

**KAJIAN KARAKTERISTIK STABILITAS MARSHALL LASTON LAPIS  
AUS (AC-WC) MODIFIKASI MENGGUNAKAN ASBUTON SEMI  
EKSTRAKSI JBMA-50 DENGAN MATERIAL KAMPAR  
BERDASARKAN SPESIFIKASI 2010 (Revisi 3)  
BINA MARGA**

**Tesis**

Diajukan Guna Melengkapi Syarat Dalam Mencapai Derajat Magister Teknik



Oleh :

**NURUL FUADI**  
NPM. 153120029

Diajukan Kepada :

PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2019

LEMBAR PENGESAHAN

Tesis

KAJIAN KARAKTERISTIK STABILITAS MARSHALL LASTON LAPIS  
AUS (AC-WC) MODIFIKASI MENGGUNAKAN ASBUTON SEMI  
EKSTRAKSI JBMA-50 DENGAN MATERIAL KAMPAR  
BERDASARKAN SPESIFIKASI 2010 (Revisi 3)  
BINA MARGA

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

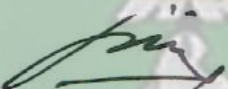
**NURUL FUADI**

NPM : 153120029


Program Studi : Teknik Sipil  
Bidang Kajian : Geoteknik dan Jalan Raya  
telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 22 Maret 2019  
Dan dinyatakan LULUS

Dewan Penguji :


Ketua Penguji

  
**Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wivono, MMT**

Anggota Penguji I

  
**Dr. Elizar, S.T., M.T**

Anggota Penguji II

  
**Dr. Anas Puri, S.T., M.T**

Mengetahui  
Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau



  
**Dr. Ir. Saipul Bahri, M.Ec**



Tesis

**KAJIAN KARAKTERISTIK STABILITAS MARSHALL LASTON LAPIS  
AUS (AC-WC) MODIFIKASI MENGGUNAKAN ASBUTON SEMI  
EKSTRAKSI JBMA-50 DENGAN MATERIAL KAMPAR  
BERDASARKAN SPESIFIKASI 2010 (Revisi 3)  
BINA MARGA**

yang dipersiapkan dan disusun oleh :

**NURUL FUADI**

NPM : 153120029

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada tanggal 22 Maret 2019

Dewan Penguji :

Pembimbing Utama,

  
**Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT**

Tim Penguji,

  
**Dr. Anas Puri, S.T., M.T**

Pembimbing Pendamping,

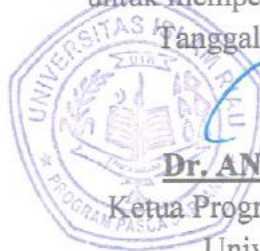
  
**Dr. Elizar, S.T., M.T**

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Magister Teknik

Tanggal : 16-04-2019

  
**Dr. ANAS PURI, S.T., M.T**

Ketua Program Magister Teknik Sipil  
Universitas Islam Riau



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis 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.

Pekanbaru, Februari 2019



**Nurul Fuadi**

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau



## KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena dengan Rahmat, Karunia serta Taufik dan Hidayah-Nya sehingga Tesis dengan judul Kajian Karakteristik Stabilitas Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) Modifikasi Menggunakan Asbuton Semi Ekstraksi JBMA-50 Dengan Material Kampar Berdasarkan Spesifikasi 2010 (Revisi 3) Bina Marga ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Magister Teknik (M.T) dalam bidang kajian utama Geoteknik dan Jalan Raya pada Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau Pekanbaru.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui perbandingan uji Marshall pada campuran AC-WC menggunakan asbuton JBMA-50 dibandingkan dengan menggunakan aspal minyak (data sekunder) dengan material sama dan asbuton Retona (data sekunder) dengan material berbeda, sehingga dapat membuktikan hipotesa bahwa campuran AC-WC dengan menggunakan asbuton JBMA-50 lebih baik untuk lalu lintas berat dibandingkan dengan yang menggunakan aspal minyak dan asbuton Retona.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak kekurangan baik dari segi penyusunan, bahasa maupun segi lainnya. Oleh karena itu dengan lapang dada dan tangan terbuka penulis menerima saran dan kritik dari pembaca sehingga dapat memperbaiki dan penyempurnaan pada tesis ini.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat berguna dan memberikan manfaat dalam menambah wawasan serta pengetahuan mengenai perkerasan aspal, khususnya Laston Lapis Aus AC-WC menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50.



Pekanbaru, Februari 2019

**NURUL FUADI**

Dokumen ini adalah Arsip Milik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan tesis ini, penulis menerima banyak bantuan, bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. H. Syafrinaldi S.H., MCL selaku Rektor Universitas Islam Riau;
2. Dr.Ir. Saipul Bahri, M.Ec selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Islam Riau;
3. Dr. Anas Puri, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana Teknik Sipil Universitas Islam Riau;
4. Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT.,IPU Selaku Dosen Pembimbing I;
5. Dr. Elizar, S.T., M.T Selaku Dosen Pembimbing II;
6. Para dosen dan staf administrasi Program Pasca Sarjana (S2) Teknik Sipil Universitas Islam Riau;
7. Pimpinan dan staf Laboratorium Teknik Sipil Universitas Islam Riau;
8. Direktur Utama PT. Hasrat Tata Jaya;
9. Tim teknis dan staf Laboratorium PT. Hasrat Tata Jaya;
10. Teman-teman angkatan X Pasca Sipil UIR khususnya tim Tesis Asbuton;
11. Ayahanda dan Ibunda tercinta;
12. Istri tercinta Heriatul Fikriati, S.Pd, yang dengan sepenuh hati memberikan dukungan, motivasi serta doa.

Dan semua pihak yang tidak bisa kita sebutkan satu persatu, yang telah membantu dalam segala hal berkaitan dengan penelitian ini.



