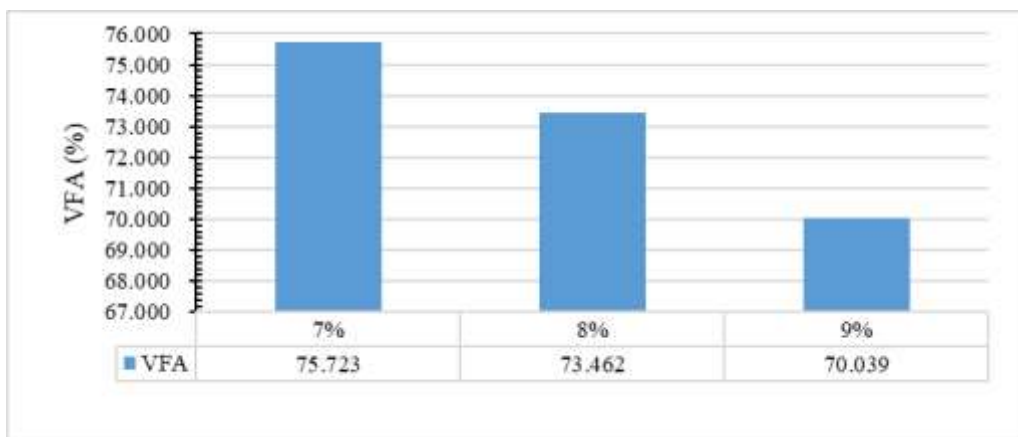
Dari Gambar 4.20 dapat dilihat bahwa campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% memiliki nilai VMA yang lebih kecil dari campuran yang mengandung kadar asbuton 9%. Gambar 4. 21 dapat dilihat nilai VMA pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% yaitu 15,223%, sedangkan nilai VMA pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 9% yaitu 15,279%.

4.7.4 Void Filled With Asphalt (VFA)

Nilai VFA berbanding lurus dengan kadar aspal dan berbanding terbalik dengan VMA, sehingga makin tinggi kadar aspal dan semakin rendah nilai VMA maka nilai VFA akan semakin tinggi. Nilai VFA dapat dilihat pada Gambar 4.22 dan Gambar 4.23.



Gambar 4.20 Hubungan Antara Kadar aspal - VFA pada Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 : 7% , 8% dan 9%



Gambar 4.21 Nilai VFA Pada Kadar Aspal Optimum

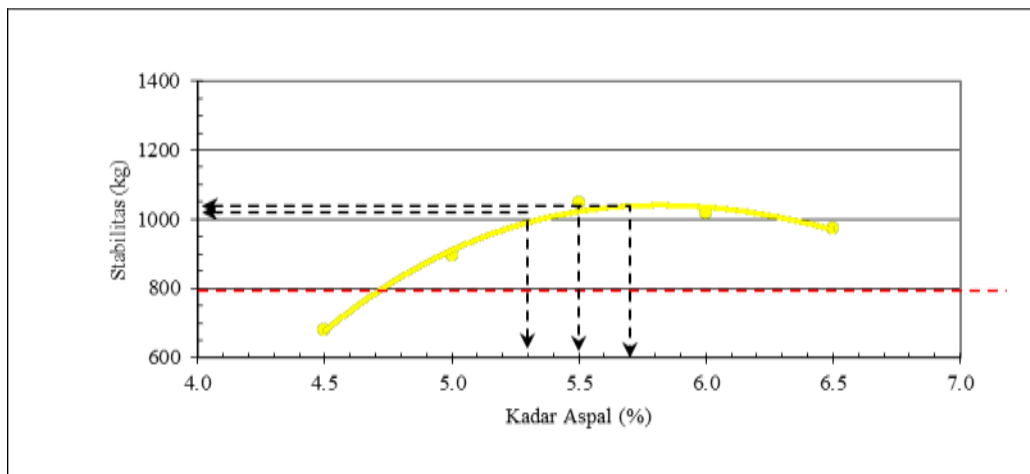
Dari Gambar 4.22, dapat dilihat bahwa nilai VFA campuran beraspal panas dengan kadar asbuton 7%, 8%, dan 9% semua memenuhi spesifikasi dengan nilai VFA diatas standar yang telah di tentukan.

Dari Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa nilai VFA untuk campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% pada kadar aspal yang sama memiliki nilai

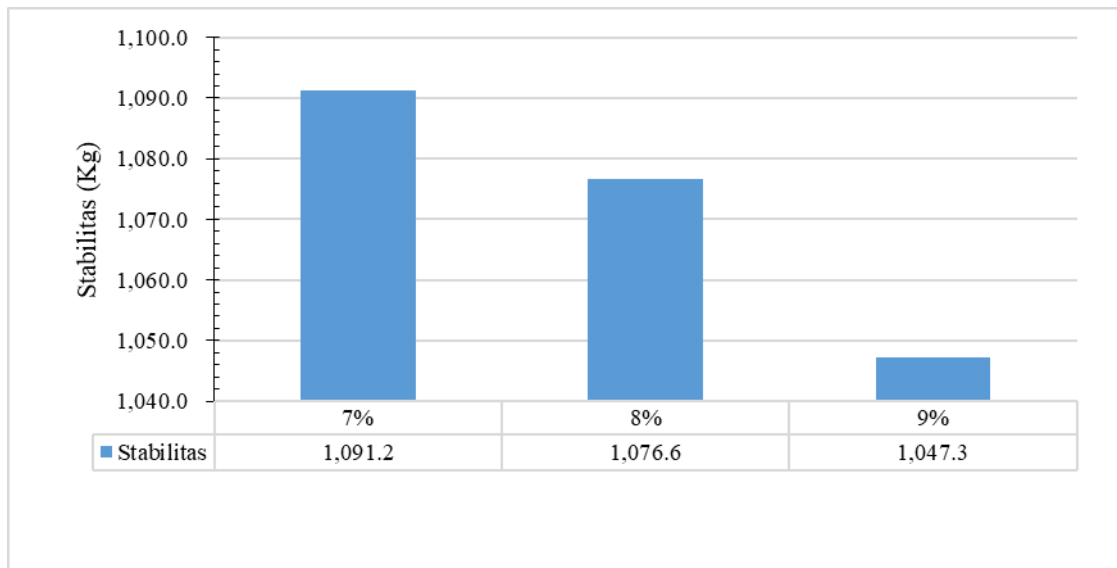
Dari Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa nilai VFA untuk campuran yang mengandungkadar asbuton butir 7% pada kadar aspal yang sama memiliki nilai VFA lebih besar di dibandingkan dengan nilai VFA pada campuran yang mengandung kadar asbuton 8% dan 9%. Sedang Gambar 4.23 dapat dilihat bahwa nilai VFA untuk campuran yang mengandung kadar Asbuton 7% yaitu 75,723%, dan campuran yang mengandung kadar Asbuton 8% yaitu 73,462% sedangkan nilai VFA untuk campuran yang mengandung kadar Asbuton 9% yaitu 70,039%. Nilai VFA pada campuran beraspal Panas dengan Kadar asbuton butir 7% lebih besar dibandingkan dengan nilai VFB pada campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton Butir 9%.

4.7.5 Stabilitas *Marshall* (MS)

Nilai stabilitas (MS) dapat dilihat pada gambar 4.24 dan Gambar 4.25



Gambar 4.22 Hubungan Antara Kadar aspal – Stabilitas kondisi KAO dengan beberapa Variasi Asbuton Tipe LGA 50/30



Gambar 4.23 Hubungan Nilai Stabilitas Pada Kondisi Kadar Aspal Optimum (KAO)

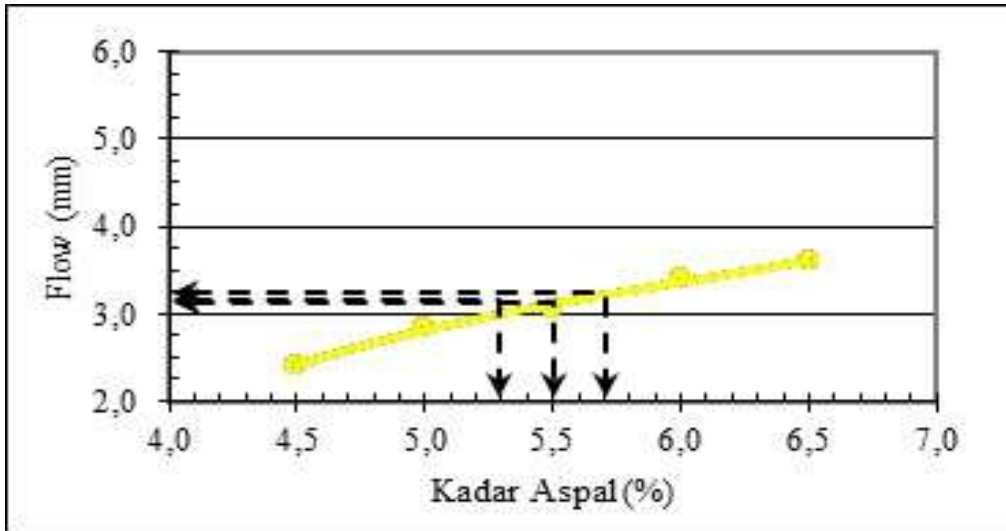
Dari gambar 4.24 dapat dijelaskan bahwa nilai stabilitas campuran yang mengandung kadar asbuton butir 7% lebih besar dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%. Hal ini disebabkan karena campuran yang mengandung kadar Asbuton butir 7% memiliki nilai kepadatan yang lebih tinggi dari campuran yang mengandung kadar asbuton butir 8% dan 9%, sehingga stabilitasnya lebih tinggi.

Sedang Gambar 4.25 dapat dilihat bahwa nilai stabilitas Marshall untuk campuran beraspal panas dengan KAO 5.7 % yaitu 1091,2 Kg, dan nilai stabilitas untuk campuran beraspal panas dengan KAO 5,5% yaitu 1076,6 Kg. Sedangkan nilai stabilitas untuk campuran beraspal panas dengan KAO 5,3% yaitu 1047,3 Kg.

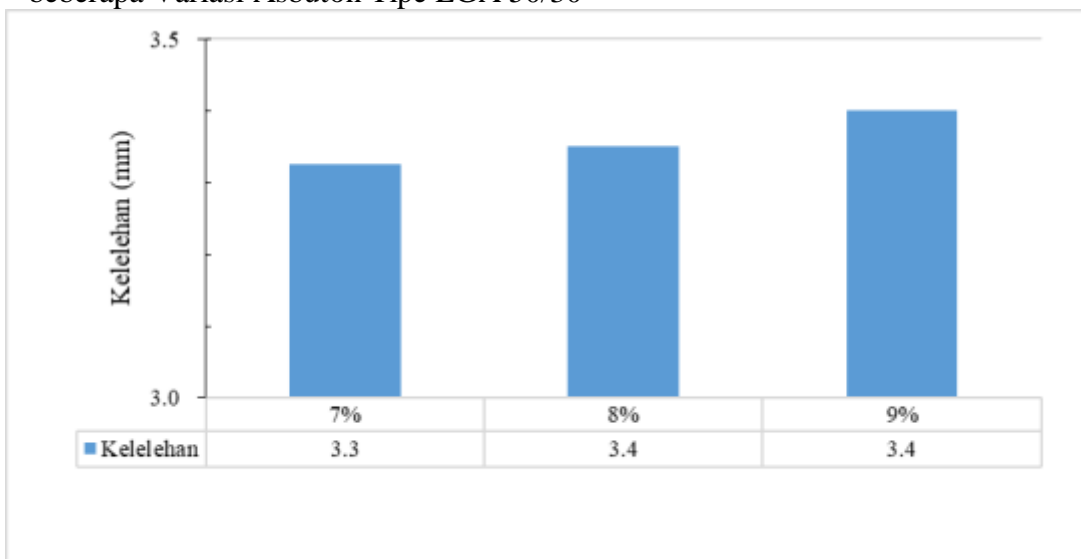
4.7.6 Kelelehan (Flow)

