

**STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN KADAR
ASBUTON MODIFIKASI OPTIMUM PADA CAMPURAN
AC-WC MENGGUNAKAN LIMBAH PLASTIK**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

MIRYAM F. RUMBEWAS

D111 12 604

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019







**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

Jl. Poros Malino km. 6 Bontomarannu, 92172, Kab. Gowa, Sulawesi Selatan
☎ <http://civil.unhas.ac.id> ✉ civil@eng.unhas.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Judul Tugas Akhir

**STUDI EKSPERIMENTAL PENENTUAN KADAR ASBUTON MODIFIKASI
OPTIMUM PADA CAMPURAN AC-WC MENGGUNAKAN LIMBAH
PLASTIK**

Disusun oleh

**MIRYAM FUNSARE RUMBEWAS
D111 12 604**

Telah diperiksa dan disetujui oleh dosen pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292002121002

Ir. Dantje Runtulalo, MT
NIP: 195705301989031001

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Sipil



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP: 196805292001121002



ABSTRAK

Penggunaan Asbuton sebagai bahan pengikat dalam campuran beton aspal yang di kombinasikan dengan pemanfaatan bahan tambah dari material sisa atau buangan yaitu limbah plastik jenis PET di harapkan mampu mengurangi penggunaan aspal minyak dan mengurangi dampak lingkungan yang di timbulkan oleh limbah plastk. Penelitian ini dilakukan untuk meninjau dampak penambahan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dalam campuran lapisan AC-WC. Selanjutnya,menghitung nilai kadar aspal optimum dan dilanjutkan dengan pembuatan benda uji tanpa plastik dan menggunakan plastik untuk menentukan nilai kadar aspal optimum. setelah proses analisis dengan melakukan proses pengukuran, penimbangan, dan pengujian dengan alat Marshall. Dari hasil analisa didapatkan nilai kadar aspal optimum tanpa limbah plastik yang memenuhi keenam syarat kriteria campuran aspal sesuai spesifikasi Bina marga 2010 revisi III yaitu 6.25%. Setelah itu dilanjutkan proses variasi penambahan plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) kadar plastik 0,5% dihitung dari berat aspal, maka hubungan antara seluruh parameter marshall dan volumetrik menggunakan agregat batu pecah dengan menggunakan 0.5% limbah plastk maka didapatkan kandungan kadar aspal optimum berada pada kadar 6.00%. dimana mampu menghemat penggunaan aspal Buton modifikasi hingga 4%. Oleh karena itu,semua kadar asbuton modifikasi yang digunakan memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010, Revisi III.

Kata Kunci: Asphalt Concrete – Wearing Course(AC-WC), *Polyethylene Terephthalate* (PET), Asbuton Modifikasi.

ABSTRACT

The use of Asbuton as a binder in asphalt concrete mixes combined with the use of added material from waste material or waste, namely PET plastic waste is expected to reduce the use of oil asphalt and reduce the environmental impact caused by plastic waste. This research was conducted to review the effect of the addition of Polyethylene Terephthalate (PET) plastic in a mixture of AC-WC layers. Next, calculate the optimum bitumen content value and then proceed with the making of specimens without plastic and use plastic to determine the optimum bitumen content value. after the analysis process by conducting a measurement, weighing, and testing process with a Marshall tool. From the results of the analysis, the optimum asphalt content without plastic waste is obtained which meets the six criteria for asphalt mix criteria according to the 2010 revision III Bina marga specification, which is 6.25%. After that, the process of variations in the addition of Polyethylene Terephthalate (PET) plastic content of 0.5% was calculated from the asphalt weight, so the relationship between all Marshall and volumetric parameters using broken stone aggregates using 0.5% plastic waste found optimum asphalt content at levels 6.00%. which can save the use of modified Buton asphalt up to 4%. Therefore, all modified levels of asbuton used meet the General Specifications of Bina Marga 2010, Revision III.

Keywords: Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC), *Polyethylene Terephthalate* (PET), Asbuton Modifikation.



KATA PENGANTAR

Puji Syukur, atas rahmat dan hidayah yang telah dilimpahkan oleh Tuhan Yang Maha Kuasa, maka penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, yaitu sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa di dalam tugas akhir yang sederhana ini terdapat banyak kekurangan dan sangat memerlukan perbaikan secara menyeluruh. Tentunya hal ini disebabkan keterbatasan ilmu serta kemampuan yang dimiliki penulis, sehingga dengan segala keterbukaan penulis mengharapkan masukan dari semua pihak.

Tentunya tugas akhir ini memerlukan proses yang tidak singkat. Perjalanan yang dilalui penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini tidak lepas dari tangan-tangan berbagai pihak yang senantiasa memberikan bantuan, baik berupa materi maupun dorongan moril. Olehnya itu dengan segala kerendahan hati, ucapan terimakasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu ayahanda **Efraim Rumbewas** dan ibunda **Rachell Maryen**, atas kasih sayang dan segala dukungan selama ini, baik spritual maupun materil, serta seluruh keluarga besar atas sumbangsih dan dorongan yang telah diberikan.
2. Bapak **Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
3. Bapak **Prof. Dr. Eng. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng** dan Bapak **Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST., MT.**, selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
4. Bapak **Prof.Dr.Eng. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng.**, selaku dosen pembimbing I, atas segala kesabaran dan waktu serta nasihat spiritual yang telah diluangkannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.



5. Bapak **Ir. Dantje Runtulalo, MT.**, selaku dosen pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan tugas akhir ini.
6. Bapak **Prof. Dr. Eng. Rudy Djamaluddin, ST., M.Eng** selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan.
7. Bapak **Robert Alexander Maniagasi, ST** dan **Didik Suryamiharja S. Mabui, ST., MT** yang telah memberikan kesempatan untuk ikut dalam tim penelitian beliau, serta telah banyak memberikan bantuan baik berupa masukan, saran, serta menyediakan segala keperluan dalam penelitian ini.
8. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.
9. Teman setia yang selalu mendampingi saya selama penelitian **MiswarTumpu, ST., MT** yang telah banyak memberikan bantuan baik masukan dan saran dalam penyempurnaan penelitian ini.
10. Teman-teman seperjuangan di Laboratorium Riset Eco Material yaitu **Al, Aden, Habibi, Friets, Gilbert, Aswin, Wanti dan Cimot** atas support nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.
11. Saudara-saudariku seangkatan 2012 Teknik Sipil, yang senantiasa memberikan semangat dan dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini. *Keep on Fighting Till The End.*

Tiada imbalan yang dapat diberikan penulis selain memohon kepada Allah SWT., melimpahkan karunia-Nya kepada kita semua, Amin. Semoga karya ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Januari 2019