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>UCAPAN TERIMA KASIH</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian yang Pernah Dilakukan .....	4
1. Penelitian Hadiyanto, 2019.....	4
2. Penelitian Erizal, 2018.....	5
3. Penelitian Haki dkk, 2017.....	5



4. Penelitian Wahyudi, 2017.....	6
5. Penelitian Zaihan, 2017 .....	7
6. Penelitian Heriyanto dkk, 2015.....	8
7. Penelitian Misbah, 2014 .....	9

2.2 Keaslian Penelitian.....	9
------------------------------	---

### **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1 Lapisan Aspal Beton (Laston) .....	11
3.1.1 Jenis Beton Aspal .....	14
3.1.2 Sifat Volumetrik Campuran Beton Aspal Padat .....	15
3.1.3 Asbuton.....	16
3.2 Bahan Campuran Perkerasan Aspal .....	17
3.2.1 Agregat .....	18
3.2.2 Asbuton Semi Ekstraksi/Aspal JBMA-50 .....	21
3.3 Campuran Aspal dengan Metode Marshall .....	25
3.3.1 Pengujian Material Agregat.....	25
3.3.2 Pengujian Material Aspal.....	26
3.3.3 Pembuatan Formula Campuran Rencana (FCR).....	27
3.4 Parameter Pengujian Marshall .....	29
3.5 Dasar-dasar Perhitungan .....	32
3.6 Hipotesa .....	35

### **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Waktu Penelitian .....	37
4.2 Lokasi Penelitian.....	37

4.3	Bahan Penelitian .....	37
4.4	Peralatan Penelitian.....	38
4.5	Tahapan Penelitian .....	39

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1	Hasil Pengujian Laboratorium.....	43
5.1.1	Hasil Pengujian Agregat .....	43
5.1.2	Hasil Komposisi Campuran Agregat.....	47
5.1.3	Hasil Pengujian Berat Jenis Gabungan dari Campuran.....	49
5.1.4	Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Asbuton JBMA-50.....	50
5.1.5	Hasil Pengujian Marshall.....	52
1.	Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas Marshall .....	53
2.	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Voids In Mix</i> (VIM).....	55
3.	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Voids In Mineral Aggregate</i> (VMA) .....	56
4.	Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelehan ( <i>Flow</i> ) .....	59
5.	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Marshall Quotient</i> (MQ) ..	61
6.	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Voids Filled Asphalt</i> (VFA) ..	62
7.	Hubungan Kadar Aspal dengan <i>Bulk Density</i> .....	64
5.2	Perbandingan Parameter Marshall .....	66
5.2.1	Perhitungan Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA-50 ..	68
5.2.2	Hasil Pengujian Marshall pada KAO Asbuton JBMA-50.....	69
5.2.3	Hasil Pengujian <i>Marshall Immersion</i> .....	71
5.2.4	Hasil Pengujian Nilai TRB / Titik Lembek .....	72

5.3 Pembahasan Perbandingan Asbuton JBMA-50 dengan Aspal Minyak  
Pen. 60/70 dan Asbuton Retona..... 72

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN**

6.1 Kesimpulan ..... 75  
6.2 Saran..... 77

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**





## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Ketentuan agregat kasar .....	20
Tabel 3.2. Ketentuan berat jenis agregat .....	21
Tabel 3.3. Persyaratan Asbuton Semi Ekstraksi .....	22
Tabel 3.4. Ketentuan sifat-sifat campuran beraspal panas dengan Asbuton .....	23
Tabel 3.5. Ketentuan viskositas dan temperatur aspal untuk pencampuran dan pemadatan.....	24
Tabel 5.1. Hasil Pengujian sifat-sifat agregat kasar.....	44
Tabel 5.2. Hasil Pemeriksaan gradasi agregat halus dan agregat kasar .....	44
Tabel 5.3. Hasil Pengujian berat jenis agregat halus (pasir saring).....	45
Tabel 5.4. Hasil Pengujian berat jenis agregat halus (abu batu).....	46
Tabel 5.5. Hasil Pengujian berat jenis agregat kasar ( <i>Medium Agregat</i> ).....	46
Tabel 5.6. Hasil Pengujian berat jenis agregat kasar ( <i>Coarse Agregat</i> ) .....	47
Tabel 5.7. Hasil gabungan gradasi campuran agregat metode analitis.....	48
Tabel 5.8. Hasil pengujian berat jenis gabungan dari campuran.....	50
Tabel 5.9. Hasil pemeriksaan sifat fisik Asbuton JBMA-50.....	51
Tabel 5.10. Perhitungan perkiraan kadar aspal campuran dan komposisi agregat.....	52
Tabel 5.11. Rangkuman hasil pengujian Marshall Asbuton JBMA-50 .....	67
Tabel 5.12. Rangkuman hasil pengujian Marshall Aspal Minyak Pen 60/70 (data sekunder) .....	67
Tabel 5.13. Rangkuman hasil pengujian Marshall Asbuton Retona (data sekunder).....	68
Tabel 5.14. Hasil pengujian Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO) .....	70

Tabel 5.15. Parameter <i>Marshall Test</i> pada Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak dan Asbuton Retona .....	70
Tabel 5.16. Hasil pengujian <i>Marshall Immersion</i> .....	71
Tabel 5.17. Nilai TRB / Titik Lembek Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak dan Asbuton Retona.....	72



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1.	Alat uji <i>Marshall Test</i> .....	39
Gambar 4.2.	Bagan alir penelitian .....	42
Gambar 5.1.	Grafik kurva gradasi komposisi campuran agregat .....	49
Gambar 5.2.	Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas Marshall Asbuton JBMA-50 .....	53
Gambar 5.3.	Hubungan antara kadar aspal dengan Stabilitas Marshall Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona.....	54
Gambar 5.4.	Hubungan antara kadar aspal dengan Rongga Dalam Campuran (VIM) Asbuton JBMA-50 .....	55
Gambar 5.5.	Hubungan antara kadar aspal dengan VIM Asbuton JBMA- 50, Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona .....	56
Gambar 5.6.	Hubungan antara kadar aspal dengan <i>Voids in Mineral Aggregate</i> (VMA) Asbuton JBMA-50.....	57
Gambar 5.7.	Hubungan antara kadar aspal dengan VMA Asbuton JBMA- 50, Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona.....	58
Gambar 5.8.	Hubungan antara kadar aspal dengan Kelelehan Asbuton JBMA-50 .....	59
Gambar 5.9.	Hubungan antara kadar aspal dengan Kelelehan ( <i>Flow</i> ) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona.....	60
Gambar 5.10.	Hubungan antara kadar aspal dengan Hasil Bagi Marshall / <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Asbuton JBMA-50.....	61