Kelelehan marshall adalah besarnya perubahan bentuk plastis dari beton aspal padat akibat adanya beban sampai batas keruntuhan. Nilai kelelehan marshall dinyatakan dalam mm. Pemeriksaan kelelehan dengan flowmeter diperlukan untuk

mengukur besarnya deformasi yang terjadi akibat beban. Nilai flow dapat dilihat pada Gambar 4. 26 dan Gambar 4. 27



Gambar 4.24 Hubungan Antara Kadar aspal - *Flow* kondisi KAO dengan beberapa Variasi Asbuton Tipe LGA 50/30



Gambar 4.25 Hubungan Nilai Flow AC-BC Asbuton Pada kondisi KAO)

Dari Gambar 4.26 dapat pula dilihat bahwa nilai kelelahan marshall (flow) untuk campuran beraspal panas memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu minimal 3 mm. Nilai kelelahan (flow) pada gambar di atas cenderung turun seiring dengan penambahan kadar aspal pada campuran. Hal ini disebabkan karena semakin besar kadar aspal dalam suatu campuran maka semakin tinggi nilai kepadatannya dan

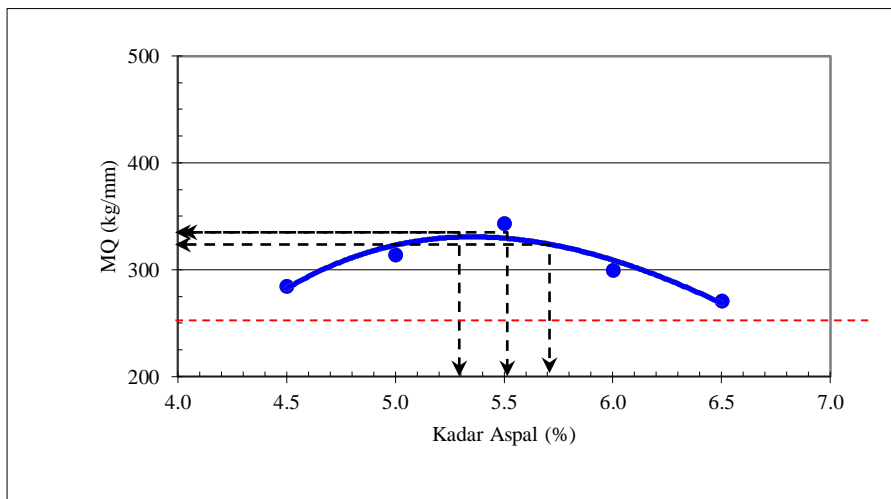
semakin kecil pula rongga dalam campuran tersebut, sehingga apabila diberikan beban maka perubahan plastis yang terjadi akan lebih kecil. Dari gambar diatas dapat di lihat bahwa campuran yang mengandung kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 7% mempunyai nilai *flow* yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar Asbuton Tipe LGA 50/30 8% dan 9%.

Berdasarkan Gambar 4.27. diperoleh bahwa nilai kelelahan (*flow*) *marshall* pada campuran beraspal panas dengan KAO 5,7% yaitu 3,4 mm, dan pada campuran beraspal panas dengan KAO 5,5% yaitu 3,4 mm, sedangkan nilai kelelahan (*flow*) *marshall* pada campuran beraspal panas dengan KAO 5,3% yaitu 3,3 mm.

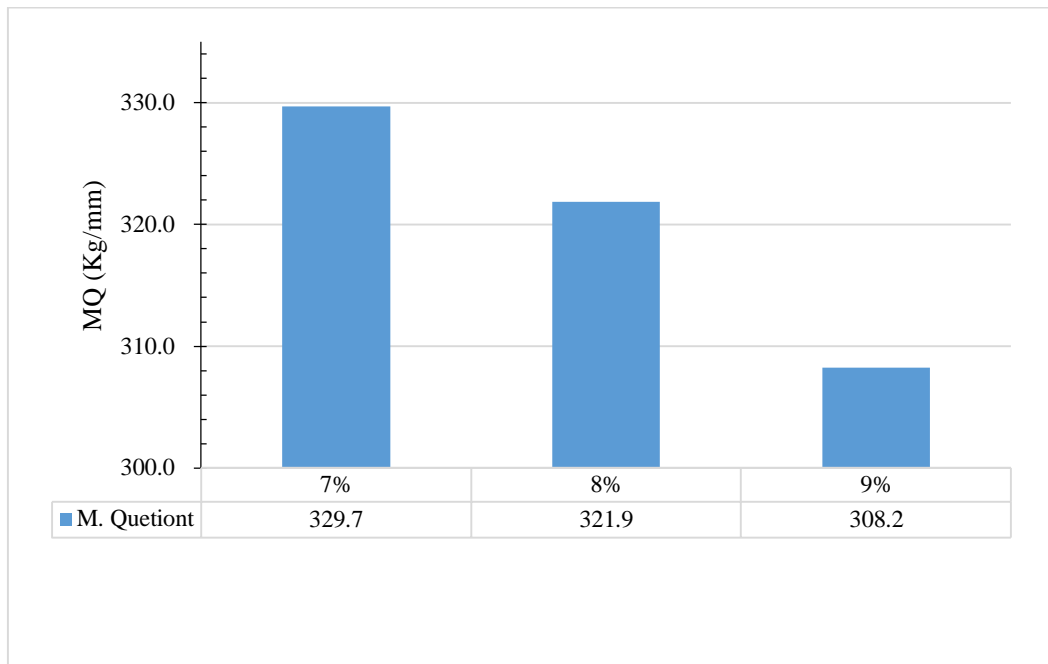
Nilai kelelahan (*flow*) *marshall* pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 7% lebih kecil dibandingkan pada campuran beraspal panas dengan kadar asbuton butir 9%. Perbedaan nilai kelelahan ini disebabkan karena nilai KAOnya lebih besar, sebab nilai kelelahan (*flow*) cenderung turun seiring dengan penambahan kadar aspal pada campuran.

4.7.7 Marshall Quetiont (MQ)

Nilai MQ pada KAO dapat dilihat pada Gambar 4. 28 dan Gambar 4.29.



Gambar 4.26 Hubungan Antara Kadar Aspal – MQ kondisi KAO dengan beberapa Variasi Kadar Asbuton Tipe LGA 50/30



Gambar 4.27 Hubungan Nilai MQ AC-BC Asbuton Pada kondisi KAO

Dari Gambar 4. 28 dapat dilihat bahwa nilai MQ pada campuran panas dengan kadar asbuton 7%, 8%, dan 9% semuanya memenuhi spesifikasi yang ditentukan yaitu 300 kg/mm. Semakin tinggi kadar aspal dalam campuran maka semakin besar pula nilai MQnya. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa Nilai MQ campuran panas yang mengandung kadar Asbuton LGA 7% lebih tinggi di bandingkan dengan nilai MQ pada campuran yang mengandung kadar asbuton 8% dan 9% hal ini di sebabkan karena campuran yang mengandung kadar Asbuton LGA 9% memiliki nilai stabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan campuran yang mengandung kadar Asbuton LGA 7% (lihat Gambar 4.25).

Berdasarkan Gambar 4. 28 terlihat bahwa nilai MQ campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 7%) dengan KAO 5.7% yaitu 329,7 kg/mm, dan nilai MQ campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 8%) dengan KAO 5,5% yaitu 321,9 kg/mm, sedangkan nilai MQ campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 9%) dengan KAO 5,3% yaitu 308,3 kg/mm. Nilai MQ merupakan hasil bagi antara stabilitas dengan *flow*, dimana pada campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 7%) dengan

KAO 5,7% nilai stabilitasnya Lebih sedangkan nilai *flow*nya rendah, sehingga nilai MQnya menjadi tinggi. Dan sebaliknya pada campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 9%) dengan KAO 5,3% nilai stabilitasnya rendah dan nilai *flow*nya tinggi, sehingga nilai MQnya menjadi rendah.

Berdasarkan pembahasan di atas, diketahui bahwa campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 7%) dengan KAO 5,7% mempunyai sifat yang lebih kaku, sedangkan campuran beraspal panas (kadar Asbuton LGA 9%) dengan KAO 5,3% memiliki tingkat kelenturan dan plastisitas yang sangat tinggi.

Berdasarkan uraian dari setiap karakteristik campuran Beton aspal tipe AC- BC yang menggunakan Asbuton butir tipe 50/30 dengan kadar 7%, 8%, dan 9% maka dapat ditarik informasi kelebihan dan kekurangannya. Kelebihan dan kekurangan tersebut disajikan pada Tabel 4.26 .

Tabel 4.32 Kekurangan dan Kelebihan Campuran yang Mengandung Asbuton tipe LGA 50/30 pada Kadar Aspal Optimum (KAO)

Keterangan	Kadar Asbuton Butir tipe 50/30		
	7%	8%	9%
Kelebihan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai VIM Lebih Kecil 2. Nilai VMA Lebih Kecil 3. Nilai Stabilitas Lebih Tinggi 4. Nilai Kelelahan Lebih Kecil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai VIM Lebih Kecil 2. Nilai VMA Lebih Kecil 3. Nilai VFA Kecil 4. Nilai Marshall Questiont Kecil 5. Nilai KAO Kecil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kepadatan Lebih Tinggi 2. Nilai Marshall Questiont Lebih Kecil 3. Nilai KAO lebih Kecil
Kekurangan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai Kepadatannya lebih Rendah 2. Nilai VFA Lebih Tinggi 3. Nilai Marshall Questiont Lebih Tinggi 4. Nilai KAO Besar 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai Stabilitas Kecil 2. Nilai Kelelahan Kecil 3. Kepadatan Lebih Kecil 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai VIM Lebih Tinggi 2. Nilai VMA Lebih Tinggi 3. Nilai VFA Lebih Kecil 4. Nilai Stabilitas Lebih Kecil 5. Nilai Kelelahan Lebih Tinggi

Sumber : Hasil Pengujian

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Berdasarkan hasil pemeriksaan di peroleh kadar aspal optimum untuk campuran yang menggunakan Asbuton LGA tipe 50/30 dengan kadar 7 % diperoleh kadar aspal optimum sebesar 5,7%, sedangkan pada campuran yang menggunakan Asbuton LGA tipe 50/30 dengan kadar 8% diperoleh kadar aspal optimum 5,5%. Sedangkan campuran yang menggunakan Asbuton LGA tipe 50/30 dengan kadar 9% diperoleh kadar aspal optimum 5,3%. Penggunaan asbuton pada aspal panas AC BC relatif bisa dilakukan, Studi dan penelitian ini dilakukan khusus untuk penggunaan pada lapisan perkerasan AC-BC, sehingga perlu dipikirkan untuk diadakan penelitian untuk jenis *Hotmix* lainnya.

Berdasarkan hasil pemeriksaan dan analisa karakteristik campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton LGA 7%,, kadar Asbuton LGA 8% dan campuran dengan kadar Asbuton LGA 9%. Adapun karakteristik masing-masing campuran beraspal panas dengan kadar Asbuton LGA sebagai berikut :

1. Rongga Pada Kepadatan Membal (VIM) PRD berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 2% maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 3,145%
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 3,380%
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 3,324%.

2. Rongga Dalam Campuran (VIM) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 3% - 5% maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :

- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 3,696%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 4,001%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 4,578%.

3. Rongga Dalam Agregat (VMA) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal Minimal 14 % maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :

- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 15,223%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 15,076%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 15,279%.

4. Rongga Terisi Aspal (VFA) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 65% maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :

- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 75,723%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 73,462%
- ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 70,039%.

5. Stabilitas *Marshall* berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 800 Kg maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :

- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 1.091 Kg
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 1.077 Kg
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 1.047 Kg.
6. Kelelehan Plastis (*Flow*) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 2 mm – 4 mm maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :
- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 3,3 mm
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 3,4 mm
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 3,4 mm.
7. Nilai *Marshall Quetient* (MQ) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 250 Kg/mm maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :
- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 308 Kg/mm
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 322 Kg/mm
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 308 Kg/mm
8. Nilai Stabilitas *Marshall* (Setelah Perendaman 24 Jam) berdasarkan *Spesifikasi Umum 2018 Revisi 1, Devisi 6 Perkerasan Aspal* dengan ketentuan nilai Minimal 90% maka di dapat dari uji marshall dengan campuran Asbuton LGA sebagai berikut :
- ❖ Campuran Asbuton LGA 7% = 91,3%
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 8% = 92,5%
 - ❖ Campuran Asbuton LGA 9% = 93,7%.