Penulis



DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I	PENDAHULUAN
1.1.	Latar Belakang..... 1
1.2.	Rumusan Masalah..... 4
1.3.	Tujuan Penelitian..... 4
1.4.	Manfaat Penelitian..... 4
1.5.	Batasan Masalah..... 5
1.6.	Sistematika Penulisan..... 6
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA
2.1.	Bahan Tambah Dalam Campuran Beraspal..... 7
2.2.	Aspal Buton (Asbuton)..... 11
2.3.	Deskripsi Aspal Minyak..... 18
2.4.	Deskripsi Asbuton Modifikasi..... 19
2.5.	Pengujian Aspal dengan Metode <i>Marshall</i> 22
2.6.	Kerangka Pikir Penelitian..... 27
BAB III	METODE PENELITIAN
3.1.	Umum/Ringkasan Metodologi Penelitian..... 29
3.2.	Waktu dan Lokasi Penelitian..... 30



3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	30
3.4.	Pengumpulan Data Penelitian.....	31
3.5.	Pengambilan Material Penelitian.....	32
3.6.	Pemeriksaan Karakteristik Material.....	32
3.6.1	Pemeriksaan Agregat.....	32
3.6.2	Pemeriksaan Karakteristik Aspal Buton Modifikasi.....	33
3.6.3	Karakteristik Aspal Buton Butir Type 50/30.....	34
3.6.4	Karakteristik Fisik Bahan Tambah(Limbah Plastik).....	37
3.6.5	Gradasi Campuran dan Mix Design.....	38
3.7.	Pembuatan Benda Uji.....	39
3.8.	Pemeriksaan Karakteristik Campuran Aspal Beton Dengan Metode Marshall.....	41
3.8.1.	<i>Mix Design Metode Marshall</i>	41
3.8.2.	Karakteristik Metode <i>Marshall</i>	43

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Material.....	49
4.1.1.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat.....	49
4.1.2.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Asbuton Modifikasi...51	
4.1.3.	Penentuan Gradasi Campuran.....	52
4.1.4.	Perancangan dan Komposisi Campuran AC-WC Berdasarkan Kadar Aspal Perkira.....	53
4.2.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Campuran Aspal Beton Tanpa Menggunakan Limbah Plastik sebagai Bahan Tambah dengan Metode <i>Marshall</i>	56
4.3.	Hasil Pemeriksaan karakteristik Campuran aspal Beton dengan Menggunakan 0,5 % Limbah Plastik Sebagai Bahan Tambah dengan Metode Marshall.....	65

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1.	Kesimpulan	75
5.2.	Saran	75



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Jenis Asbuton yang Telah Diproduksi	9
Tabel 2.2.	Persyaratan Asbuton Butir	13
Tabel 2.3.	Sifat-Sifat Fisik Bitumen Asbuton	14
Tabel 2.4.	Sifat-Sifat Kimia Bitumen Asbuton.....	16
Tabel 2.5.	Komposisi Kimia Mineral Asbuton.....	17
Tabel 2.6.	Persyaratan Aspal Dimodifikasi dengan Aspal Alam	18
Tabel 3.1.	Metode Pengujian Karakteristik Agregat Kasar.....	21
Tabel 3.2.	Metode Pengujian Karakteristik Abu Batu dan <i>Filler</i>	33
Tabel 3.3.	Metode Pengujian Karakteristik Asbuton Modifikasi	33
Tabel 3.4.	Hasil Pengujian Karakteristik BGA.....	34
Tabel 3.5.	Hasil Karakteristik BGA Setelah Ekstrak	35
Tabel 3.6.	Rencana Jumlah Benda Uji Untuk Penentuan KAO	35
Tabel 3.7.	Rencana Jumlah Benda Uji Untuk Penentuan KAO dengan Menggunakan Limbah Plastik 0,5%	41
Tabel 3.8.	Ketentuan Sifat-Sifat Campuran Panas AC-WC.....	41
Tabel 4.1.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Kasar	48
Tabel 4.2.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Abu Batu.....	49
Tabel 4.3.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik <i>Filler</i>	50
Tabel 4.4.	Hasil Pemeriksaan Karakteristik Asbuton Modifikasi	51
Tabel 4.5.	Komposisi Material dalam Berat Untuk 1200 gram Benda Uji (Tanpa Limbah Plastik).....	54
Tabel 4.6.	Komposisi Material dalam Berat Untuk 1200 gram Benda Uji (Menggunakan 0,5% Limbah Plastik)	55
	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Untuk Seluruh Parameter	57



Tabel 4.8.	Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) Campuran Aspal Panas Menggunakan Asbuton Modifikasi	65
Tabel 4.9.	Hasil Pengujian Karakteristik Marshall Untuk Seluruh Parameter	66
Tabel 4.10.	Analisis Penentuan Kadar Aspal Optimum (KAO) Campuran Aspal Panas Menggunakan Asbuton Modifikasi	74



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Permukaan Tipis <i>Polyethylene</i>	8
Gambar 2.2. Alur Proses Pembuatan Asbuton Modifikasi <i>Blend</i> 55 secara Fabrikasi	20
Gambar 2.3. Skematis VIM dan VMA.....	27
Gambar 2.4. Kerangka Pikir Penelitian.....	28
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	31
Gambar 3.2. Butir BGA Dalam mm.....	36
Gambar 3.3. Analisa Saringan Mineral BGA Setelah Ekstraksi	37
Gambar 3.4. Permukaan Tipis <i>Polyethylene</i>	38
Gambar 3.5. Alat Pengujian <i>Marshall</i>	38
Gambar 4.1. Gradasi Agregat Gabungan	47
Gambar 4.2. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai Stabilitas	52
Gambar 4.3. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai <i>Flow</i>	58
Gambar 4.4. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai <i>Marshall Quetiont (MQ)</i>	59
Gambar 4.5. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VIM	60
Gambar 4.6. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VMA.....	62
Gambar 4.7. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VFB	63
Gambar 4.8. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai Stabilitas 0,5% Limbah Plastik.....	64
Gambar 4.9. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai <i>Flow</i> 0,5% Limbah Plastik	67
10. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai <i>Marshall Quetiont (MQ)</i> 0,5% Limbah Plastik.....	68



Gambar 4.11. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VIM 0,5% Limbah Plastik.....	69
Gambar 4.12. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VMA 0,5% Limbah Plastik.....	71
Gambar 4.13. Hubungan Kandungan Kadar Asbuton Modifikasi Terhadap Nilai VFB 0,5% Limbah Plastik.....	72



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Suatu lapis perkerasan jalan diharapkan mampu memenuhi sifat stabilitas, yaitu kemampuan perkerasan aspal menerima beban lalu lintas tanpa terjadi perubahan bentuk yang tetap. Namun kenyataannya, pada masa pelayanannya, perkerasan jalan sering mengalami kerusakan atau tidak mencapai umur layanan jalan. Di Jalan Lintas Timur Sumatera terjadi penurunan dalam pelayanan usia jalan sebesar 25,94% (Sentosa, 2012), jalan nasional di Aceh terjadi penurunan umur layan sebesar 4,3 tahun dari umur rencana 10 tahun (Syafriana, 2015), di Jalan Pantura Jawa hanya memiliki umur jalan selama 1,5 hingga 2 tahun dari seharusnya 10 tahun (Antara News, 2008). Selain itu, menurut data informasi statistik PU dan Perumahan Rakyat (2015) jalan di Indonesia dalam kondisi baik hanya sebesar 62%, sedangkan kondisi jalan yang lain dalam keadaan rusak ringan ataupun rusak berat.