Gambar 5.11. Hubungan antara kadar aspal dengan Hasil Bagi Marshall / <i>Marshall Quotient</i> (MQ) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona.....	62
Gambar 5.12. Hubungan antara kadar aspal dengan Rongga Terisi Aspal (VFA) Asbuton JBMA-50.....	63
Gambar 5.13. Hubungan antara kadar aspal dengan Rongga Terisi Aspal ( VFA) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen. 50/70 dan Asbuton Retona.....	64
Gambar 5.14. Hubungan antara kadar aspal dengan Berat Jenis Bulk ( <i>Bulk Density</i> ) Asbuton JBMA-50 .....	65
Gambar 5.15. Hubungan antara kadar aspal dengan Berat Jenis Bulk ( <i>Bulk Density</i> ) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen.60/70 dan Asbuton Retona.....	66
Gambar 5.16. Hasil percobaan dan pemilihan Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA-50 .....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1-1 *Design Mix* Formula AC-WC Modified
- Lampiran 1-2 Pemeriksaan Keausan Agregat (Abrasi)
- Lampiran 1-3 Pengujian Kekekalan Agregat Terhadap Larutan Natrium Sulfat
- Lampiran 1-4 Pengujian Partikel Pipih dan Lonjong Agregat Kasar
- Lampiran 1-5 Pengujian Butir Pecah pada Agregat Kasar
- Lampiran 1-6 Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir Sungai)
- Lampiran 1-7 Analisa Saringan Agregat Halus (Abu Batu)
- Lampiran 1-8 Analisa Saringan *Medium Aggregate* (Batu Pecah 3/8)
- Lampiran 1-9 Analisa Saringan *Coarse Aggregate* (Batu Pecah 3/4)
- Lampiran 1-10 Gabungan Gradasi dan Luas Permukaan
- Lampiran 1-11 Kurva Gradasi Gabungan
- Lampiran 1-12 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Pasir Saring
- Lampiran 1-13 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Abu Batu
- Lampiran 1-14 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah 3/8
- Lampiran 1-15 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Batu Pecah 3/4
- Lampiran 1-16 Berat Jenis Maksimum Agregat
- Lampiran 1-17 Perhitungan Berat Jenis Gabungan
- Lampiran 1-18 Pengujian Sifat Karakteristik dengan Metode Marshall dengan Suhu Standard Spesifikasi
- Lampiran 1-19 Pengujian Sifat Karakteristik dengan Metode Marshall dengan Suhu Standard Spesifikasi

Lampiran 1-20 Grafik Balok (Bar Chart) Data Rancangan dan Pemilihan Kadar Aspal Rancangan

Lampiran 1-21 Pengujian Sifat Karakteristik dengan Metode Marshall dengan Suhu Standard Spesifikasi

Lampiran 1-22 Pengujian Sifat Karakteristik dengan Metode Marshall dengan Suhu Standard Spesifikasi

Lampiran 1-23 Pengujian Sifat Karakteristik dengan Metode Marshall dengan Suhu Standard Spesifikasi

Lampiran 1-24 Kelekatan Agregat Terhadap Aspal





## ABSTRAK

Salah satu masalah yang sering dihadapi di Indonesia khususnya daerah Riau adalah masalah muatan berlebih (*over load*). Disisi lain ruas-ruas jalan beraspal yang dilewati masih menggunakan aspal standar. Untuk itu perlu dicari alternatif untuk meningkatkan kinerja campuran aspal yaitu dengan menggunakan aspal buton atau asbuton karena mempunyai penetrasi rendah sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai stabilitas campuran aspal. Asbuton yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Jaya Buton Modified Asphalt* (JBMA-50) produk olahan dari PT. Hasrat Tata Jaya, Pekanbaru, Riau dengan menggunakan material dari quarry Batu Bersurat Kampar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan uji Marshall pada campuran AC-WC modifikasi menggunakan asbuton JBMA-50 dibandingkan dengan menggunakan aspal minyak (data sekunder) dengan material sama dan asbuton Retona (data sekunder) dengan material berbeda. Metode yang digunakan adalah *experimental* di laboratorium dengan membuat benda uji untuk *Marshall Test* sehingga didapat nilai dari parameter Marshall untuk masing-masing variasi kadar aspal sesuai dengan Spesifikasi 2010 (Revisi 3) Bina Marga.

Dari penelitian yang telah dilaksanakan di laboratorium pada campuran AC-WC *Modified* dengan material Kampar menggunakan asbuton JBMA-50, didapat kadar aspal optimum (KAO) adalah 5,8% dan nilai parameter Marshall pada kadar aspal optimum antara lain : stabilitas 1.397,20 kg, rongga dalam campuran (VIM) 3,74%, rongga antar agregat (VMA) 15,60%, rongga terisi aspal (VFA) 76,0 %, kelelahan (*Flow*) 3,43 mm, hasil bagi Marshall (*MQ*) 398,98 kg/mm dan berat jenis campuran 2,329 gr/cc. Seluruh nilai parameter Marshall yang didapat dari hasil pengujian memenuhi semua persyaratan dalam spesifikasi Bina Marga 2010 (revisi 3). Nilai VIM dan VMA asbuton JBMA-50 cenderung lebih rendah dari aspal minyak dan asbuton Retona, mengindikasikan campuran aspal lebih kedap air. Nilai VFA lebih besar mengindikasikan campuran aspal memiliki ketahanan atau durabilitas yang tinggi. Nilai stabilitas asbuton Marshall JBMA-50 lebih tinggi dari aspal minyak dan asbuton Retona sehingga lebih tahan terhadap deformasi, baik permanen maupun plastis. Penggunaan asbuton JBMA-50 terbukti mampu meningkatkan nilai kekuatan dan ketahanan pada laston lapisan aus (*AC-WC Modified*).