5.2 Saran

Penelitian ini menggunakan Asbuton LGA Tipe B 50/30 untuk campuran AC-BC 7%, 8% dan 9% sehingga perlu diadakan penelitian untuk Asbuton Tipe B 50/30 kurang dari 7% . Dan disarankan menggunakan Asbuton LGA dengan tipe yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO T 245-97 (ASTM D 1559-76). Resistance Plastic of Bituminous Mixtures Using Marshall Apparatus. American Society for Testing and Materials.
- Arief Setiawan.,Rahmatang Rahman.,2011. *Studi Penggunaan Asbuton Butir Pada Campuran Beton Aspal Binder Course (Ac-Bc)*. Jurnal Rekayasa dan Manejemen Transportasi Vol 1, No. 2, Palu.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum (2018), *Spesifikasi Umum*, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.
- Henong, Baki. 2010. *Pengaruh Ukuran Butir Maksimum Agregat Kasar Terhadap Parameter Marshall*. Jurnal Sipil UNWIRA Vol.1 No 2 September 2010 hal 138-12. Kupang.
- Mesiriawati, Yeti. 2007. *Pengaruh Penentuan Kadar Aspal Optimum Terhadap Kualitas Desain Campuran Beraspal*. Simposium Iii Fstpt, Isbn No. 97996241-0 X. Universitas Lampung.
- Pemerintah Republik Indonesia (2011), *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Pemeliharaan Jalan*, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia (2004), *Undang-undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan*, Pemerintah Republik Indonesia, Jakarta.

SNI ASTM C136-2012, Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI 1969-2016, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI 1970-2016, Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI 1970-2016, Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles, Badan Standar Nasional, Jakarta.

SNI 06-2489-1991, Metode Pengujian Campuran Aspal Dengan Alat Marshall, Badan Standar Nasional, Jakarta.

Sukirman, Silvia (2003), *Beton Aspal Campuran Panas*, Edisi I, Penerbit Granit, Jakarta

Sukirman, Silvia (2007), *Beton Aspal Campuran Panas*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta

LAMPIRAN I
HASIL PENGUJIAN AGREGAT KASAR BUATAN

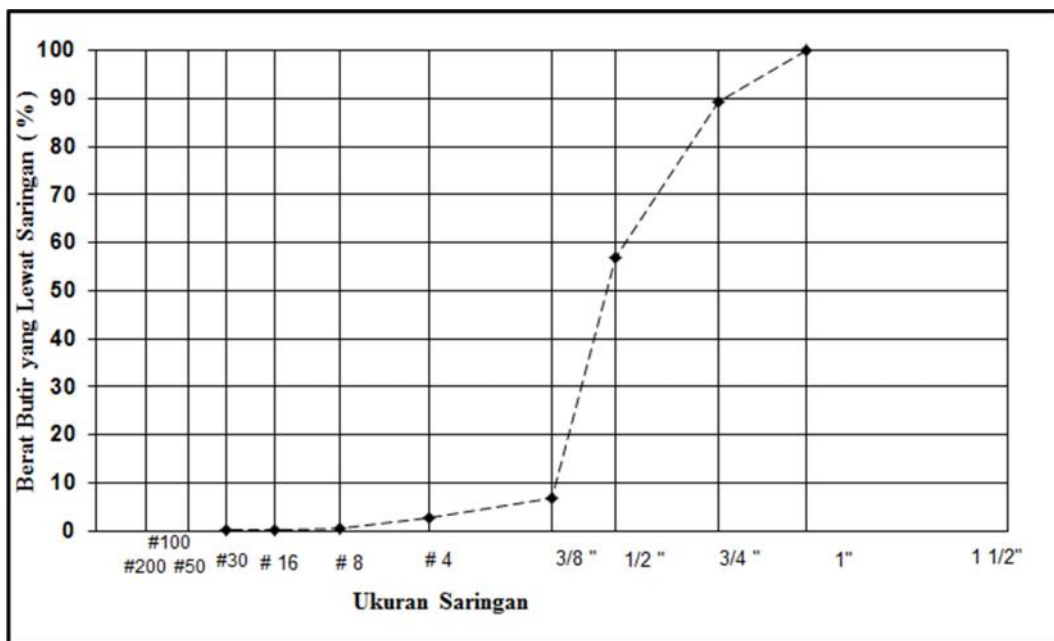
Tabel L-1.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar 3/8

Uraian	Satuan	Sampel		Rata-rata	
		I	II		
Berat Contoh Kering Oven	A	(Gram)	4470,0	5091,0	
Berat Contoh Kering Permukaan	B	(Gram)	4550,0	5175,0	
Berat Contoh Dalam Air	C	2870,0	3220,0		
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	A B - C	2,661	2,604	2,632	2,639
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	B B - C	2,708	2,647	2,678	2,665
Berat Jenis Semu	A A - C	2,794	2,721	2,757	2,709
Penyerapan Air	(B-A)x100 A	1,790	1,650	1,720	0,980

Tabel L-1.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar 3/8

Berat Bahan Kering : 1.771 gr Berat Bahan Kering : 1.650 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4	0	0,00	100,00	0	0,00	100,00	100,00
3/4"	19,0	175	9,84	90,16	195	11,80	88,20	89,18
1/2"	12,7	753	42,33	57,67	727	44,01	55,99	56,83
3/8"	9,5	1.646	92,52	7,48	1.554	94,07	5,93	6,70
# 4	4,76	1.723	96,85	3,15	1.619	98,00	2,00	2,57
# 8	2,38	1.767	99,33	0,67	1.646	99,64	0,36	0,52
# 16	1,19	1.770	99,49	0,51	1.649	99,82	0,18	0,34
# 30	0,59	1.771	99,55	0,45	1.650	99,88	0,12	0,29
# 50	0,279							
# 100	0,148							
# 200	0,074							



Gambar L-1.1 Grafik analisa Agregat Kasar 3/8

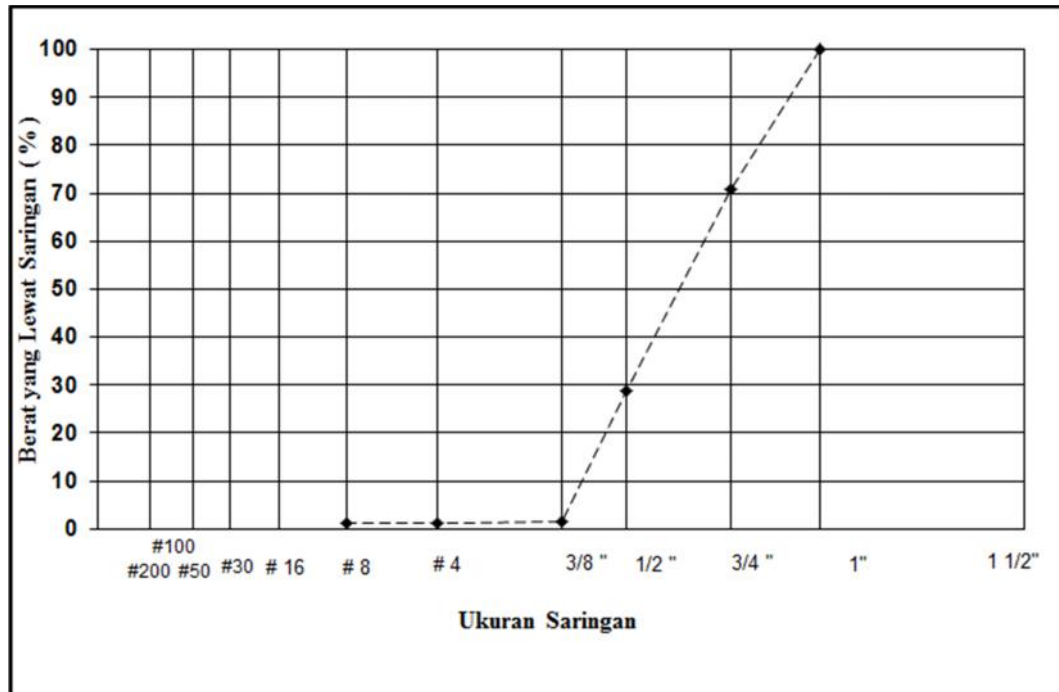
Tabel L-1.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar 3/4

Uraian	Satuan	Sampel		Rata-rata	
		I	II		
Berat Contoh Kering Oven	A	(Gram)	2905,0	2352,0	
Berat Contoh Kering Permukaan	B	(Gram)	2936,0	2373,0	
Berat Contoh Dalam Air	C	(Gram)	1830,0	1486,0	
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	A B - C	(Gram / cc)	2,627	2,652	2,639
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	B B - C	(Gram / cc)	2,655	2,675	2,665
Berat Jenis Semu	A A - C	(Gram / cc)	2,702	2,716	2,709
Penyerapan Air	$(B-A) \times 100$ A	(%)	1,067	0,893	0,980

Tabel L-1.4 Hasil Analisa Saringan Agregat Kasar 3/4

Berat Bahan Kering : 4.270 gr Berat Bahan Kering : 4.316 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4			100,00			100,00	100,00
3/4"	19,0	1.485	34,54	65,46	1.031	23,89	76,11	70,78
1/2"	12,7	3.170	73,74	26,26	2.953	68,42	31,58	28,92
3/8"	9,5	4.268	99,28	0,72	4.215	97,66	2,34	1,53
# 4	4,76	4.269	99,30	0,70	4.225	97,89	2,11	1,40
# 8	2,38	4.270	99,33	0,67	4.226	97,91	2,09	1,38
# 16	1,19							
# 30	0,59							
# 50	0,279							
# 100	0,148							
# 200	0,074							



Gambar L-1.2 Grafik analisa Agregat Kasar 3/4

LAMPIRAN II
HASIL PENGUJIAN AGREGAT HALUS

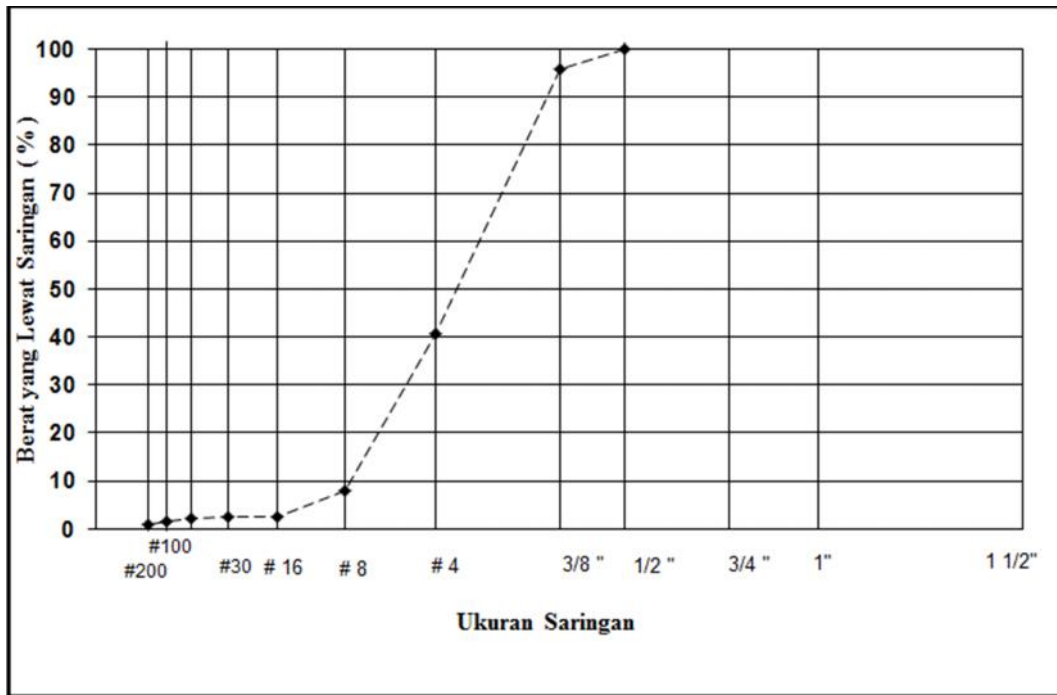
Tabel L-2.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus Abu Batu