Salah satu penyebab kerusakan atau tidak mencapainya umur layanan jalan tersebut adalah bertambahnya tingkat kepadatan lalu lintas. Menurut Suparyanto dalam Latifa (2011), pengulangan beban lalu lintas sebagai akibat dari beton aspal sehingga mengalami penurunan kinerja jalan. Untuk mengatasi masalah kepadatan lalu lintas menyebabkan terjadinya akumulasi deformasi permanen pada campuran tersebut, salah

nya adalah dengan memanfaatkan bahan tambah (*additive*) ke dalam campuran.



Saat ini pemakaian bahan tambah kedalam campuran beton aspal telah banyak digunakan baik di dalam maupun luar negeri, utamanya penggunaan material sisa/limbah yang banyak menjadi pemasalahan lingkungan, seperti limbah plastik. Plastik merupakan jenis polimer yang tidak dapat terurai sendiri, yang membutuhkan waktu ratusan bahkan ribuan tahun untuk terurai kembali ke bumi. Limbah plastik telah menjadi sesuatu hal yang menakutkan di setiap belahan bumi. Tidak saja di negara-negara berkembang tetapi juga di negara-negara maju seperti Amerika, Inggris dan Jepang. Menurut *Indonesia Solid Waste Association* (2013), penggunaan material plastik di negara-negara Eropa Barat mencapai 60kg/orang/tahun, di Amerika Serikat mencapai 80kg/orang/tahun, dan di Inggris memproduksi sedikitnya 3 juta ton sampah plastik setiap tahun. Terdapat 57% limbah yang ditemukan di pantai berupa limbah plastik dan sebanyak 46 ribu limbah plastik mengapung di setiap mil persegi samudera bahkan kedalaman limbah plastik di samudera pasifik sudah mencapai hampir 100 meter.

Indonesia memiliki aspal alam yang dikenal dengan nama asbuton, dinamakan demikian karena lokasi aspal berada di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Kadar bitumen dalam asbuton bervariasi dari 10 - 40%, malahan pada beberapa lokasi dijumpai dengan kadar bitumen 90% yang dapat di jumpai pada daerah Kabungka dan Lawele. Asbuton memiliki deposit cukup besar sekitar 600 juta ton (Affandi, 2006).

Kebutuhan aspal minyak dalam negeri sekitar 1.2 juta ton pertahun. Produksi sekitar 600 ribu ton harus dipenuhi dengan impor aspal minyak dari luar negeri. Sementara ketersediaan aspal minyak semakin berkurang dan harganya yang terus meningkat seiring dengan harga minyak dunia yang terus melambung tinggi (Suaryana,



Suaryana (2008), melakukan pengujian asbuton campuran panas sebagai lapisan ulang perkerasan pada ruas jalan Kp. Baru - Pomalaa, Kendari Sulawesi Tenggara. Pengujian gelar skala penuh dilaksanakan pada umur perkerasan selama 4 bulan dan 1 tahun untuk kemudian dilakukan pengamatan terhadap kinerja perkerasan. Dari hasil pengujian diketahui asbuton dapat mensubstitusi aspal minyak dan kinerja perkerasan asbuton campuran panas secara fungsional baik setelah 1 tahun dimana belum terindikasi terjadinya retak dan deformasi.

Teknologi asbuton yang berkembang saat ini adalah teknologi asbuton butir dan modifikasi aspal minyak dengan asbuton butir, Penggunaan asbuton butir di dalam campuran beraspal belum maksimal, karenanya dapat mensubstitusi aspal minyak sampai dengan 30% untuk jenis *Buton Granular Asphalt* dan sekitar 75% untuk jenis *Lawele Granular Asphalt* (Pusjatan Kementerian PU, 2011).

Berdasarkan latar belakang diatas maka penggunaan Asbuton sebagai bahan pengikat dalam campuran beton aspal yang di kombinasikan dengan pemanfaatan bahan tambah dari material sisa/buangan yaitu limbah plastik jenis PET di harapkan mampu mengurangi penggunaan aspal minyak dan mengurangi dampak lingkungan yang di timbulkan oleh limbah plastik . Oleh karena itu, maka penulis mengangkat sebuah Tugas Akhir dengan judul “**Studi Eksperimental Penentuan Kadar Asbuton Modifikasi Optimum Pada Campuran AC-WC Menggunakan Limbah Plastik**”.



1.2. Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana campuran AC-WC yang tanpa menggunakan limbah plastik sebagai bahan pengikat terhadap parameter *Marshall* dalam mendapatkan kadar aspal optimum penggunaan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat.
2. Bagaimana campuran AC-WC yang menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan menggunakan limbah plastik sebagai bahan tambah terhadap nilai kadar aspal optimum.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini :

1. Untuk menentukan parameter *Marshall* AC-WC yang menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat terhadap nilai kadar aspal optimum.
2. Untuk menentukan kadar aspal optimum yang digunakan pada campuran AC-WC yang menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan menggunakan limbah plastik sebagai bahan tambah.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat sebagai berikut :

1. Memberikan gambaran tentang campuran AC-WC yang menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat berdasarkan parameter *Marshall*.
2. Memberikan gambaran tentang campuran AC-WC yang menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan menggunakan limbah plastik sebagai bahan tambah terhadap nilai kadar aspal optimum.



1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup dalam 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 2010, Revisi 3, Divisi 6 Perkerasan Aspal dan Buku 3 Bina Marga tentang campuran beraspal panas dengan Asbuton olahan.
3. Gradasi yang digunakan adalah gradasi seragam (*uniform graded*) atau AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*).
4. Bahan pengikat yang digunakan adalah Asbuton modifikasi tipe Retona Blend 55.
5. Bahan tambah yang digunakan yaitu limbah plastik jenis LDPE (*Low Density Polyethylene*).
6. Untuk penentuan kadar aspal optimum menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat, digunakan variasi kadar aspal 5,0%, 5,5%, 6,0%, 6,5%, 7,0% dan 7,5% yang didapatkan berdasarkan perhitungan kadar aspal rencana (kadar aspal perkiraan).
7. Untuk penentuan kadar aspal optimum menggunakan Asbuton modifikasi sebagai bahan pengikat dan limbah plastik jenis PET sebagai bahan tambah, digunakan variasi kadar limbah plastik yaitu 0% dan 0,5%.