Kata-kata Kunci : Kadar aspal, Penetrasi, Rongga udara, Stabilitas

## ABSTRACT

One problem that is often faced in Indonesia, especially in the Riau region, is overload. On the other hand the paved road segments that are passed still use standard asphalt. Therefore, it is necessary to find an alternative to improve the performance of asphalt mixture, namely using Buton asphalt or Asbuton because it has a low penetration so that it is expected to increase the stability value of the asphalt mixture. The asbuton used in this study was Jaya Buton Modified Asphalt (JBMA-50) processed products from PT. Hasrat Tata Jaya, Pekanbaru, Riau by using material from the Kampar Batu Bersurat quarry.

This study aims to determine the comparison of Marshall test in modified AC-WC mixture using JBMA-50 Asbuton compared to using oil asphalt (secondary data) with the same material and Retona Asbuton (secondary data) with different materials. The method used was experimental in the laboratory by making specimens for the Marshall Test so that the values of the Marshall parameters for each bitumen variation according to the 2010 Specifications (Revised 3) of Bina Marga.

From the research that has been carried out in the laboratory on the AC-WC mixture Modified with Kampar material using JBMA-50 asbuton, the optimum asphalt level was 5.8% and the Marshall parameter values at optimum asphalt levels were obtained: stability 1,397.20 kg, Void In Mix (VIM) 3.74%, Void in Material Aggregate (VMA) 15.60%, Void filled with asphalt (VFA) 76.0%, Flow 3.43 mm, Marshall Quotient (MQ) 398.98 kg/mm and Bulk Density 2.329 gr/cc. All values of the Marshall parameters obtained from the test results meet all requirements in the Bina Marga specification 2010 (revision 3). The value of VIM and VMA of JBMA-50 asbuton tends to be lower than oil asphalt and Retona asbuton, indicating the asphalt mixture is more waterproof. Larger VFA values of JBMA-50 asbuton indicate the asphalt mixture has high durability. The stability value of JBMA-50 asbuton is higher than oil asphalt and retona asbuton so that it is more resistant to deformation, both permanent and plastic. The use of JBMA-50 asbuton proved to be able to increase the value of strength and resistance to the laston wear layer (AC-WC Modified).

Key Words: Asphalt Levels, Penetration, Void, Stability

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Salah satu masalah yang sering dihadapi di Indonesia khususnya daerah Riau adalah masalah muatan berlebih (*over load*). Banyaknya kendaraan yang bermuatan lebih yang melewati ruas jalan nasional dan provinsi menyebabkan struktur perkerasan jalan tidak mampu menahan beban yang berimbas terjadinya deformasi ataupun jenis kerusakan lainnya. Disisi lain ruas-ruas jalan beraspal yang dilewati masih menggunakan aspal standar. Untuk itu perlu dicari suatu alternatif penanganan dari aspek perkerasan jalan beraspal yang relatif tahan terhadap kerusakan dini pada lapisan beraspal yang sesuai dengan tuntutan lapangan dengan memperhitungkan beban lalu lintas yang lewat serta relatif tingginya temperatur perkerasan. Untuk memenuhi mutu yang diharapkan maka diperlukan perkerasan aspal modifikasi, salah satunya adalah menggunakan aspal Buton.

Secara umum aspal Buton selanjutnya disebut asbuton sudah banyak dilakukan penelitian dan pengembangan baik oleh pemerintah (Pusjatan) maupun pihak swasta. Namun penggunaannya belum maksimal baik kualitas maupun kuantitasnya. Salah satu jenis asbuton yang sudah diproduksi saat ini adalah *Jaya Buton Modified Asphalt* (JBMA-50), adalah gabungan antara asbuton butir yang telah diekstraksi sebagian dengan aspal keras Pen. 60 atau Pen. 80 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi dicampur pada temperatur 155°C.



Asbuton JBMA-50 mempunyai kandungan aspal  $\pm 90\%$  dan mineral/filler  $\pm 10\%$ . Penggunaan JBMA-50 yang merupakan perpaduan antara aspal keras dengan asbuton, berfungsi sebagai aspal dan pengisi rongga dalam campuran beraspal, diharapkan kinerja campuran beraspal panas dapat mengantisipasi kerusakan dini pada ruas-ruas jalan yang melayani beban lalu lintas berat dan temperatur tinggi.

Oleh karena itu, dari permasalahan di atas maka perlu dilakukan penelitian tentang karakteristik stabilitas Marshall laston lapis aus (AC-WC) modifikasi menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50 yang dalam penelitian ini menggunakan material Kampar.

## 1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana karakteristik stabilitas laston lapis aus (AC-WC) modifikasi menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50 dengan menggunakan material Kampar berdasarkan spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga.
2. Berapa kadar aspal optimum laston lapis aus (AC-WC) menggunakan asbuton JBMA-50.

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengkaji karakteristik stabilitas Marshall laston lapis aus (AC-WC) modifikasi menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50 dengan menggunakan material Kampar berdasarkan spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga dan mengetahui perbandingannya dengan aspal minyak dan asbuton Retona menggunakan data sekunder.
2. Menentukan kadar aspal optimum (KAO) laston lapis aus (AC-WC) menggunakan asbuton JBMA-50.

3. Mengetahui pengaruh angka penetrasi terhadap parameter Marshall

#### 1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini perlu dibatasi agar dapat dilakukan secara efektif dan tidak menyimpang dari tujuan penelitian. Adapun batasan penelitian ini adalah :

1. Mengkaji sifat-sifat mekanik agregat (kasar, sedang dan halus).
2. Hanya mengkaji sifat mekanik campuran laston AC-WC modifikasi di laboratorium sedangkan aspal JBMA-50 menggunakan data Puslitbang Jalan dan Jembatan Bandung (2016).
3. Tidak mengkaji pengaruh suhu dan reaksi kimia dari campuran.