Uraian	Satuan	Sampel		Rata-rata
		I	II	
Berat Contoh Kering Oven	A (Gram)	3561,0	2623,0	
Berat Contoh Kering Permukaan	B (Gram)	3611,0	2657,0	
Berat Contoh Dalam Air	C (Gram)	2237,0	1675,0	
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	A B - C (Gram / cc)	2,592	2,671	2,631
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	B B - C (Gram / cc)	2,628	2,706	2,667
Berat Jenis Semu	A A - C (Gram / cc)	2,690	2,767	2,728
Penyerapan Air	(B-A)x100 A (%)	1,404	1,296	1,350

Tabel L-2.2 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Abu Batu

Berat Bahan Kering : 2.128 gr Berat Bahan Kering : 1678 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
3/8"	9,5	89,7	4,17	95,83	75,9	4,48	95,52	95,68
# 4	4,76	1.216,7	56,56	43,44	1.056,7	62,35	37,65	40,54
# 8	2,38	1.995,8	92,78	7,22	1.545,7	91,20	8,80	8,01
# 16	1,19	2.100,0	97,63	2,37	1.645,7	97,10	2,90	2,63
# 30	0,59	2.103,8	97,81	2,19	1.646,2	97,13	2,87	2,53
# 50	0,279	2.107,9	98,00	2,00	1.649,7	97,34	2,66	2,33
# 100	0,148	2.120,2	98,57	1,43	1.668,7	98,46	1,54	1,49
# 200	0,074	2.128,9	98,97	1,03	1.678,2	99,02	0,98	1,00



Gambar L-2.1 Grafik analisa Agregat Halus Abu Batu

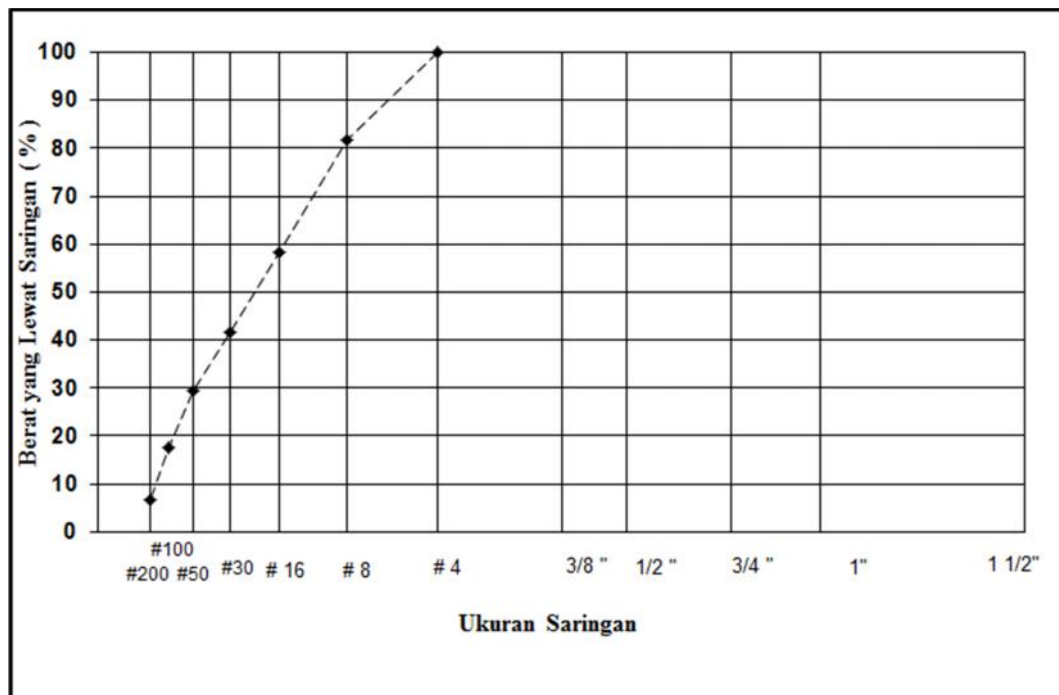
Tabel L- 2.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus Pasir

Uraian	Satuan	Sampel		Rata-rata	
		I	II		
Berat Contoh SSD	500	(Gram)			
Berat Contoh Kering Oven	A	(Gram)	492,8	494,2	
Berat Contoh + Air Sampai Batas Kalibrasi	B	(Gram)	675,0	675,0	
Berat Contoh + Botol + Air Sampai Batas Kalibrasi	C	(Gram)	986,5	985,4	
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Oven)	$\frac{A}{(B+500-C)}$	(Gram / cc)	2,614	2,607	2,610
Berat Jenis Bulk (Atas Dasar Kering Permukaan)	$\frac{500}{(B+500-C)}$	(Gram / cc)	2,653	2,637	2,645
Berat Jenis Semu	$\frac{A}{(B+A-C)}$	(Gram / cc)	2,718	2,689	2,703
Penyerapan Air	$\frac{(500-A) \times 100}{A}$	(%)	1,461	1,174	1,317

Tabel L-2.3 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus Pasir

Berat Bahan Kering : 420 gr Berat Bahan Kering : 390 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan	Tertahan	Lolos	tertahan	Tertahan	Lolos	
		(Gram)			(Gram)			
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7							
3/8"	9,5							
# 4	4,76	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
# 8	2,38	81,8	17,93	82,07	75,9	18,41	81,59	81,83
# 16	1,19	191,3	41,93	58,07	171,9	41,69	58,31	58,19
# 30	0,59	263,1	57,67	42,33	243,4	59,03	40,97	41,65
# 50	0,279	323,0	70,80	29,20	290,5	70,46	29,54	29,37
# 100	0,148	374,9	82,18	17,82	341,1	82,73	17,27	17,55
# 200	0,074	420,4	92,15	7,85	390,5	94,71	5,29	6,57

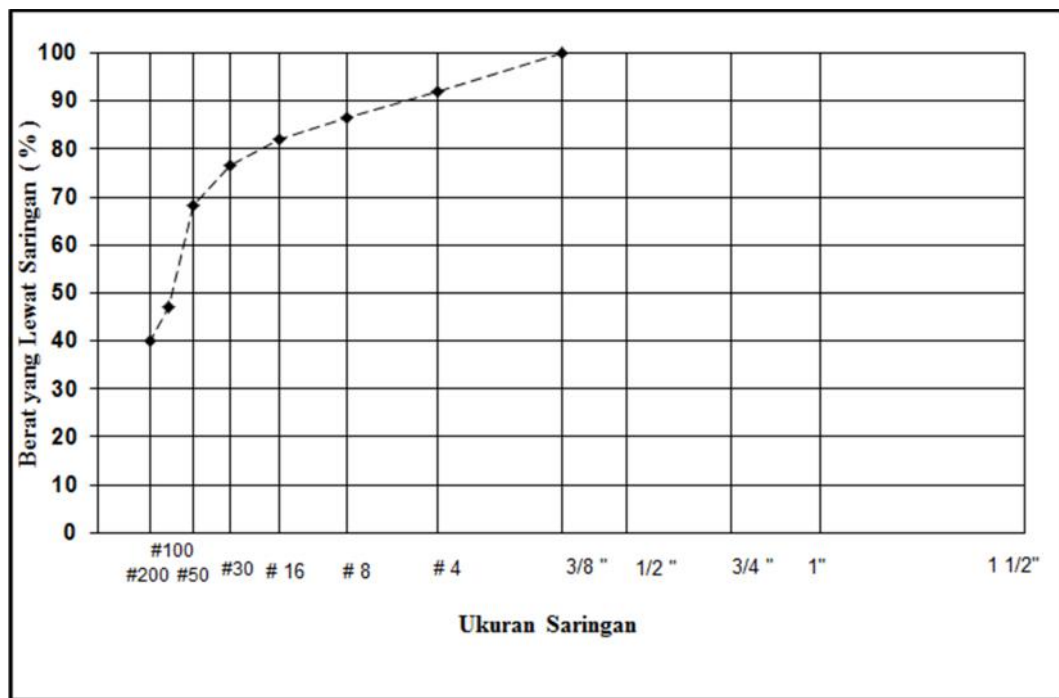


Gambar L-2.2 Grafik analisa Agregat Halus Pasir

Tabel L-2.4 Hasil Analisa Saringan Agregat Halus LGA 50/30

Berat Bahan Kering : 167 gr Berat Bahan Kering : 248 gr

Ukuran Saringan		KOMULATIF			KOMULATIF			Rata - Rata
		Berat	%	%	Berat	%	%	
ASTM	mm	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	tertahan (Gram)	Tertahan	Lolos	
1 1/2"	38,1							
1"	25,4							
3/4"	19,0							
1/2"	12,7							
3/8"	9,5	0,0	0,00	100,00	0,0	0,00	100,00	100,00
# 4	4,76	38,9	13,54	86,46	10,9	2,71	97,29	91,88
# 8	2,38	50,9	17,71	82,29	37,5	9,31	90,69	86,49
# 16	1,19	56,6	19,69	80,31	65,6	16,28	83,72	82,01
# 30	0,59	69,3	24,11	75,89	90,9	22,56	77,44	76,66
# 50	0,279	93,1	32,39	67,61	126,1	31,30	68,70	68,15
# 100	0,148	146,4	50,94	49,06	220,1	54,63	45,37	47,22
# 200	0,074	167,4	58,25	41,75	248,9	61,78	38,22	39,99



Gambar L-2.3 Grafik analisa Agregat Halus LGA 50/30

LAMPIRAN III
Persentase Campuran Agregat Berdasarkan Gradasi

Tabel L-3.1 Persentase Campuran AC-BC

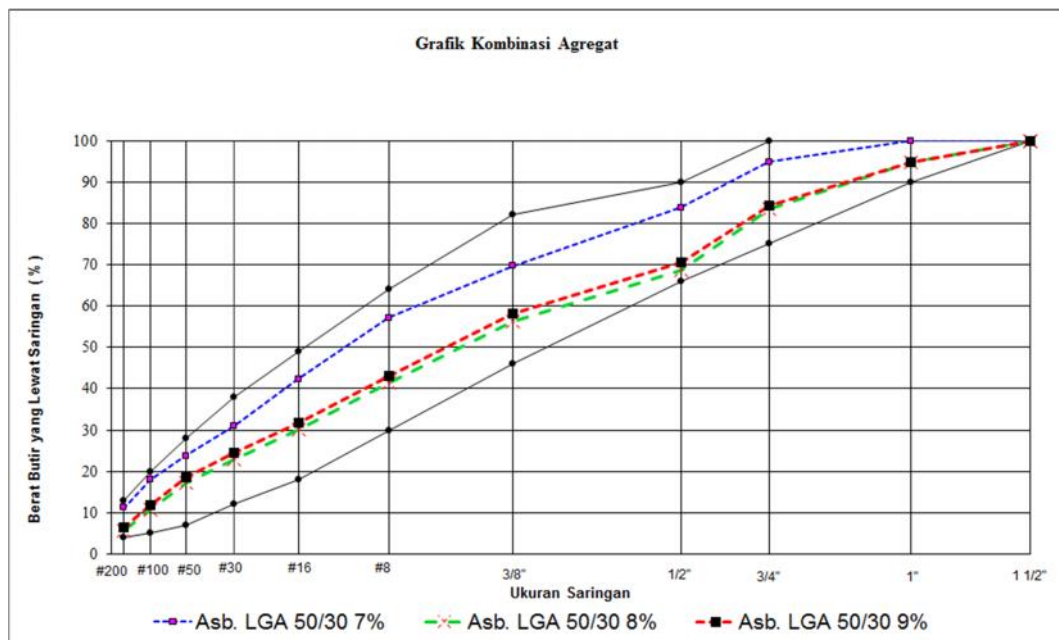
No	Nama Material	Persentase Pakai LGA 50/30		
		7%	8%	9%
1	Pasir	41%	41,0%	41%
2	Abu Batu	20%	20,0%	20%
3	Batu 3/8"	22%	21,0%	20%
4	Batu 3/4"	10%	10,0%	10%