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. 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** Tinjauan Pustaka, menjelaskan uraian tentang teori-teori yang mendukung tema yang dibahas berasal dari buku-buku, jurnal-jurnal maupun daritulisantulisan lain yang ada hubungannya dengan tugas akhir yang dilakukan.
- BAB III** Metode Penelitian, menerangkan penelitian secara umum baik dari segi alur penelitian maupun waktu dan lokasi penelitian, metode pemeriksaan komponen campuran yaitu agregat dan aspal minyak sebagai bahan pengikat serta metode pengujian parameter *Marshall* dan penentuan kadar aspal optimum.
- BAB IV** Hasil 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

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bahan Tambah dalam Campuran Beraspal

Menurut Syarief dkk dalam Nurminah (2002), plastik dibagi atas dua jenis berdasarkan sifat fisiknya, yaitu :

(a) *Thermoplast*, merupakan jenis plastik yang bisa didaur-ulang atau dicetak lagi dengan proses pemanasan ulang. Polimer termoplastik memiliki sifat-sifat khusus yaitu jika dipanaskan akan melunak, jika didinginkan akan mengeras, mudah untuk diregangkan, fleksibel, titik leleh rendah, dapat dibentuk ulang atau di daur ulang, dan mudah larut dalam pelarut yang sesuai dengan kecocokan jenis plastik ini. Contoh plastik yang termasuk dalam jenis termoplastik adalah :

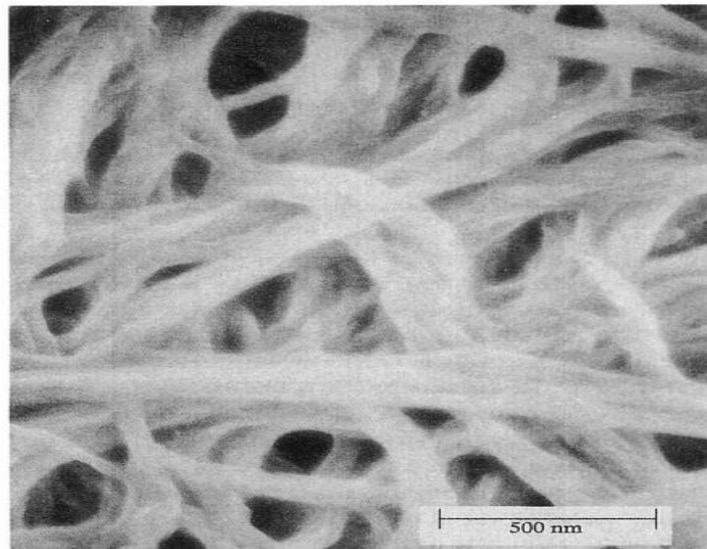
- (1) ***Polyethylene (PE)***, yang terdiri dari PET (*Polyethylene Terephthalate*) dengan berat jenis yaitu sebesar 1,34-1,39; HDPE (*High Density Polyethylene*) dengan berat jenis yaitu sebesar 0,96-0,97; dan LDPE (*Low Density Polyethylene*).
- (2) ***Polyvinilklorida (PVC)*** dengan berat jenis 1,37–1,39.
- (3) ***Polipropena (PP)***.
- (4) ***Polistirena (PS)*** dengan berat jenis 1,04-1,09.
- (5) ***Polycarbonate (Other)*** dengan berat jenis 1,2.

(b) *Thermosetting*, merupakan jenis plastik yang tidak bisa didaur-ulang atau dicetak lagi. Pemanasan ulang akan menyebabkan kerusakan molekul-molekul yang ada pada jenis plastik ini. Sifat polimer termosetting yaitu keras dan kaku (tidak

el) sehingga jika dipanaskan jenis plastik ini akan mengeras, tidak dapat didaur ulang atau sukar didaur ulang, tidak dapat larut dalam pelarut apapun, jika



dipanaskan akan meleleh, tahan terhadap asam basa, dan mempunyai ikatan silang antar rantai molekul yang ada pada jenis plastik ini. Contoh plastik dengan jenis *thermosetting* adalah terdiri dari asbak, *fitting* lampu listrik, *steker* listrik, peralatan fotografi, dan radio. Oleh karena itu, jenis plastik ini harus diberikan perlakuan yang khusus pada saat ingin di daur ulang dan dimanfaatkan kembali.



Gambar 2.1. Permukaan tipis *polyethylene* (Israil dkk., 2012)

Jenis plastik yang seharusnya digunakan dalam penelitian-penelitian yang memanfaatkan limbah plastik sebagai bahan tambah dalam campuran beraspal adalah limbah plastik yang dapat digunakan kembali dan dapat di daur ulang yang ditandai dengan ketika dipanaskan akan mencair dan tidak mengeras. Selain itu, tidak merusak lingkungan ketika diaplikasikan pada level lapangan.

Polimer atau plastik jenis ini banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat dengan mudah digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beraspal. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, disebutkan bahwa plastik dapat memperbaiki dan bahkan meningkatkan kinerja dari campuran beraspal. Oleh

itu, telah dipertimbangkan selain dari sisi perbaikan kinerja pada campuran beraspal, penggunaan plastik juga dapat digunakan sebagai material yang berbasis ramah lingkungan. Untuk mengetahui lebih lanjut tentang jenis-jenis plastik yang



dikategorikan sebagai *thermoplastic*, Disajikan Tabel 2.1 yang memperlihatkan jenis-jenis plastik yang termasuk kategori *thermoplastic*.

Tabel 2.1. Jenis Jenis Plastik yang Termasuk Kategori *Thermoplastic*

Simbol Daur Ulang	Jenis Plastik	Sifat-sifat	Aplikasi kemasan
	Polietilen Tereftalat (PET, PETE)	Bening, kuat, tangguh non permeabel (gas dan uap air)	Soft drink, botol air-salad keju kacang
	High Density Polietilen	Kaku, kuat, tangguh, tahan lembab,	Susu, jus buah, kantong belanja
	Polivinil Klorida (PVC)	Tangguh, kuat, mudah dicampur	Botol jus, pipa air bungkus plastik
	Low Density Polietilen (LDPE)	Mudah diproses, kuat tangguh, fleksibel, mudah disegel, tahan lembab	Kantong makanan beku, botol remas (kecap, saus, madu), bungkus plastik
	Polipropilen (PP)	Kuat, tangguh, tahan panas, minyak bahan kimia, tahan lembab	Peralatan dapur, peralatan microwave, wadah yoghurt, piring dan mangkuk sekali pakai
	Polistiren (PS)	Mudah dibentuk dan diproses	Karton telur, styrofoam, mangkuk sekali pakai
	Plastik lain (Polikarbonat atau ABS)	Tergantung dari jenis polimernya	Botol minuman, botol susu bayi, barang-barang elektronik

a. Plastik dan campuran aspal

Menurut Suroso (2009), ada dua teknik (metode) pencampuran plastik ke dalam campuran aspal, yaitu :

basah, (*wet process*), yaitu suatu cara pencampuran dimana plastik sukkan ke dalam aspal panas dan diaduk dengan kecepatan tinggi sampai



homogen. Cara ini membutuhkan tambahan dana cukup besar antara lain bahan bakar, *mixer* kecepatan tinggi sehingga aspal modifikasi yang dihasilkan harganya cukup besar bedanya dibandingkan dengan aspal konvensional.