#### 1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada penyedia jasa konstruksi jalan dan semua pihak yang terkait dengan pekerjaan campuran aspal panas (*Hot Mix*) dengan asbuton JBMA-50 menggunakan material *quary* Kampar, terutama tentang pentingnya perencanaan *Design Mix Formula* (DMF) untuk mencari kadar aspal optimum (KAO) dan mengetahui sifat-sifat teknisnya sesuai dengan Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3). Dari hasil yang didapat akan dibandingkan dengan campuran aspal minyak dan asbuton Retona. Adapun data sekunder aspal minyak menggunakan *Job Mix Formula* AC-WC Kegiatan Pembangunan Jalan Lingkar Kota Bangkinang tahun anggaran 2015 dengan menggunakan material yang sama (*quary* Kampar), dan data sekunder asbuton Retona menggunakan *Job Mix Formula* AC-WC Asbp Paket Rekonstruksi / Peningkatan Struktur Jalan Batas Deli Serdang / Sei. Buluh – Sei. Rampah dengan material berbeda.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Penelitian yang Pernah Dilakukan

Dalam melaksanakan penelitian dan penulisan ini digunakan tinjauan pustaka dari studi-studi atau penelitian terdahulu. Penelitian tentang Laston (AC-WC) telah banyak dilakukan, tapi yang menggunakan aspal Buton / Asbuton JBMA-50 hanya sedikit dilakukan di Indonesia. Ini menjadi bahan kajian yang menarik sebagai bahan penelitian lanjutan.

Hadiyanto (2019), melakukan penelitian tentang Perbandingan Karakteristik Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) Modifikasi Menggunakan Asbuton Semi Ekstraksi JBMA-50 dengan Aspal Minyak Menggunakan Material Pangkalan Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3). Penelitian ini bertujuan membandingkan parameter Marshall (*Stability*, *VIM*, *MQ*, *VMA*, *VFB* dan *Flow*), kadar aspal optimum (KAO) dan mengetahui perbandingan parameter Marshall antara asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona Blend 55 pen. 40/55. Penelitian ini menggunakan metode sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai stabilitas Marshall tertinggi adalah campuran asbuton Retona Blend 55 pen. 40/55 yaitu pada interval 1.425 kg sampai dengan 1.590 kg. Sedangkan nilai stabilitas asbuton JBMA-50 mempunyai interval antara 1.219 kg sampai dengan 1.456 kg dan aspal minyak pen. 60/70 mempunyai nilai stabilitas terkecil yaitu antara 825 kg sampai dengan 1.213 kg. Asbuton JBMA-50 mempunyai nilai kadar aspal optimum (KAO) paling rendah yaitu 5,7% dibandingkan dengan aspal



minyak pen.60/70 sebesar 5,8% maupun asbuton Retona Blend 55 pen.40/55 yaitu 5,9%. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa semakin rendah nilai penetrasi aspal, maka campuran aspal semakin kaku dan rongga udara dalam campuran semakin tinggi.

Erizal (2018), melakukan penelitian tentang Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Laston AC-WC Menggunakan Asbuton Modifikasi JBMA-50 dan Aspal Minyak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besar penurunan temperatur pada laston AC-WC asbuton modifikasi JBMA-50 dan aspal minyak sejak saat dimuat *dump truck* dari AMP menuju lapangan sampai pada saat sebelum dihampar di lapangan serta pengaruh variasi temperatur terhadap uji Marshall untuk menentukan karakteristik campuran perkerasan lentur. Metode penelitian dengan pengamatan dan pengukuran di lapangan dan pengujian parameter Marshall. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan pengamatan dan pengukuran temperatur didapat bahwa penurunan temperatur pada laston AC-WC asbuton modifikasi JBMA-50 cenderung lebih cepat dari aspal minyak, terdapat pada saat penghamparan bukan pada saat perjalanan. Berdasarkan analisa dan pengolahan data dari hasil pengujian Marshall terhadap benda uji lapangan bahwa pada temperatur 130° C dan 140° C laston AC-WC dapat memenuhi semua parameter Marshall. Temperatur pemadatan minimal 130° C, baik pada *hotmix* asbuton JBMA-50 maupun aspal minyak. Dari hasil pengujian Marshall dapat dilihat bahwa asbuton modifikasi JBMA-50 stabilitasnya relatif lebih tinggi dari aspal minyak dan kelelahan (*flow*) lebih kecil.

Haki dkk (2017), telah melakukan penelitian tentang Studi Penggunaan Asbuton JBMA-50 Pada *Flexible Pavement* AC-WC dan HRS-WC Terhadap

Genangan Air. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik perkerasan lentur laston *wearing course* (AC-WC) menggunakan aspal penetrasi 60/70 dan aspal buton modifikasi JBMA-50 apabila terkena genangan air hujan dengan variasi waktu rendaman. Penelitian ini menggunakan metode variasi campuran aspal. Dari hasil pengujian didapat KAO 5,4% untuk campuran menggunakan aspal penetrasi 60/70 dan 5,75% untuk campuran menggunakan aspal JBMA-50. Sedangkan untuk Lataston (HRS-WC), dari hasil pengujian Marshall, untuk aspal penetrasi 60/70 didapat nilai KAO sebesar 7,6% dan aspal JBMA-50 sebesar 7,9%. Selanjutnya dibuat benda uji dari KAO masing-masing 2 benda uji untuk tiap aspal dengan waktu rendaman yang telah ditentukan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai *flow* relatif stabil sedangkan nilai stabilitas, MQ, dan VFA mengalami penurunan dan nilai VIM dan VMA mengalami peningkatan. Setelah direndam selama lebih dari 24 jam, nilai VIM sudah melewati batas spesifikasi yang diizinkan menurut spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3.