Tabel L-3.2 Hasil Analisa Saringan Gradasi Gabungan Agregat

Ukuran Saringan	Inch	1.5"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	# 4	# 8	# 16	# 30	# 50	# 100	# 200
	mm	38,1	25,4	19	12,7	9,5	4,75	2,36	1,18	0,6	0,3	0,15	0,075
Data Material													
Pasir		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	81,83	58,19	41,65	29,37	17,55	6,57
Abu Batu		100,00	100,00	100,00	100,00	95,68	40,54	8,01	2,63	2,53	2,33	1,49	1,00
Batu 3/8"		100,00	100,00	89,18	56,83	6,70	2,57	0,52	0,34	-	-	-	-
Batu 3/4"		100,00	100,00	70,78	28,92	1,53	1,40	1,38	-	-	-	-	-
Filler LGA 50/30		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	91,88	86,49	82,01	76,66	68,15	47,22	39,99
Komposisi Campuran													
Pasir	41%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	22%	22,00	22,00	19,62	12,50	1,47	0,57	0,11	0,08	-	-	-	-
Batu 3/4"	10%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler LGA 50/30	7%	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	6,43	6,05	5,74	5,37	4,77	3,31	2,80
Komposisi Campuran													
Pasir	41%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	21%	21,00	21,00	18,73	11,93	1,41	0,54	0,11	0,07	-	-	-	-
Batu 3/4"	10%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler LGA 50/30	8%	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	7,35	6,92	6,56	6,13	5,45	3,78	3,20

Tabel L-3.2 Hasil Analisa Saringan Gradasi Gabungan Agregat (Lanjutan)

Komposisi Campuran													
Pasir	41%	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	33,55	23,86	17,08	12,04	7,19	2,69
Abu Batu	20%	20,00	20,00	20,00	20,00	19,14	8,11	1,60	0,53	0,51	0,47	0,30	0,20
Batu 3/8"	20%	20,00	20,00	17,84	11,37	1,34	0,51	0,10	0,07	-	-	-	-
Batu 3/4"	10%	10,00	10,00	7,08	2,89	0,15	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Filler LGA 50/30	9%	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	8,27	7,78	7,38	6,90	6,13	4,25	3,60
Spesifikasi													
Spec Gradasi	max	100	100	100	90	82	64	49	38	28	20	13	8
	min	100	100	90	75	66	46	30	18	12	7	5	4



Gambar L-3.1 Grafik analisa Agregat Halus LGA 50/30

LAMPIRAN IV
PROPOSI CAMPURAN ASPAL

Tabel L-4.1 Perhitungan Komposisi Campuran Aspal

NO	Material									
	Filler Asb LGA 50/30	Kadar Aspal	Pasir	Abu Batu	Agregat Kasar 3/8	Agregat Kasar 3/4	LGA 50/30	Total Agregat Campuran	Campuran Aspal	Total Berat Campuran
	%	%	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1	7	4,5	469,9	229,2	252,1	114,6	80,2	1.146	54	1.200
2	8	4,5	469,9	229,2	240,7	114,6	90,72	1.146	54	1.200
3	9	4,5	469,9	229,2	229,2	114,6	103,1	1.146	54	1.200
3	7	5,0	467,4	228	250,8	114	79,8	1.140	60	1.200
4	8	5,0	467,4	228	239,4	114	91,2	1.140	60	1.200
5	9	5,0	467,4	228	228	114	102,6	1.140	60	1.200
6	7	5,5	465	226,8	249,5	113,4	79,3	1.134	66	1.200
7	8	5,5	465	226,8	238,1	113,4	90,7	1.134	66	1.200
8	9	5,5	465	226,8	226,8	113,4	102,1	1.134	66	1.200
9	7	6,0	462,5	225,6	248,2	112,8	79	1.128	72	1.200
10	8	6,0	462,5	225,6	236,9	112,8	90,2	1.128	72	1.200
11	9	6,0	462,5	225,6	225,6	112,8	101,5	1.128	72	1.200
12	7	6,5	460,1	224,4	246,8	112,2	78,5	1.122	78	1.200
13	8	6,5	460,1	224,4	235,6	112,2	89,8	1.122	78	1.200
14	9	6,5	460,1	224,4	224,4	112,2	100,9	1.122	78	1.200

1. Campuran AC – BC Asbuton 7%

- a. Kadar Aspal : 4,5 %
 - b. Kapasitas Mold : 1.200 gram
 - c. Berat Agregat :
 - Pasir : (39,16 %) x (1.200 gram) = 469,9 gram
 - Abu Batu : (19,10 %) x (1.200 gram) = 229,2 gram
 - Batu 3/8” : (21,01 %) x (1.200 gram) = 252,1 gram
 - Batu 3/4” : (9,55 %) x (1.200 gram) = 114,6 gram
 - d. Berat Asb LGA 50/30: (6,69 %) x (1.200 gram) = 80,2 gram
 - e. Berat Aspal : (4,5 %) x (1.200 gram) = 54 gram
- Total = 1.200 gram

2. Campuran AC – BC Asbuton 8%

a. Kadar Aspal	: 4,5 %	
b. Kapasitas Mold	: 1.200 gram	
c. Berat Agregat :		
• Pasir	: (39,16 %) x (1.200 gram)	= 469,9 gram
• Abu Batu	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/8”	: (20,05 %) x (1.200 gram)	= 240,6 gram
• Batu 3/4”	: (9,55 %) x (1.200 gram)	= 114,6 gram
d. Berat Asb LGA 50/30	: (7,64 %) x (1.200 gram)	= 91,7 gram
e. Berat Aspal	: (4,5 %) x (1.200 gram)	= <u>54 gram</u>
	Total	= 1.200 gram

3. Campuran AC – BC Asbuton 9%

f. Kadar Aspal	: 4,5 %	
g. Kapasitas Mold	: 1.200 gram	
h. Berat Agregat :		
• Pasir	: (39,16 %) x (1.200 gram)	= 469,9 gram
• Abu Batu	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/8”	: (19,10 %) x (1.200 gram)	= 229,2 gram
• Batu 3/4”	: (8,59 %) x (1.200 gram)	= 114,6 gram
i. Berat Asb LGA 50/30	: (7,64 %) x (1.200 gram)	= 103,08 gram
j. Berat Aspal	: (4,5 %) x (1.200 gram)	= <u>54 gram</u>
	Total	= 1.200 gram

Selanjutnya untuk berat aspal dan berat agregat pada masing-masing kadar aspal yang digunakan dalam percobaan in dapat dilihat pada Tabel 4.1 di atas :

LAMPIRAN V
HASIL UJI MARSHALL

Tabel L-5.1 Perhitungan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat

No	Material	Persentase			Bulk	APP
1	Filler Asb B 50/30	7,00%	0,080	9,00%	2,420	2,420
2	Pasir	41,00%	0,410	41,00%	2,610	2,703
3	Abu Batu	20,00%	0,200	20,00%	2,631	2,728
4	Batu 3/8"	22,00%	0,210	20,00%	2,632	2,757
5	Batu 3/4"	10,00%	0,100	10,00%	2,639	2,709
	Gsb	7,00%	2,608	Gsa	0,070	2,698
		8,00%	2,606		0,080	2,695
		9,00%	2,603		0,090	2,691
	Gse	7,00%	2,653	R	0,070	0,676
		8,00%	2,650		0,080	0,667
		9,00%	2,647		0,090	0,658

- BJ. Kering Oven dari total agregat (Gsb)

$$\begin{aligned} \text{Gsb Tot.Agregat} &= \frac{1}{\frac{4\%}{2,6} + \frac{2\%}{2,6} + \frac{2\%}{2,6} + \frac{1\%}{2,6} + \frac{7\%}{2,4}} \\ &= 2,608\% \end{aligned}$$

- BJ. Semu dari total agregat (Gsa)

$$\begin{aligned} \text{Gsa Tot.Agregat} &= \frac{1}{\frac{4\%}{2,7} + \frac{2\%}{2,7} + \frac{2\%}{2,7} + \frac{1\%}{2,7} + \frac{7\%}{2,4}} \\ &= 2,698\% \end{aligned}$$

- BJ. Efektif agregat (Gse)

$$\begin{aligned} \text{Gse} &= \frac{2,6 + 2,6}{2} \\ &= 2,653\% \end{aligned}$$

- Penyerapan Aspal (Pba)

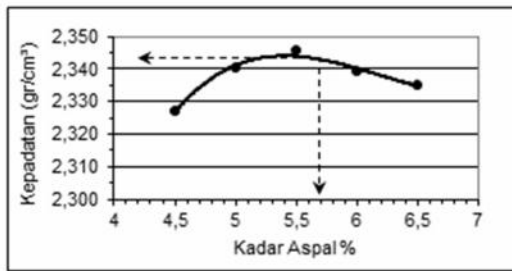
$$\begin{aligned} \text{Pba} &= 100 \times \text{BJ Aspal} \times (\text{Gse} - \text{Gsb}) / (\text{Gse} \times \text{Gsb}) \\ &= 100 \times 1,03 \times (2,653 - 2,608) / (2,653 \times 2,698) \\ &= 0,676\% \end{aligned}$$

Tabel L-5.2 Data Hasil Marshall

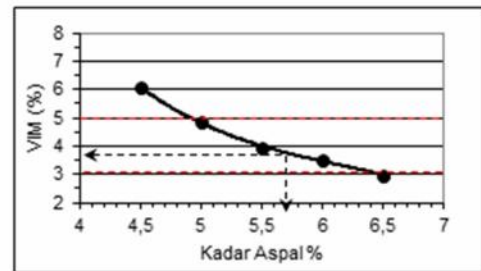
NO	Material		Berat (Gram)		
	Filler Asb LGA 50/30	Kadar Aspal	Di Udara	Dalam Air	SSD
	%	%	gr	gr	gr
1	7	4,5	1188,9	685,0	1196,9
		4,5	1187,9	685,0	1194,5
	8	4,5	1188,9	687,0	1196,2
		4,5	1187,9	685,0	1194,5
	9	4,5	1188,9	685,0	1196,9
		4,5	1187,9	685,0	1194,5
2	7	5,0	1189,8	685,0	1195,3
		5,0	1189,1	687,0	1193,3
	8	5,0	1189,8	685,0	1195,3
		5,0	1189,1	687,0	1193,3
	9	5,0	1189,8	685,0	1195,3
		5,0	1189,1	687,0	1193,3
3	7	5,5	1189,4	685,0	1194,0
		5,5	1188,0	687,0	1191,7
	8	5,5	1189,4	685,0	1194,0
		5,5	1188,0	687,0	1191,7
	9	5,5	1189,4	685,0	1194,0
		5,5	1188,0	687,0	1191,7
4	7	6,0	1186,3	683,0	1189,1
		6,0	1189,3	683,0	1192,5
	8	6,0	1186,3	683,0	1189,1
		6,0	1189,3	683,0	1192,5
	9	6,0	1186,3	683,0	1189,1
		6,0	1189,3	683,0	1192,5
5	7	6,5	1188,1	681,0	1190,5
		6,5	1189,2	683,0	1191,6
	8	6,5	1188,1	681,0	1190,5
		6,5	1189,2	683,0	1191,6
	9	6,5	1188,1	681,0	1190,5
		6,5	1189,2	683,0	1191,6