- b. Cara kering (*dry process*), yaitu suatu cara dimana plastik dimasukkan ke dalam agregat yang dipanaskan pada temperatur campuran, kemudian aspal panas ditambahkan. Cara ini bisa lebih mudah dibandingkan cara basah, hanya dengan memasukkan plastik ke dalam agregat panas, tanpa membutuhkan peralatan lain untuk mencampur (*mixer*). Namun, untuk cara ini harus diperhatikan kehomogenan dan keseragaman kadar plastik yang dimasukkan atau dicampurkan.

Dalam penelitian ini menggunakan cara kering untuk menambahkan plastik ke dalam campuran beton aspal. Dari segi ekonomi, cara kering lebih murah karena waktu pencampuran lebih cepat, tidak membutuhkan peralatan lain untuk mencampur, lebih mudah ditangani dari pada cara basah (Suroso, 2009), dapat meningkatkan sifat pengikatan agregat pada campuran, mengurangi degradasi di jalan, serta mengurangi penggunaan kadar aspal pada campuran (Mir, 2015).

Adapun, persentase plastik yang ditambahkan dalam campuran tidak boleh melebihi 17% (Dallas dalam Suroso, 2009) karena akan membuat karakteristiknya jauh dari disyaratkan. Selain itu, menurut Moghaddam Etal (2013), kepadatan dan kekakuan campuran akan meningkat jika hanya ditambahkan sedikit persentase plastik (0,2-1% dari berat agregat). Semakin besar kepadatan suatu campuran, maka akan semakin banyak jumlah siklus pembebanan yang dapat ditahan oleh beton aspal (Widodo dan Sih, 2013). Hal tersebut dapat meningkatkan umur kelelahan campuran.



2.2. Aspal Buton (Asbuton)

Aspal batu buton atau biasa disebut asbuton ditemukan tahun 1924 di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton mulai digunakan dalam pengaspalan jalan sejak tahun 1926. Berdasarkan data, asbuton memiliki deposit sekitar 677 juta ton atau setara dengan 170 juta ton aspal minyak. Asbuton merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia (Balitbang Kementerian PU, 2012).

Kadar bitumen dalam Asbuton bervariasi dari 10% sampai dengan 40%. Pada beberapa lokasi ada pula Asbuton dengan kadar bitumen mencapai 90%. Bitumen Asbuton memiliki kekerasan yang bervariasi. Asbuton dari Kabungka umumnya memiliki bitumen dengan nilai penetrasi di bawah 10 dmm sedangkan Asbuton yang berasal dari Lawelle umumnya memiliki bitumen nilai penetrasi di atas 130 dmm, dan mengandung minyak ringan sampai 7%. Apabila minyak ringan pada Asbuton Lawelle diuapkan, nilai penetrasi bitumen turun hingga di bawah 40 dmm. Dilihat dari komposisi senyawa kimia, bitumen Asbuton relatif memiliki senyawa nitrogen yang lebih tinggi dan senyawa paraffin yang relatif lebih rendah sehingga dibandingkan dengan aspal minyak maka dimungkinkan daya lekat bitumen Asbuton relatif lebih baik.

1. Karakteristik Asbuton

a. Asbuton Butir

Aspal Buton Butir (BGA) adalah produk aspal dari alam yang siap digunakan dengan mutu yang sangat terjaga serta diproses sedemikian rupa sehingga bitumennya dapat keluar kepermukaan butiran. Aspal Buton butir mengandung 25% bitumen dan berbentuk butiran yang halus.



Aspal Buton Butir (BGA) sebagai aspal alam harus dapat dimanfaatkan
dan mungkin dalam program pembangunan infrastruktur jalan yang ada di

Indonesia. Aspal Buton Butir (BGA) yang merupakan salah satu jenis Asbuton butir memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan aspal minyak yang saat ini digunakan dan harganya terus meningkat dipasaran internasional seiring dengan kenaikan harga minyak dunia.

Asbuton butir dapat di produksi dengan berbagai ukuran. Dilihat dari segi kemudahan mobilisasi bitumen, makin kecil ukuran butir maka makin mudah bitumen Asbuton termobilisasi dalam campuran beton aspal. Berdasarkan hasil kajian, apabila butiran Asbuton dicampur dengan peremaja kemudian bitumen Asbuton tersebut dibelah maka tampak peremaja hanya mampu menyerap sampai kedalaman 2 mm. Dari kedalaman penyerapan ini maka sebaiknya ukuran butiran maksimum Asbuton adalah 4 mm agar seluruh bagaian butir Asbuton dapat diresapi peremaja. Dilihat dari segi kekerasan butiran Asbuton, karena butiran Asbuton tidak memiliki kekerasan yang setara dengan kekerasan yang diisyaratkan pada agregat kasar, maka ukuran butiran Asbuton tidak boleh setara dengan agregat kasar melainkan harus setara dengan pasir atau agregat halus (lolos saringan ASTM, no.4 atau no.8) dilihat dari segi kandungan *filler* (bahan pengisi) Asbuton sebaiknya tidak terlalu halus agar kandungan *filler* tidak terlalu banyak, karena akan mempengaruhi karakteristik campuran. Untuk mendapatkan karakteristik campuran beton aspal yang baik, kandungan *filler* dalam campuran harus dibatasi sesuai dengan batasan perbandingan antara kandungan *filler* dengan kandungan aspal dalam campuran.

Pada Asbuton campuran panas, pada perinsipnya Asbuton butir dengan jumlah tertentu dimasukkan kedalam campuran beraspal panas aspal minyak. Fungsi Asbuton

urutan tersebut adalah sebagai bahan tambahan (*additive*) dan sebagai bahan atau pengganti 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. Jenis Asbuton yang telah diproduksi pada Tabel 2.1 dan persyaratan Asbuton butir dalam campuran beraspal panas dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Jenis Asbuton yang telah diproduksi secara pabrikasi dan manual dalam beberapa tahun ini salah satunya adalah Asbuton butir, jenis Asbuton berdasarkan besar butir dan kadar aspal yang terkandung dalam aspal Buton. Campuran beraspal panas dengan menggunakan Asbuton butir, maka proporsi penggunaannya harus sudah mempertimbangkan gradasi agregat campuran dan batas maksimum penggunaan dari masing-masing tipe sebagaimana ditunjukkan pada table 3 adalah maksimum 5% untuk Asbuton butir tipe 5/20, 7% untuk asbuton butir 15/20 dan 8.5% untuk Asbuton butir tipe 15/25 atau sesuai persetujuan Direksi Pekerjaan. Proporsi penggunaan Asbuton butir tersebut adalah terhadap berat total dari campuran beraspal panas dengan penggunaan aspal Buton.