Penelitian Wahyudi (2017), Penambahan Asbuton *Lawele Granular Asphalt* (LGA) Sebagai Filler Campuran Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Parameter Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik campuran (AC-BC) dengan menambahkan asbuton *lawele granular asphalt* sebagai *filler* terhadap parameter Marshall dan IKS dan mengetahui kadar *filler* optimum asbuton *lawele granular asphalt* dalam campuran (AC-BC) terhadap parameter Marshall dan IKS. Metode penelitian dibagi menjadi dua tahap. Pengujian bahan, kemudian perencanaan benda uji. Pembuatan benda uji dibagi atas tiga, yang pertama

mencari KAO dengan kadar aspal rencana 4,5%, 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, kedua penggunaan *filler* ditambah dengan asbuton *lawele granular asphalt* dengan kadar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan IKS, ketiga mencari KFO asbuton *lawele granular asphalt* dan IKS. Hasil penelitian adalah karakteristik Marshall campuran AC-BC dengan penambahan *filler* asbuton *lawele granular asphalt* sebagai berikut: Stabilitas meningkat pada kadar *filler* 0%-5% sebesar 1150,94 kg dan 1215,33 kg, kadar *filler* 10%-25% nilai stabilitas menurun. Nilai *flow* cenderung meningkat kadar *filler* 0%-20% sebesar 3,23-4,23 mm, kadar *filler* 25% sebesar 3,83 mm. Nilai VIM cenderung menurun kadar *filler* 0%-25%. Nilai VMA menunjukkan penurunan seiring bertambahnya kadar *filler* 0%-25%. Nilai VFA semakin tinggi seiring bertambahnya kadar *filler* asbuton *lawele granular asphalt*, nilai IKS memenuhi syarat diatas 90% yaitu sebesar 92,49%, 90,58%, 95,69%, 96,62%, 94,58%, 95,55%. Kadar *filler* optimum asbuton *lawele granular asphalt* sebesar 7,5%, nilai IKS yaitu sebesar 81,03%.

Zaihan (2017), Studi Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt 5/20 Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas AC-WC. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan variasi kadar penggunaan material BGA tipe 5/20 yaitu 0%, 3%, dan 5% terhadap karakteristik Marshall campuran aspal panas AC-WC dengan menggunakan Spesifikasi Bina marga 2010 (Revisi 3). Pada penelitian ini dilakukan pengujian secara bertahap, dimulai dengan pengujian bahan material yang terdiri dari pengujian agregat (kasar, halus, *filler*), dan juga pengujian properties aspal serta uji material BGA. Kemudian akan dibuat campuran benda uji Marshall yang akan diuji. Metode uji campuran yang digunakan ialah metode Marshall dimana



kemudian akan menghasilkan nilai parameter berupa *VFB* (*Void Filled Bitumen*), Stabilitas, Stabilitas sisa, *VIM* (*Void in Mix*), *VMA* (*Void Mineral Aggregate*), *flow*, dan *MQ* (*Marshall Quotient*). Dari hasil penelitian membuktikan penambahan asbuton Butir 5/20 meningkatkan nilai stabilitas, stabilitas sisa dan *MQ* secara signifikan seiring dengan bertambahnya kadar asbuton yang digunakan, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap nilai *VMA*, *VFB* dan juga *Flow* dan disimpulkan bahwa pemakaian asbuton BGA dengan kadar 3% sudah menghasilkan hasil yang optimal.

Penelitian Heriyanto dkk (2015), Pengaruh Substitusi Asbuton Butir 20/25 pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-WC. Penelitian ini bertujuan melihat nilai parameter Marshall yang dihasilkan oleh campuran beton aspal AC-WC dengan menggunakan substitusi asbuton butir 20/25 pada aspal Pen. 60/70 sehingga sesuai dengan spesifikasi teknis untuk campuran aspal beton AC-WC, sehingga dapat diketahui jenis campuran beton aspal yang mempunyai kualitas terbaik. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat batu pecah, aspal penetrasi 60/70 dan asbuton butir Tipe 20/25. Benda uji yang dibuat terdiri dari dua kelompok yaitu: benda uji aspal AC-WC dengan bahan pengikat aspal keras penetrasi 60/70 tanpa asbuton butir 20/25 (0% asbuton butir 20/25) sebagai benda uji pembandingan dan benda uji campuran aspal beton lapis aus (AC-WC) dengan bahan pengikat aspal penetrasi 60/70 dengan asbuton butir 20/25 sebagai bahan substitusi sebesar 0%, 3%, 4%, 5%, 6% terhadap total berat campuran. Dengan kadar aspal yang digunakan 5.0%, 5.5%, 6.0%, 6.5%, 7.0%. Pengujian ini dilakukan untuk memperoleh nilai parameter Marshall, pengujian durabilitas dilakukan pada kondisi KAO masing-masing

variasi campuran asbuton butir 20/25. Hasil pengujian Marshall menunjukkan bahwa semakin besar persen penambahan asbuton butir 20/25 semakin tinggi nilai stabilitasnya. Stabilitas tertinggi pada kadar asbuton butir 20/25 6% dan KAO 6,55 dengan nilai stabilitas 1577,74 kg. Kadar rongga dalam campuran (VIM) perubahan yang relatif kecil.

Penelitian Misbah (2014), Kajian Penambahan Aspal Asbuton *BGA* (*Buton Granular Asphalt*) dalam Campuran Panas Aspal Agregat (AC-WC) Dengan Pengujian Marshall. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai perbandingan antara aspal standar pen 60/70 dengan penambahan aspal buton berbutir (BGA) pen 20/25 sebesar 2.5%, 3.0% dan 5 %. Penelitian ini menggunakan metode variasi campuran aspal asbuton berbutir (*Buton Granular Asphalt, BGA*) dengan perbandingan tertentu yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas. Hasil dari campuran ini diharapkan dapat menghasilkan suatu campuran yang bagus dan kuat, sehingga fungsi sebagai pengisi rongga dalam campuran diharapkan bisa tercapai dalam mengantisipasi kerusakan pada jalan yang memiliki lalu lintas berat dan suhu tinggi. Hasil pengujian didapatkan nilai optimal aspal pen 60/70 kadar aspalnya adalah : 6 %, sedangkan penambahan aspal buton berbutir ( *BGA* ) pen 20/25 sebesar 2.5%. Nilai aspal asbuton berbutir pen 20/25 dibanding dengan aspal pen 60/70 lebih baik karena dari hasil penelitian terlihat aspal asbuton berbutir memiliki keunggulan dibanding aspal pen 60/70.