Tabel L-5.3 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 7%

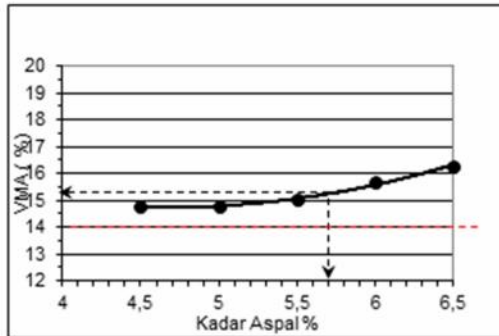
NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % VIM	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) VMA	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE-LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO-REKSI Prov. Ring		
1.a	4,5	2,477	511,9	2,323	6,253	14,95	58,17	3,854	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	2,477	509,5	2,332	5,891	14,62	59,71	3,854	45,00	659,12	2,50	263,65
				2,327	6,072	14,784	58,937	3,854		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	2,459	510,3	2,332	5,196	15,06	65,51	4,358	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	2,459	506,3	2,349	4,503	14,44	68,82	4,358	62,00	908,11	2,80	324,33
				2,340	4,849	14,754	67,167	4,358		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	2,442	509,0	2,337	4,292	15,32	71,99	4,861	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	2,442	504,7	2,354	3,590	14,70	75,59	4,861	71,00	1039,94	3,00	346,65
				2,345	3,941	15,014	73,790	4,861		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	2,424	506,1	2,344	3,298	15,51	78,74	5,364	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	2,424	509,5	2,334	3,700	15,86	76,67	5,364	69,00	1010,64	3,50	288,76
				2,339	3,499	15,686	77,705	5,364		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	2,407	509,5	2,332	3,105	16,39	81,06	5,868	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	2,407	508,6	2,338	2,844	16,17	82,41	5,868	65,00	952,06	3,70	257,31
				2,335	2,974	16,281	81,737	5,868		974,03	3,60	270,94



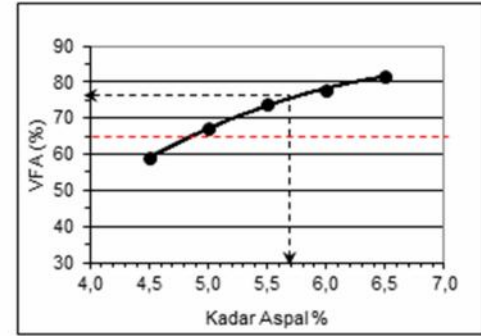
Bulk density : 2,344 T/m3



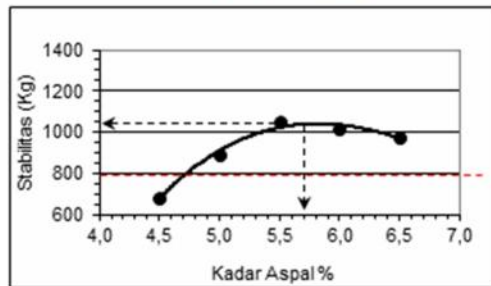
VIM : 3,696 %



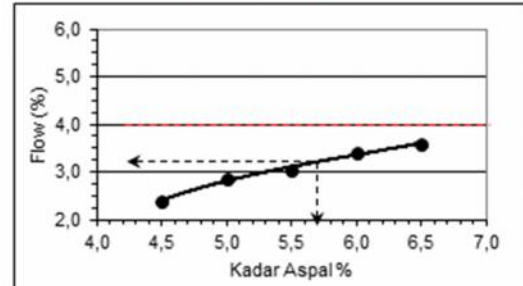
VMA : 15,223 %



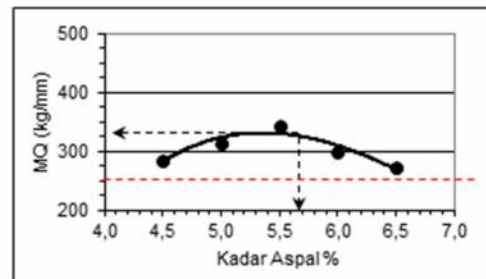
VFA : 75,723 %



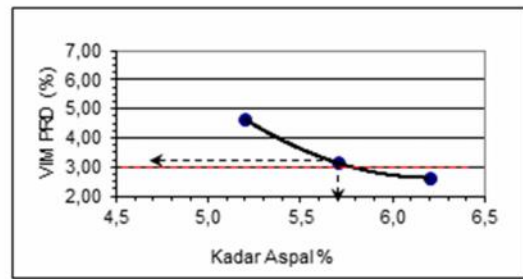
Marshall Stability : 1091 Kg



Flow : 3,30 mm



Marshall Quotient : 330 Kg/mm

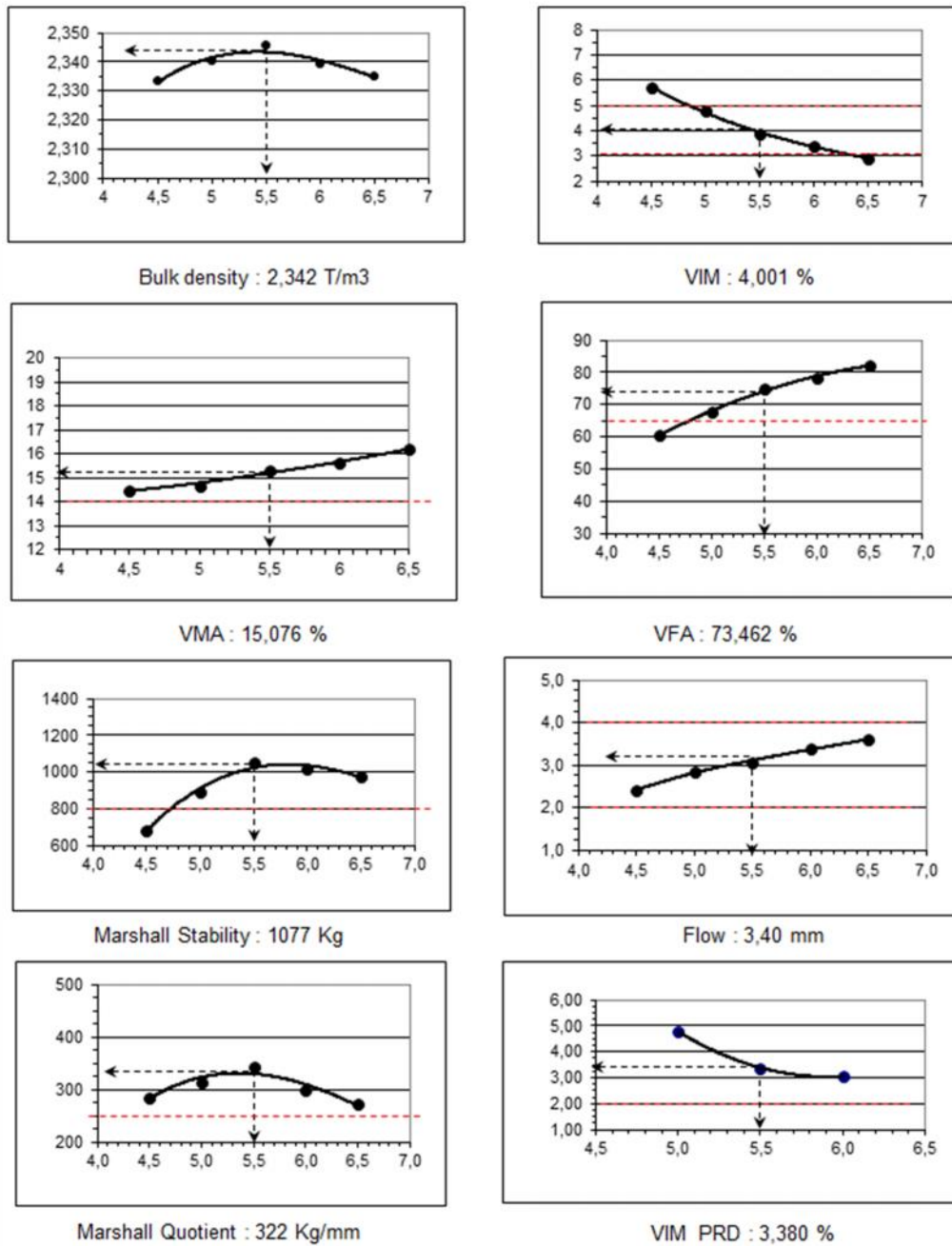


VIM PRD : 3,145 %

Gambar L-5.1 Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.3

Tabel L-5.4 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 8%

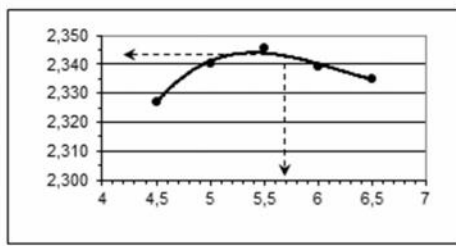
NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % V I M	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
1.a	4,5	2,475	509,2	2,335	5,662	14,42	60,74	3,863	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	2,475	509,5	2,332	5,797	14,55	60,15	3,863	45,00	659,12	2,50	263,65
				2,333	5,729	14,484	60,446	3,863		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	2,457	510,3	2,332	5,102	14,99	65,96	4,366	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	2,457	506,3	2,349	4,409	14,37	69,32	4,366	62,00	908,11	2,80	324,33
				2,340	4,755	14,680	67,642	4,366		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	2,439	509,0	2,337	4,198	16,03	73,81	4,870	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	2,439	504,7	2,354	3,496	14,63	76,10	4,870	71,00	1039,94	3,00	346,65
				2,345	3,847	15,329	74,957	4,870		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	2,422	506,1	2,344	3,205	15,44	79,24	5,373	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	2,422	509,5	2,334	3,608	15,79	77,15	5,373	69,00	1010,64	3,50	288,76
				2,339	3,406	15,613	78,195	5,373		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	2,404	509,5	2,332	3,013	16,32	81,54	5,876	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	2,404	508,6	2,338	2,751	16,10	82,91	5,876	65,00	952,06	3,70	257,31
				2,335	2,882	16,208	82,224	5,876		974,03	3,60	270,94



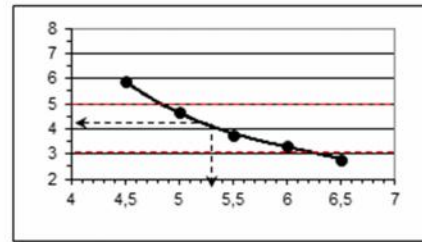
Gambar L-5.2 Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.4

Tabel L-5.5 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* untuk Mengetahui KAO AC-BC Asbuton 9%

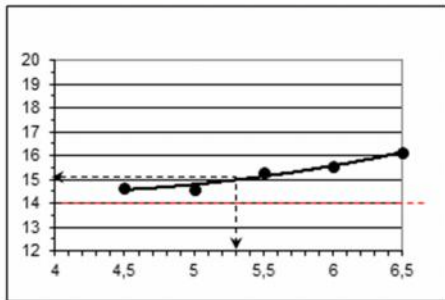
NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % V IM	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
1.a	4,5	2,473	511,9	2,323	6,066	14,80	59,02	3,872	48,00	703,06	2,30	305,68
1.b	4,5	2,473	509,5	2,332	5,703	14,47	60,59	3,872	45,00	659,12	2,50	263,65
				2,327	5,884	14,636	59,805	3,872		681,09	2,40	284,66
2.a	5,0	2,455	510,3	2,332	5,008	14,92	66,42	4,375	60,00	878,82	2,90	303,04
2.b	5,0	2,455	506,3	2,349	4,314	14,29	69,82	4,375	62,00	908,11	2,80	324,33
				2,340	4,661	14,606	68,121	4,375		893,47	2,85	313,68
3.a	5,5	2,437	509,0	2,337	4,105	16,05	74,43	4,878	72,00	1054,58	3,10	340,19
3.b	5,5	2,437	504,7	2,354	3,402	14,55	76,63	4,878	71,00	1039,94	3,00	346,65
				2,345	3,753	15,304	75,529	4,878		1047,26	3,05	343,42
4.a	6,0	2,419	506,1	2,344	3,112	15,36	79,75	5,382	70,00	1025,29	3,30	310,69
4.b	6,0	2,419	509,5	2,334	3,515	15,72	77,63	5,382	69,00	1010,64	3,50	288,76
				2,339	3,313	15,539	78,690	5,382		1017,97	3,40	299,72
5.a	6,5	2,402	509,5	2,332	2,921	16,25	82,02	5,885	68,00	996,00	3,50	284,57
5.b	6,5	2,402	508,6	2,338	2,659	16,02	83,41	5,885	65,00	952,06	3,70	257,31
				2,335	2,790	16,135	82,715	5,885		974,03	3,60	270,94