Tabel 2.1. Jenis Asbuton yang telah diproduksi (Departemen Pekerjaan Umum,2006)

Uraian	Jenis Asbuton						Satuan
	Konv*)	Halus*)	Mikro*)	BRA	BGA	LGA	
Kadar Aspal	13 - 20	20	20	20 - 25	25 - 30	25 - 40	%
Kadar Air	>6	6	<2	<2	<2	<2	%
Uraian	12,5	4.75	2.36	1.18	1.18	9	mm
Uraian	Curah	Ktg	Ktg	Krg	Krg	Krg	-

004 sudah tidak di produksi lagi



Tabel 2.2. Persyaratan Asbuton butir

<i>Sifat-sifat asbuton butir</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Tipe 5/20</i>	<i>Tipe 15/20</i>	<i>Tipe 15/25</i>
Kadar bitumen asbuton; %	SNI 03-3640-1994	18 - 22	18 - 22	23 - 27
Ukuran butir asbuton butir				
- Lolos saringan no. 8 (2.36 mm); %	SNI 03-1968-1990	100	100	100
- Lolos saringan no. 16 (1.18 mm); %	SNI 03-1968-1990	Min 95	Min 95	Min 95
Kadar air; %	SNI 06-2490-1991	Mak 2	Mak 2	Mak 2
Penetrasi aspal asbuton pada 25°C, 100 g, 5 detik; 0.1 mm	SNI 06-2490-1991	≤10	10 - 18	10 - 18

(Sumber: Departemen PU, 2006)

Keterangan:

1. Asbuton butir tipe 5/20 : kelas penetrasi 5 (0.1 mm) dan kelas kadar bitumen 20%.
2. Asbuton butir tipe 15/20 : kelas penetrasi 15 (0.1 mm) dan kelas kadar bitumen 20%.
3. Asbuton butir tipe 15/25 : kelas penetrasi 15 (0.1 mm) dan kelas kadar bitumen 25%.

Deposit Asbuton dalam jumlah besar dapat menjamin pasokan kebutuhan akan aspal. Dari pengujian yang telah dilakukan, didapat hasil campuran beraspal yang ditambah Asbuton menghasilkan campuran beraspal yang bermutu baik dengan kecenderungan yaitu:

- 1) Stabilitas *marshall* campuran beraspal yang lebih tinggi.
- 2) Stabilitas dinamis campuran beraspal yang lebih tinggi.

meningkatkan umur konstruksi (dari hasil uji fatik).

tahan terhadap perubahan temperature.



5) Nilai modulus yang meningkat.

Kecenderungan tersebut terjadi karena Asbuton mengandung bahan aromatik dan resin yang tinggi sehingga di dalam campuran Asbuton mempunyai :

- 1) Daya lekat yang lebih tinggi.
- 2) Kelenturan yang tinggi.

Dengan kelebihan-kelebihan tersebut Asbuton cocok digunakan untuk lokasi temperature tinggi (tropis) dan digunakan untuk jalan raya dengan beban berlebih.

Buton Granural Aspal memiliki keunggulan keunggulan yaitu :

- 1) Kadar aspal lebih tinggi (25%)
- 2) Kadar air konstan dibawah 2%
- 3) Bitumen telah termobilisasi keluar
- 4) Kehilangan sangat rendah
- 5) Material asing telah dihilangkan dalam proses
- 6) Produk ini dapat digunakan sebagai additive maupun substitusi aspal
- 7) Mutu campuran aspal menjadi jauh lebih baik

b. Bitumen Asbuton Murni

Asbuton murni adalah Asbuton yang karakteristiknya sudah standar seperti pada aspal minyak yang beredar dipasaran dan aspal buton murni sendiri dapat menjadi substitusi atau pengganti aspal minyak hingga mencapai 100%.

Hasil pengujian fisik bitumen dan analisis kimia dari mineral dan bitumen aspal buton murni hasil ekstraksi dari lokasi yang berbeda yaitu kawasan Kabungka dan kawasan Lawele diperlihatkan pada Tabel 2.3. dan Tabel 2.4. Namun masih banyak

kawasan yang banyak terdapat kandungan aspal yang belum diketahui sifatnya.



Dilihat dari komposisi kimianya, aspal asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa nitrogen yang tinggi dan parameter malten yang baik yaitu 1,5 dari kabungka dan 2,06 dari kawasan Lawele. Hal tersebut mengindikasikan bahwa asbuton memiliki pelekatan yang baik dengan agregat dan keawetan yang cukup untuk dijadikan sebagai pengikat untuk perkerasan lentur.

Tabel 2.3. Sifat-sifat fisik bitumen Asbuton

<i>Jenis pengujian</i>	<i>Hasil Pengujian</i>	
	<i>Asbuton padat dari Kabungka</i>	<i>Asbuton padat dari Lawele</i>
<i>Kadaraspal, %</i>	20	30.08
<i>Penetrasi, 25^oC, 100gr, 5detik, 0,1mm</i>	40	36
<i>Titik lembek, ^oC</i>	101	5 0
<i>Daktilitas, 25^oC, 5cm/menit, cm</i>	<140	>140
<i>Kelarutan dalam C₂HCL₃, %</i>	-	99, 6
<i>Titik Nyala, ^oC</i>	-	19 8
<i>Berat Jenis</i>	1,046	1,03 7
<i>Penurunan berat(TFOT), 163^oC, 5 jam</i>	-	0,3 1
<i>Penetrasi setelah TFOT, % asli</i>	-	9
<i>Titik Lembek setelah TFOT, ^oC</i>	-	62
<i>Daktilitas setelah TFOT, cm</i>	-	>1400

Sumber : Pusjatan Kementerian PU, 2006

Mineral Asbuton didominasi oleh batu kapur yang sangat halus, terbentuk dari jasad renik binatang purba yang relatif keras berkadar kalsium tinggi dan baik sebagai *filler* pada campuran beraspal. Hasil pengujian analisis kimia mineral Asbuton hasil ekstraksi dari lokasi Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada Tabel 2.5.



Kebutuhan aspal bangsa Indonesia diproyeksi mencapai angka 1.2 juta ton pertahun, hanya mampu disediakan oleh PT. Pertamina 600 ribu ton, sehingga kekurangannya adalah separuhnya yaitu sebesar 600 ribu ton (Suaryana, 2008).

Asbuton berbentuk padat dan terbentuk secara alami akibat proses geologi. Dalam Buku 1, Pemanfaatan Asbuton (Pedoman Konstruksi dan Bangunan) No : 001 – 01/BM/2006 oleh Departemen Pekerjaan Umum (Indonesia) menjelaskan bahwa Asbuton butir adalah hasil pengolahan dari Asbuton berbentuk padat yang di pecah dengan alat pemecah batu (*crusher*) atau alat pemecah lainnya yang sesuai sehingga memiliki ukuran butir tertentu. Nilai penetrasi dari aspal alam Buton (Asbuton) ini kurang lebih 10. Jika dibandingkan dengan aspal minyak, penetrasi aspal minyak lebih besar dibanding Asbuton. Hal yang paling mendasar mengenai perbedaan dari aspal minyak dengan aspal alam Buton (Asbuton) adalah Asbuton lebih kaku sedangkan aspal minyak lebih daktail.