## 2.2. Keaslian Penelitian

Penelitian yang berkaitan dengan asbuton JBMA-50 juga pernah dilakukan oleh Haki dkk (2017) dan Erizal (2019). Penelitian Haki dkk bertujuan untuk mengetahui perbandingan karakteristik perkerasan lentur laston *wearing course* (AC-WC) menggunakan aspal penetrasi 60/70 dan aspal buton modifikasi JBMA-50 apabila terkena genangan air hujan dengan variasi waktu rendaman. Sedangkan penelitian Erizal bertujuan untuk mengetahui besar penurunan temperatur pada laston AC-WC asbuton modifikasi JBMA-50 dan aspal minyak sejak saat dimuat *dump truck* dari AMP menuju lapangan sampai pada saat sebelum dihampar di lapangan serta pengaruh variasi temperatur terhadap uji Marshall untuk menentukan karakteristik campuran perkerasan lentur.

Berbeda dengan penelitian di atas, Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik stabilitas Marshall laston lapis aus (AC-WC) modifikasi menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50 dengan menggunakan material Kampar berdasarkan spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga dan mengetahui perbandingannya dengan aspal minyak dan asbuton Retona serta menentukan kadar aspal optimum (KAO) laston lapis aus (AC-WC) menggunakan asbuton JBMA-50.



## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1. Lapisan Aspal Beton (Laston)

Lapis aspal beton adalah lapisan pada konstruksi jalan raya, yang terdiri dari campuran aspal keras dan agregat yang bergradasi menerus (*well graded*) dicampur, dihamparkan dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu. Jenis agregat yang digunakan terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan *filler*, sedangkan aspal yang digunakan sebagai bahan pengikat untuk lapis aspal beton harus terdiri dari salah satu aspal keras penetrasi 40/50, 60/70 dan 80/100 yang seragam, tidak mengandung air bila dipanaskan sampai suhu 175°C tidak berbusa dan memenuhi persyaratan sesuai dengan yang ditetapkan.

Perkerasan jalan raya dibuat berlapis-lapis bertujuan untuk menerima beban kendaraan yang melaluinya dan meneruskan ke lapisan di bawahnya. Biasanya material yang digunakan pada lapisan-lapisan perkerasan jalan semakin ke bawah akan semakin berkurang kualitasnya. Karena lapisan yang berada di bawah lebih sedikit menahan beban, atau menahan beban lebih ringan.

Di Indonesia, aspal beton (*Asphalt Concrete* atau *AC*) yang disebut juga dengan Laston (Lapisan Aspal Beton) merupakan lapis permukaan struktural atau lapis pondasi atas. Aspal beton terdiri dari tiga macam lapisan, yaitu Laston Lapis Aus (*Asphalt Concrete-Wearing Course* atau *AC-WC*), Laston Lapis Permukaan Antara (*Asphalt Concrete - Binder Course* atau *AC-BC*) dan Laston Lapis Pondasi (*Asphalt Concrete- Base* atau *AC-Base*) (Sukirman, 2016).

*Asphalt Concrete -Wearing Course (AC-WC)* merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Walaupun bersifat non struktural, AC-WC dapat menambah daya tahan perkerasan terhadap penurunan mutu sehingga secara keseluruhan menambah masa pelayanan dari konstruksi perkerasan. AC-WC mempunyai tekstur yang paling halus dibandingkan dengan jenis laston lainnya.

Menurut Sukirman (2003), menjelaskan bahwa lapis aspal beton (Laston) digunakan untuk jalan-jalan dengan beban lalu lintas berat. Adapun karakteristik campuran yang harus dimiliki oleh campuran aspal beton campuran panas yaitu sebagai berikut :

1. 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. Jalan dengan volume lalu lintas tinggi dan sebagian besar merupakan kendaraan berat menuntut stabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan jalan dengan volume lalu lintas yang hanya terdiri dari kendaraan penumpang saja. Kestabilan yang terlalu tinggi akan menyebabkan lapisan itu menjadi kaku dan cepat mengalami retak, disamping itu karena volume antar agregat akan berkurang, yang akan menyebabkan kadar aspal yang dibutuhkan pun rendah.
2. Durabilitas (keawetan / daya tahan), diperlukan pada lapisan permukaan sehingga lapisan dapat mampu menahan keausan akibat pengaruh cuaca, air

dan perubahan suhu ataupun keausan akibat gesekan kendaraan. Faktor-faktor yang mempengaruhi durabilitas lapis aspal beton adalah :

- a. Proses penuaan pada aspal yang dapat menyebabkan aspal akan menjadi lebih keras akibat pengaruh oksidasi dengan proses penguapan yang berakibat akan menurunnya daya lekat dan kekenyalan aspal.
  - b. Pengaruh air yang menyebabkan kerusakan atau kehilangan sifat daya lengket aspal dengan material agregat lainnya.
3. Kelenturan (fleksibilitas), pada lapisan perkerasan adalah kemampuan lapisan untuk dapat mengikuti deformasi yang terjadi akibat beban lalu lintas berulang tanpa timbulnya retak dan perubahan volume. Fleksibilitas yang tinggi dapat diperoleh dengan :
- a. Beban yang berlangsung lama yang berakibat terjadinya kelelahan pada lapis pondasi atau pada tanah dasar yang disebabkan oleh pembebanan sebelumnya.
  - b. Lendutan berulang yang disebabkan oleh waktu pembebanan lalu lintas yang berlangsung singkat.
4. Mudah dikerjakan (*Workability*), adalah campuran aspal agregat harus mudah dikerjakan saat penghampanan dan pemadatan untuk mencapai satuan berat jenis yang diinginkan tanpa mengalami kesulitan sampai mencapai tingkat kepadatan yang diinginkan dengan peralatan yang memungkinkan.
5. Tahan geser / kekesatan (*Skid Resistance*), yaitu kekesatan yang diberikan oleh perkerasan sehingga tidak mengalami slip baik diwaktu hujan atau basah maupun diwaktu kering. Kekesatan dinyatakan dengan koefisien gesek antara permukaan jalan dan ban kendaraan.