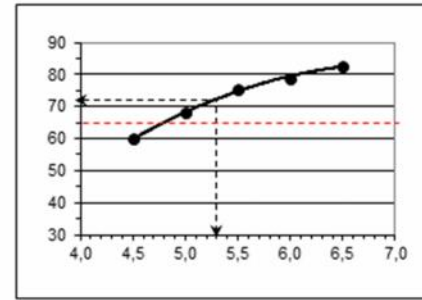
Bulk density : 2,352 T/m3



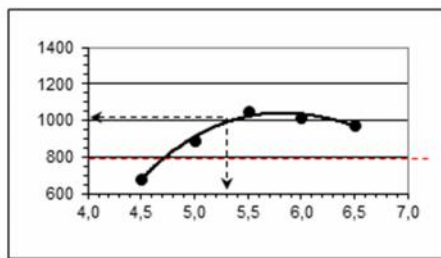
VIM : 4,578 %



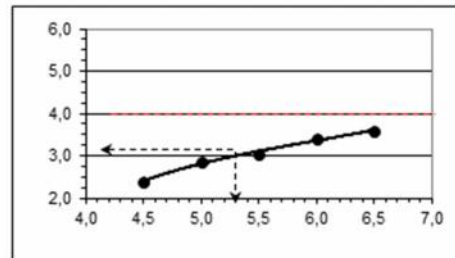
VMA : 15,279 %



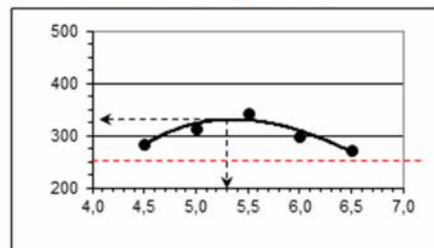
VFA : 70,039 %



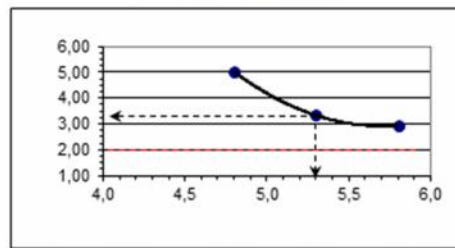
Marshall Stability : 1047 Kg



Flow : 3,40 mm



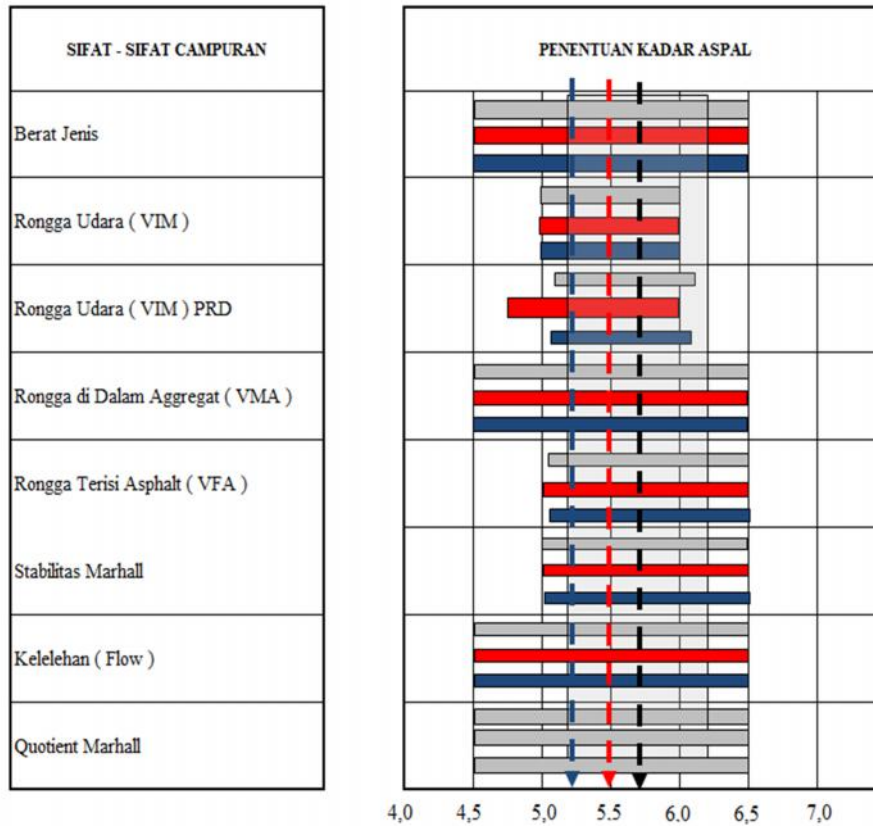
Marshall Quotient : 308 Kg/mm



VIM PRD : 3,324 %

Gambar L-5.3 Hasil Perhitungan Uji Marshall Dari Tabel L-5.5

LAMPIRAN VI
CAMPURAN KAO DARI HASIL UJI MARSHALL



Gambar L-6.1 Penentuan Kadar Aspal Optimum Dari Hasil Uji Marshall

7%		Kadar aspal terpilih	5,70 %
8%		Kadar aspal terpilih	5,50 %
9%		Kadar aspal terpilih	5,30 %

Tabel L-6.1 Perhitungan Komposisi Campuran Aspal KAO

NO	Material									
	Filler Asb LGA 50/30	Kadar Aspal	Pasir	Abu Batu	Agregat Kasar 3/8	Agregat Kasar 3/4	LGA 50/30	Total Agregat Campuran	Campuran Aspal	Total Berat Campuran
	%	%	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
1	7	5,7	463,96	226,32	248,952	113,16	79,212	1.132	68,4	1.200
2	8	5,5	464,94	226,8	238,14	113,4	90,72	1.134	66	1.200
3	9	5,3	465,92	227,28	227,28	113,64	102,276	1.136	63,6	1.200

Tabel L-6.2 Data Hasil Marshall

NO	Material		Berat (Gram)		
	Filler Asb LGA 50/30	Kadar Aspal	Di Udara	Dalam Air	SSD
	%	%	gr	gr	gr
	Perendaman 30 Menit				
1	7	5,7	1.187,2	687,7	1.193,6
		5,7	1.183,2	684,0	1.189,3
		5,7	1.188,5	688,2	1.194,7
		5,7	1.182,1	684,3	1.188,8
	Perendaman 24 jam				
	7	5,7	1.192,3	686,4	1.197,1
		5,7	1.190,8	685,9	1.196,1
	Perendaman 30 Menit				
2	8	5,5	1.186,5	687,7	1.194,8
		5,5	1.184,3	685,0	1.190,5
		5,5	1.186,5	689,2	1.195,6
		5,5	1.183,4	684,3	1.189,9
	Perendaman 24 jam				
	8	5,5	1.191,4	686,5	1.196,5
		5,5	1.188,7	685,7	1.195,2
	Perendaman 30 Menit				
3	9	5,3	1.189,3	687,5	1.193,1
		5,3	1.185,6	686,2	1.190,4
		5,3	1.187,4	688,1	1.192,6
		5,3	1.184,7	685,7	1.189,3
	Perendaman 24 jam				
	9	5,3	1.190,4	686,4	1.197,4
		5,3	1.189,2	685,5	1.196,2

Tabel L-6.3 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 7%

NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA %	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
Perendaman 30 menit												
1.a	5,7	2,434	505,9	2,347	3,604	15,14	76,20	5,068	73,00	1069,23	3,20	334,13
1.b	5,7	2,434	505,3	2,342	3,815	15,33	75,11	5,068	78,00	1142,47	3,10	368,54
				2,344	3,710	15,235	75,654	5,068		1105,85	3,15	351,34
2.a	5,7	2,434	506,5	2,346	3,613	15,15	76,15	5,068	75,00	1098,53	3,40	323,10
2.b	5,7	2,434	504,5	2,343	3,752	15,27	75,43	5,068	72,00	1054,58	3,60	292,94
				2,345	3,683	15,212	75,792	5,068		1076,55	3,50	308,02
				2,344	3,696	15,223	75,723			1091,202	3,325	329,677
Perendaman 24 jam												
1.a	5,7	2,439	510,7	2,335	4,263	16,191	73,673	5,068	69,00	1010,64	3,60	280,73
1.b	5,7	2,439	510,2	2,334	4,289	16,215	73,546	5,068	67,00	981,35	3,70	265,23
				2,334	4,276	16,20	73,61	5,068		996,00	3,65	272,98
								Job Mix Formula		1091,20		
										91,28		

Tabel L-6.4 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 8%

NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA % V I M	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
Perendaman 30 menit												
1.a	5,5	2,439	507,1	2,340	4,074	15,14	73,09	4,875	73,00	1069,23	3,40	314,48
1.b	5,5	2,439	505,5	2,343	3,949	15,03	73,73	4,875	75,00	1098,53	3,20	343,29
				2,341	4,011	15,085	73,411	4,875		1083,88	3,30	328,88
2.a	5,5	2,439	506,4	2,343	3,941	15,02	73,77	4,875	74,00	1083,88	3,30	328,45
2.b	5,5	2,439	505,6	2,341	4,040	15,11	73,26	4,875	72,00	1054,58	3,50	301,31
				2,342	3,991	15,067	73,513	4,875		1069,23	3,40	314,88
				2,342	4,001	15,076	73,462			1076,555	3,350	321,882
Perendaman 24 jam												
1.a	5,4	2,426	510,0	2,336	3,704	14,962	75,247	4,775	69,00	1010,64	3,60	280,73
1.b	5,4	2,426	509,5	2,333	3,828	15,071	74,604	4,775	67,00	981,35	3,70	265,23
				2,335	3,766	15,02	74,93	4,775		996,00	3,65	272,98
								Job Mix Formula		1076,55		
										92,52		

Tabel L-6.5 Perhitungan Hasil Pengujian *Marshall* dengan campuran KAO AC-BC Asbuton 9%

NO. BENDA UJI	KADAR ASPAL CAMP.	B.D. MAKS CAMP.	ISI BENDA UJI	BJ BULK CAMP	RONGGA UDARA %	RONGGA DLM MINERAL AGG (%) V M A	% RONGGA TERISI ASPAL	KADAR ASPALT EFEKTIF	STABILITAS (Kg)		KELE- LAHAN PLASTIS (MM)	HASIL BAGI MARSHALL
									DI BACA	TERKO- REKSI Prov. Ring		
Perendaman 30 menit												
1.a	5,3	2,465	505,6	2,352	4,586	15,29	70,00	4,683	73,00	1069,23	3,30	324,01
1.b	5,3	2,465	504,2	2,351	4,618	15,32	69,84	4,683	71,00	1039,94	3,40	305,86
				2,352	4,602	15,301	69,923	4,683		1054,58	3,35	314,94
2.a	5,3	2,465	504,5	2,354	4,530	15,24	70,27	4,683	72,00	1054,58	3,40	310,17
2.b	5,3	2,465	503,6	2,352	4,577	15,28	70,04	4,683	70,00	1025,29	3,50	292,94
				2,353	4,554	15,258	70,155	4,683		1039,94	3,45	301,56
				2,352	4,578	15,279	70,039			1047,261	3,400	308,246
Perendaman 24 jam												
1.a	5,1	2,456	511,0	2,330	5,148	15,713	67,241	4,481	68,00	996,00	3,50	284,57
1.b	5,1	2,456	510,7	2,329	5,188	15,749	67,061	4,481	66,00	966,70	3,70	261,27
				2,329	5,168	15,73	67,15	4,481		981,35	3,60	272,92
								Job Mix Formula		1047,26		
										93,71		