Tabel 2.4. Sifat-sifat kimia bitumen Asbuton

<i>Jenis pengujian</i>	<i>Hasil Pengujian</i>	
	<i>Asbuton padat dari Kabungka</i>	<i>Asbuton padat dari Lawele</i>
<i>Nitrogen(N),%</i>	29,04	30,08
<i>Acidafins(A1),%</i>	9,33	6,60
<i>Acidafins(A2),%</i>	12,98	8,43
<i>Parafin(P),%</i>	11,23	8,86
<i>Parameter Maltene</i>	1,50	2,06
<i>Nitrogen/Parafin,N/P</i>	2,41	3,28
<i>Kandungan Asphaltene,%</i>	39,45	46,92

Sumber : Pusjatan Kementerian PU, 2006



Namun demikian, sesuai dengan Renstra Departemen Pekerjaan Umum 2005-2009, Asbuton dipatok sebanyak 556.000 ton untuk digunakan pada pemeliharaan jalan nasional. Disamping itu, sekitar 550.000 km jalan-jalan provinsi, kabupaten, dan kota serta jalan lainnya berpeluang untuk menerapkan Asbuton dalam lapisan aspalnya.

Tabel 2.5. Komposisi kimia mineral Asbuton

<i>Senyawa</i>	<i>Hasil Pengujian</i>	
	<i>Asbuton dari kabungka</i>	<i>Asbuton dari Lawele</i>
<i>CaCO₃</i>	<i>86,66</i>	<i>72,90</i>
<i>MgCO₃</i>	<i>1,43</i>	<i>1,28</i>
<i>CaSO₄</i>	<i>1,11</i>	<i>1,94</i>
<i>CaS</i>	<i>0,36</i>	<i>0,52</i>
<i>H₂O</i>	<i>0,99</i>	<i>2,94</i>
<i>SiO₂</i>	<i>5,64</i>	<i>17,06</i>
<i>Al₂O₃+Fe₂O₃</i>	<i>1,52</i>	<i>2,31</i>
<i>Residu</i>	<i>0,96</i>	<i>1,05</i>

Sumber : Pusjatan Kementerian PU, 2006

2.3. Deskripsi Aspal Minyak

Aspal atau bitumen merupakan material yang berwarna hitam kecoklatan yang bersifat viskoelastis sehingga akan melunak dan mencair bila mendapat cukup pemanasan dan sebaliknya (Manual Pekerjaan Campuran Beraspal Panas, Buku 1, Petunjuk Umum).

a. Sumber aspal (bitumen)

1). Aspal (bitumen) hasil destilasi

Minyak mentah disuling dengan cara destilasi, yakni suatu proses dimana bitumen dipisahkan dari minyak mentah tersebut. Proses destilasi ini disertai oleh kenaikan temperatur pemanasan minyak mentah tersebut. Aspal (bitumen) hasil destilasi

(an) ini yang kemudian dalam penggunaannya yang berbeda-beda sehingga

men) ini diklasifikasikan lagi menjadi : (1) aspal keras yang biasa digunakan



untuk campuran *hot-mix*, (2) aspal (bitumen) cair digunakan untuk peruntukan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap dalam dunia perkerasan jalan dan (3) aspal emulsi yang diperuntukkan dan digunakan sebagai lapis perekat dan sebagai lapis peresap serta sebagai perekat dalam campuran aspal dingin (*cold mix*).

2). Aspal (bitumen) alam

Aspal (bitumen) alam adalah aspal yang secara alamiah terjadi di alam. Berdasarkan depositnya aspal (bitumen) alam dapat dikelompokkan kedalam dua kelompok, yakni aspal (bitumen) danau dan aspal (bitumen) batu. Aspal (bitumen) danau secara alamiah terdapat di danau Trinidad, Venezuela dan aspal (bitumen) batu secara alamiah terdapat di Kentucky dan di Pulau Buton Provinsi Sulawesi Tenggara-Indonesia. Aspal (bitumen) dari deposit ini terbentuk dalam celah-celah batuan kapur dan batuan pasir.

3). Aspal (bitumen) modifikasi

Aspal (bitumen) modifikasi ini dibuat dengan mencampur dan memodifikasi aspal keras (penetrasi 60/80) dengan suatu bahan tambah atau *additive*. Bahan tambah yang biasanya dipakai adalah polymer yang saat ini banyak digunakan dalam dunia perkerasan jalan. Oleh karena itu, aspal (bitumen) modifikasi sering juga disebut sebagai aspal (bitumen) *polymer modified*.

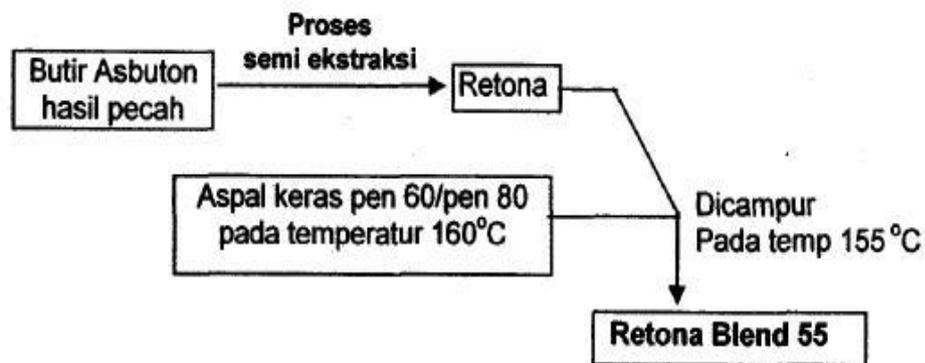
2.4. Deskripsi Asbuton Modifikasi (Retona)

Refinery Buton Asphalt (Retona) adalah Asbuton dari daerah Kabungka atau Asbuton dari daerah Lawele yang telah dikurangi jumlah mineral di dalamnya (dengan cara semi ekstraksi menggunakan bahan kimia) dan dicampur dengan aspal minyak.

a, siap untuk dicairkan di dalam tangki aspal AMP (*Asphalt Mixing Plant*)
u tanpa tambahan aspal minyak lagi untuk dipompa ke dalam *pugmill* yang



berisi agregat (Soehartono, 2015). Aspal Buton dengan tipe Retona Blend 55 merupakan aspal alam Buton dengan aspal minyak yang diolah menjadi satu menggunakan alat dengan spesifikasi berupa bitumen minimal 90% dan mineral maksimal 10% dan diharapkan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga.



Gambar 2.2. Alur proses pembuatan Asbuton modifikasi *Blend 55* secara fabrikasi.

Pada penelitian ini menggunakan jenis aspal alam mutu tinggi (*Retona Blend 55*) yang didapat dari PT. Olah Bumi Mandiri-Jakarta. Retona merupakan gabungan antara Asbuton butir yang telah diekstraksi sebagian dengan aspal keras dengan penetrasi 60 atau penetrasi 80 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi dengan proses seperti diperlihatkan pada bagan alir pada Gambar 2.2.