LAMPIRAN VII

DOKUMENTASI



Gambar L-7.1 Proses Pengujian Berat Isi dan Penyerapan Air Agregat Kasar



Gambar L-7.2 Proses Pengujian Berat Isi dan Penyerapan Air Agregat Halus



Gambar L-7.3 Proses Ba'al menggunakan Kerucut Abraham



Gambar L-7.4 Proses Saringan Agregat Kasar dan Halus



Gambar L-7.5 Proses Penimbangan Agregat Kasar Pembuatan Sampel



Gambar L-7.6 Proses Penimbangan Agregat Halus Pembuatan Sampel



Gambar L-7.7 Proses Pemanasan Agregat sampai suhu yang ditentukan



Gambar L-7.8 Proses Pengecekan Suhu



Gambar L-7.9 Proses Penimbangan Aspal Sesuai Persentase



Gambar L-7.10 Proses Pemanasan Campuran Sampai suhu yang



Gambar L-7.11 Proses Pengecekan Suhu



Gambar L-7.12 Proses Penumbukan Pembuatan Sampel



Gambar L-7.13 Proses Penamaan Sampel



Gambar L-7.14 Proses Penimbangan Sampel



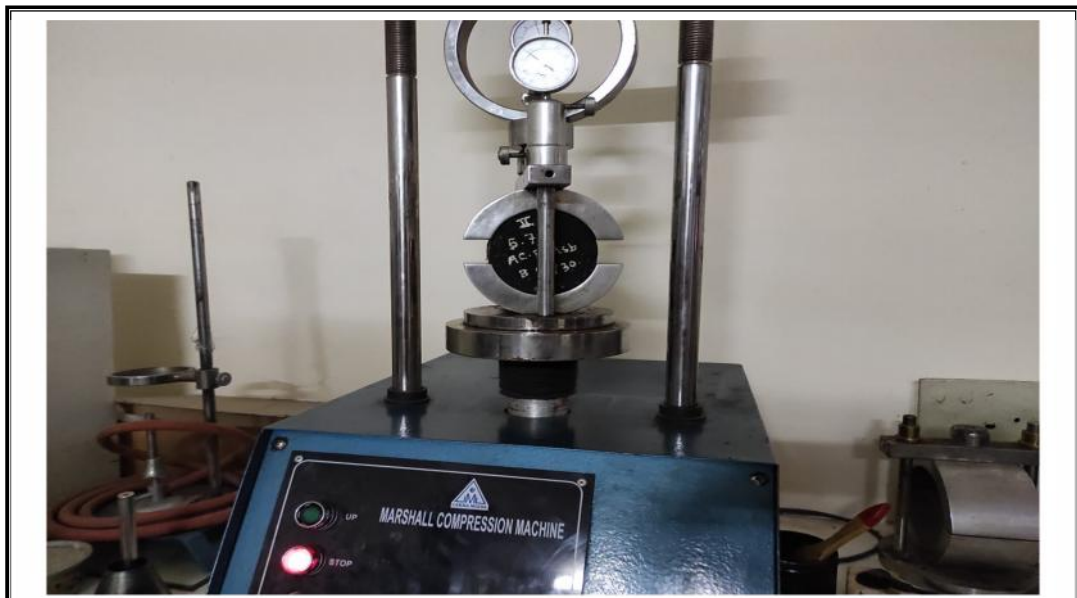
Gambar L-7.16 Proses Perendaman Sampel



Gambar L-7.15 Proses Penimbangan Sampel Uji



Gambar L-7.18 Proses Pengujian Sampel Uji



Gambar L-7.17 Proses Pengujian Sampel Uji

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Kasriadi, lahir di Kota Samarinda pada tanggal 13 Agustus 1987, merupakan anak bungsu dari enam bersaudara. Dilahirkan dari pasangan (Alm) Bapak Achmad Kosasi dan Ibu Susilawati. Penulis menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 007 Kota Samarinda pada tahun 1999, lalu melanjutkan ke tingkat SLTP Negeri 21 Kota Samarinda hingga tahun 2002. Pada tahun 2005 tamat dari SMK Negeri 9 Kota Samarinda. Di tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Pada tanggal 16 September sampai dengan tanggal 16 November 2019 penulis juga telah melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah Dua Kalimantan Timur. Penulis bekerja di Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Kalimantan Timur.

Email : akas.kosasi@gmail.com

Motto : Berusaha selalu untuk menjadi lebih baik



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 (0541) 743390 Air Hitam - Samarinda

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
Nomor /SK/FT/2020

Tentang
Penunjukan Dosen Pembimbing Skripsi
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda

DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA

- Menimbang : 1. Pedoman Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Tahun 2020.
2. Pedoman Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Tahun 2020.
3. Surat Ketua Program Studi Teknik Sipil Nomor : 088/KP.TS-FT/IV/Q.2020 Tanggal 29 September 2020, Perihal Usulan Nama Dosen Pembimbing Skripsi Program Studi Teknik Sipil, atas nama Mahasiswa :
- Mentafk** NPM. **3803022305330:2**
- Mengingat : 1. Skripsi merupakan salahsatu mata kuliah prasyarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1).
2. Perlu adanya Dosen Pembimbing Skripsi yang bertugas mengarahkan dan membimbing mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, yang sedang menempuh Skripsi.
- Memperhatikan : 1. Prosedur Operasional Standar (POS) pelaksanaan kegiatan Skripsi bagi mahasiswa dan Dosen Pembimbing Skripsi, di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda, Tahun 2020.

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Terhitung Sejak Tanggal 01 Oktober 2020, menunjuk dan menugaskan Saudara Dosen yang namanya tersebut di bawah ini :
1. **KOTaddf 'O ct| wnkUW00 W0** Sebagai Pembimbing I
2. **O wut Rkj .UW00 W0** Sebagai Pembimbing II
- KEDUA : Menugaskan Saudara, sebagai Dosen Pembimbing Skripsi, selama 5 (lima) bulan terhitung tanggal 01 Oktober 2020 s/d 01 **LcpwctR42430**



Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ir. H. Benny Mochtar Efendy Ariefin, M.T.

NIP.195907181991121001

Tembusan : Keputusan Ini disampaikan kepada Yth. :

1. Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Univ. 17 Agustus 1945 Samarinda.
2. Dosen Pembimbing yang ditunjuk.
3. Mahasiswa yang bersangkutan.



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

F.S-07 Revisi 01-12.01.2017

LEMBAR ASISTENSI DAN MONITORING SKRIPSI	
Nama Mahasiswa : <i>Kasriadi</i> NPM : <i>16.11.1001.7311.080</i>	Nama Dosen Pembimbing : <i>Robby Murni</i>

No	Tanggal Konsultasi	Uraian	TandaTangan
1.	<i>20/3 20</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Pelajari Fund - Judul dan lokasi - Material yg digunakan 	
2.	<i>21/3 20</i>	<ul style="list-style-type: none"> - persempit rumusan Masalah bab I 	
3.	<i>5/5 20</i>	<ul style="list-style-type: none"> - tambahkan teori AC-BC - perbaiki pendahuluan - Bab III Sebaiknya tidak pendahuluan 	
4.	<i>11/5 20</i>	<ul style="list-style-type: none"> AC Maji sempur 	

Catatan :

Kartu Lembar Asistensi dan Monitoring Skripsi ini harus dibawa setiap kali Skripsi setiap kali Bimbingan Skripsi dengan Dosen Pembimbing Skripsi.



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

F.S-07

Revisi 01-12.01.2017

LEMBAR ASISTENSI DAN MONITORING SKRIPSI


Nama Mahasiswa : *Kasriadi*

Nama Dosen Pembimbing :

NPM

: *16.11.1001.7311.080*

Muerrifah Tohir, ST. MT.

No	Tanggal Konsultasi	Uraian	TandaTangan
<i>1.</i>	<i>11/5 2020</i>	<i>Acc. Maju Seminar Proposal.</i>	

Catatan :

Kartu Lembar Asistensi dan Monitoring Skripsi ini harus dibawa setiap kali Skripsi setiap kali Bimbingan Skripsi dengan Dosen Pembimbing Skripsi.



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

F.S-07

Revisi 01-12.01.2017

LEMBAR ASISTENSI DAN MONITORING SKRIPSI



Nama Mahasiswa : *Kasriadi*

Nama Dosen Pembimbing :

NPM

: *16.11.1001.7311.080*

Ir. Robby Warzuki, ST., MT

No	Tanggal Konsultasi	Uraian	TandaTangan
	<i>12/8 20</i>	<i>- Bds IV Analisis dan pembebanan</i> <i>- tabel 4.16 dirapikan</i>	
	<i>14/8 20</i>	<i>- Bds V penutup paragraf kesimpulan</i> <i>AKR sesuai hasil</i>	

Catatan :

Kartu Lembar Asistensi dan Monitoring Skripsi ini harus dibawa setiap kali Skripsi setiap kali Bimbingan Skripsi dengan Dosen Pembimbing Skripsi.



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

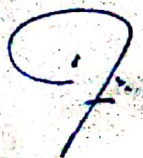
F.S-07

Revisi 01-12.01.2017

LEMBAR ASISTENSI DAN MONITORING SKRIPSI

Nama Mahasiswa : *Kasriadi*
NPM : *16.11.1001.7311.080*

Nama Dosen Pembimbing :
Musrifah Tohir, S.T., M.T.

No	Tanggal Konsultasi	Uraian	Tanda Tangan
<i>1.</i>	<i>14-08-2020</i>	<i>Acc Ujian Seminar Hani.</i>	

Catatan :

Kartu Lembar Asistensi dan Monitoring Skripsi ini harus dibawa setiap kali Skripsi setiap kali Bimbingan Skripsi dengan Dosen Pembimbing Skripsi.



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
Nomor : 199 /BA.S-02/JTS-FT/2020

Pada hari ini, Rabu Tanggal 26 Bulan Agustus Tahun *Dua Ribu Duapuluh*, telah dilaksanakan Ujian Skripsi atas nama :

1. Nama Mahasiswa : Kasriadi
2. Nomor Pokok Mahasiswa : 16.11.1001.7311. 080.
3. Judul Skripsi : Studi Penggunaan Asbuton Pada Campuran Aspal Panas Asphalt Concrete - Binder Course (AC - BC)

Berdasarkan hasil penilaian Ujian Skripsi, maka dengan ini Dewan Penguji menyatakan bahwa Mahasiswa tersebut di atas dinyatakan Lulus / ~~Tidak Lulus~~ dengan nilai A.....

Susunan Dewan Penguji :

No	Nama Penguji	Jabatan	Tandatangan
1	Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.	Ketua	
2	Musrifah Tohir, S.T., M.T.	Sekretaris	
3	Dr. Suratmi, S.T., M.T.	Anggota	
4	Dr. Ir. Yayuk Sri Sundari, M.T.	Anggota	

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Sipil

Ir. Robby Marzuki, S.T., M.T.
NIDN.1119091301

* Coret Yang tidak Perlu



UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SAMARINDA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jl. Ir. H. Juanda Kotak Pos No. 1052 Gedung E Telp. (0541) 743390 Ext. 121 Samarinda

BERITA ACARA SEMINAR HASIL

Nomor : 194 /BA.S-02/JTS-FT/2020

Pada hari ini, Rabu Tanggal 05 Bulan Agustus Tahun *Dua Ribu Duapuluh*, telah dilaksanakan Seminar Hasil atas nama :

1. Nama Mahasiswa : Kasriadi
2. Nomor Pokok Mahasiswa : 16.11.1001.7311.080
3. Judul Skripsi : Studi Penggunaan Asbuton Pada Campuran Aspal Panas Asphalt Concrete - Binder Course (AC - BC)

1. Dapat diuji dalam ujian skripsi *
a. Memenuhi standar penulisan skripsi sesuai panduan
b. Memenuhi standar skripsi untuk tingkat S1
c. Memenuhi kaidah dan kajian keilmuan
2. Belum dapat diuji dalam ujian *
a. Belum memenuhi standar penulisan skripsi
b. Belum memenuhi standar skripsi untuk tingkat S1
c. Belum memenuhi kaidah dan kajian keilmuan

Susunan Dewan Penguji :

No	Nama Penguji	Jabatan	Tandatangan
1	Ir.Robby Marzuki,S.T.,M.T.	Ketua	
2	Musrifah Tohir, S.T., M.T	Sekretaris	
3	Dr. Suratmi, S.T.,M.T.	Anggota	
4	Dr.Ir. Yayuk Sri Sundari, M.T.	Anggota	

Mengetahui
Ketua Prodi Teknik Sipil

Ir.Robby Marzuki,S.T.,M.T.
NIDN. : 1119091301

* Coret Yang tidak Perlu