Penggunaan *Retona* ini diharapkan dapat mengatasi kelemahan aspal penetrasi 60/70 tersebut khususnya dalam titik lembek. Asbuton modifikasi dikembangkan melalui proses penyulingan dan ekstraksi Asbuton yang dilakukan melalui proses fabrikasi. Proses tidak mengeluarkan semua mineral dari Asbuton, tetapi hanya mempertahankan

Buton Asphalt (*Retona*). Asbuton modifikasi tersebut dieksplorasi oleh PT. Olah Bumi Mandiri yang diproduksi di Jakarta, Indonesia. Asbuton modifikasi ini merupakan bahan *additif* (tambahan) campuran aspal minyak, guna mempertinggi



kualitas titik lembek. Dalam penelitian ini jenis Retona yang digunakan adalah *Retona Blend 55* yang dapat langsung dipakai seperti aspal biasa (aspal minyak) pada umumnya. *Retona Blend 55* adalah campuran antara aspal minyak penetrasi 60 atau penetrasi 80 dengan Asbuton hasil olahan semi ekstraksi (*refinery buton asphalt*) melalui proses fabrikasi. Tabel 2.6 memperlihatkan persyaratan aspal dimodifikasi dengan aspal alam.

Keunggulan yang dimiliki aspal Buton tipe retona blend 55 yaitu :

1. Meningkatkan kestabilan, ketahanan *fatigue* dan keretakan akibat temperatur.
2. Kekuatan adhesi dan kohesi yang tinggi karena mengandung nitrogen base sebesar 5,6 (± 400%).
3. Usia pelayanan lebih lama (minimal 2 kali).
4. Material asing telah dihilangkan dalam proses pembuatannya yang dilakukan secara fabrikasi.
5. Stabilitas dinamis naik hingga 400% (rata-rata di atas 3000 lintasan/menit dari sebelumnya).

Tabel 2.6. Persyaratan aspal dimodifikasi dengan aspal alam

Jenis Pemeriksaan	Persyaratan
Penetrasi (25°C, 5 detik, 0.1mm)	40-55
Titik Lembek	Min. 55
Titik Nyala	Min. 225
Daktilitas (25°C)	Min. 50
Berat Jenis (25°C)	Min. 1.0
Kelarutan dalam <i>Tricholor Etyhilen</i> ; % berat	Min. 90
Penurunan Berat (dengan TFOT); % berat	Maks. 2
Setelah kehilangan berat; % asli	Min. 55
Setelah TFOT; % asli	Min. 50
Loss saringan no. 100; %	Min. 90



2.5. Pengujian Aspal dengan Metode *Marshall*

Metode *Marshall*

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 keelehan (*flow*), serta analisis kepadatan dan pori dari campuran padat yang terbentuk. Alat *Marshall* merupakan alat tekan yang dilengkapi dengan proving ring (cincin penguji) berkapasitas 22,2 KN (5000 lbs) dan *flow meter*. Proving ring digunakan untuk mengukur nilai stabilitas, dan *flow meter* untuk mengukur keelehan 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 pematatan.
4. Persiapan campuran aspal beton.

5. Persiapan 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 temperature pemadatan adalah temperatur pada saat aspal mempunyai nilai viskositas kinematis sebesar 280 ± 30 centistokes. Karena tidak diadakan pengujianviskositas kinematis 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 campuaran 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 T245-90. 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

al optimum dicari dengan menggunakan rumus pendekatan. Setelah
n proporsi darimasing-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 ke dalam pori masing-masing butir agregat. Setelah diketahui estimasi kadar aspalnya maka dapat dibuat benda uji. Untuk mendapatkan kadar aspal optimum umumnya dibuat 15 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 T245-90. 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 kombinasi. Oven dalam kaleng (loyang) agregat yang sudah terukur
n 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*).

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 dari pada 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 lapis perkerasan tersebut.

Nilai stabilitas menunjukkan kekuatan dan ketahanan campuran beton aspal terhadap perubahan bentuk tetap seperti gelombang, alur (*rutting*) maupun bleeding.



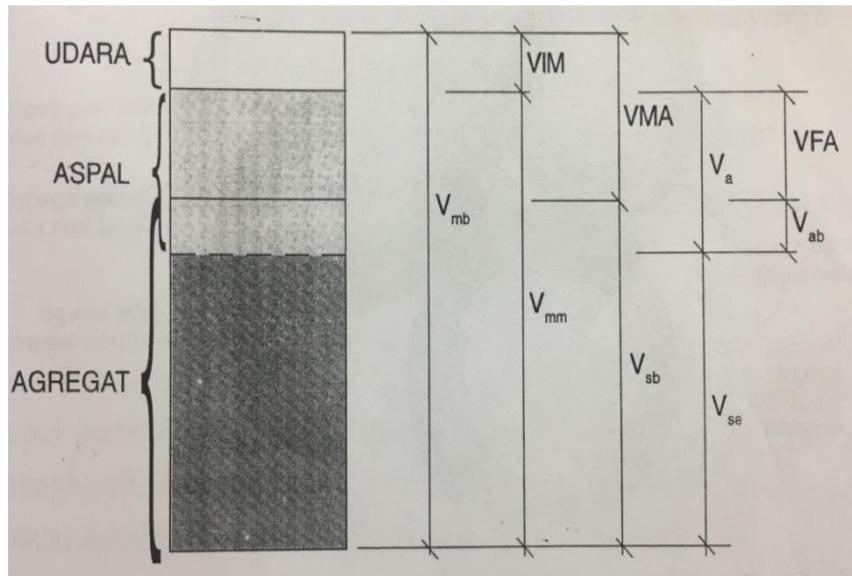
Semakin rendah nilai stabilitas campuran, menunjukkan semakin rendahnya kinerja campuran dalam memikul beban roda kendaraan.

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 2.3. memperlihatkan skematis VIM dan VMA.





Gambar 2.3. Skematis VIM dan VMA

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.

2.6. Kerangka Pikir Penelitian

Kerusakan prasarana jalan pada umumnya disebabkan oleh dua faktor yaitu faktor teknis yang terdiri dari beban lalu lintas yang semakin hari semakin meningkat, material yang digunakan tidak memenuhi spesifikasi yang disyaratkan serta pelaksanaan di lapangan yang tidak sesuai dengan standar-standar spesifikasi yang ada. Selain itu, faktor kedua yaitu faktor non teknis yang terdiri dari bencana alam, genangan air, pengaruh cuaca dan kondisi tanah dasar yang labil dan tidak memungkinkan adanya konstruksi

kecuali tanah dasar tersebut diberi perlakuan khusus seperti stabilisasi.



Dewasa ini, pembangunan jalan pada daerah-daerah pelosok diperhadapkan dengan masalah tingginya harga satuan biaya akibat material agregat yang didatangkan dari luar daerah. Oleh karena itu, diharapkan pembangunan jalan saat ini harus berbasis material lokal dan ditunjang dengan ketersediaan aspal minyak sebagai bahan pengikat. Campuran AC-WC (*Asphalt Concrete Wearing Course*) yang diharapkan adalah campuran yang memenuhi persyaratan spesifikasi dengan analisis yang biasa digunakan adalah dengan pengujian karakteristik Marshall berupa stabilitas, Flow, MQ, VIM, VMA, VFB dan lain-lain. Gambar 2.4. memperlihatkan secara singkat kerangka pikir penelitian.



Gambar 2.4. Kerangka pikir penelitian.