6. Ekonomis, adalah campuran harus menghasilkan jenis dan kombinasi bahan material sehingga mendapatkan suatu komposisi campuran dengan biaya yang paling murah namun sebesar mungkin memenuhi sifat-sifat yang diharapkan yakni mudah dalam pemeliharaan dan murah dalam pelayanan.
7. Kedap air yaitu campuran aspal agregat harus bersifat kedap air untuk melindungi lapisan perkerasan di bawahnya dari kerusakan yang disebabkan oleh air yang akan mengakibatkan campuran menjadi kehilangan kekuatan dan kemampuan untuk menahan beban lalu lintas.
8. Kekakuan (*Rigidity*), yaitu campuran aspal agregat harus memiliki modulus kekakuan yang tinggi sehingga mampu mendistribusikan tekanan akibat beban lalu lintas secara efektif.

### 3.1.1. Jenis Beton Aspal

Terdapat berbagai macam jenis beton aspal campuran panas yang digunakan untuk lapisan perkerasan jalan. Perbedaannya terletak pada jenis gradasi agregat dan kadar aspal yang digunakan. Pemilihan jenis beton aspal yang digunakan di suatu lokasi sangat ditentukan oleh fungsi beton aspal yang diharapkan, dan sifat beton aspal yang lebih diutamakan. Sebagai contoh, jika perkerasan jalan direncanakan akan digunakan untuk melayani lalu lintas kendaraan berat, maka sifat stabilitas lebih diutamakan. Ini berarti jenis beton aspal yang paling sesuai adalah beton aspal yang memiliki agregat campuran bergradasi baik. Pemilihan jenis beton aspal ini mempunyai konsekuensi rongga dalam campuran menjadi sedikit, kadar aspal yang dapat dicampurkan juga berkurang, sehingga selimut aspal menjadi lebih tipis dan mudah retak.

Berdasarkan Spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga, Sesuai fungsinya Laston terdiri dari 3 macam campuran yaitu :

1. Laston sebagai lapisan aus, dikenal dengan nama AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*). Ukuran agregat maksimum = 19 mm dan tebal nominal minimum AC-WC adalah 4 cm.
2. Laston sebagai lapisan antara, dikenal dengan nama AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*). Ukuran agregat maksimum = 25,4 mm dan tebal nominal minimum AC-BC adalah 5 cm.
3. Laston sebagai lapisan pondasi, dikenal dengan nama AC-base (*Asphalt Concrete – Base*). Ukuran agregat maksimum = 37,5 mm dan tebal nominal minimum AC-Base adalah 6 cm.

### 3.1.2. Sifat Volumetrik Campuran Beton Aspal Padat

Beton aspal dibentuk dari agregat, aspal dan atau tanpa bahan tambahan, yang dicampur secara merata atau homogen di instalasi pencampur pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga terbentuk beton aspal padat. Secara analisis, dapat ditentukan sifat volumetrik dari beton aspal padat, baik yang dipadatkan di laboratorium, maupun di lapangan (Sukirman, 2016).

Parameter yang biasa digunakan adalah :

$V_{mb}$  = volume bulk beton aspal padat

$VMA$  = volume rongga diantara butir agregat campuran, dalam beton aspal padat, termasuk yang terisi oleh aspal, (*Void in the Mineral Aggregate*)

$VIM$  = volume rongga beton aspal padat (*Void In Mix*)

$VFA$  = volume rongga beton aspal padat yang terisi oleh aspal (*Volume of voids Filled with Asphalt*)

Tebal film aspal atau tebal selimut aspal seringkali digunakan pula untuk menentukan karakteristik beton aspal.

$VIM$  adalah volume rongga yang masih tersisa setelah campuran beton aspal dipadatkan.  $VIM$  ini dibutuhkan untuk tempat bergesernya butir-butir agregat akibat pemadatan tambahan yang terjadi oleh repetisi beban lalu lintas, atau tempat jika aspal meleleh menjadi lunak akibat meningkatnya suhu udara.  $VIM$  yang terlalu besar akan mengakibatkan beton aspal padat berkurang kekedapannya, sehingga oksidasi aspal meningkat yang dapat mempercepat penuaan aspal dan menurunkan sifat durabilitas beton aspal.  $VIM$  yang terlalu kecil akan mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* ketika suhu meningkat.

$VMA$  adalah volume rongga didalam beton aspal padat jika seluruh selimut aspal dipadatkan.  $VMA$  akan meningkat jika selimut aspal lebih tebal, atau agregat yang digunakan bergradasi terbuka.

$VFA$  adalah volume rongga antara agregat dari beton aspal padat yang terisi oleh aspal, disebut juga volume film atau selimut aspal.

### 3.1.3. Asbuton

Salah satu sumber kekayaan alam Indonesia yang cukup potensial adalah aspal alam yang terletak di Pulau Buton Sulawesi Tenggara disebut Asbuton. Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara yang selanjutnya dikenal dengan istilah Asbuton. Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya



asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup diantara batuan yang porous. Terdapat dua jenis unsur utama dalam asbuton, yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Pemanfaatan unsur ini dalam pekerjaan pengaspalan akan mempengaruhi kinerja perkerasan aspal yang direncanakan. Menurut Sukirman (2016), Jenis asbuton yang telah diproduksi secara fabrikasi dan manual dalam tahun-tahun belakangan ini adalah:

1. Asbuton butir

Asbuton butir adalah hasil pengolahan dari asbuton berbentuk padat yang dipecah dengan alat pemecah batu (*crusher*) atau alat pemecah lainnya yang sesuai sehingga memiliki ukuran butir tertentu.

2. Asbuton hasil ekstraksi

Ekstraksi asbuton dapat dilakukan secara total hingga mendapatkan bitumen asbuton murni atau untuk memanfaatkan keunggulan mineral asbuton sebagai *filler*, ekstraksi dilakukan hingga mencapai kadar bitumen tertentu. Produk ekstraksi Asbuton dalam campuran beraspal dapat digunakan sebagai bahan tambah (*additive*) aspal atau sebagai bahan pengikat sebagaimana halnya aspal standar siap pakai atau setara aspal keras.

**3.2. Bahan Campuran Perkerasan Aspal**

Bahan utama penyusun aspal beton (Laston) adalah campuran agregat halus, agregat kasar, bahan pengisi (*filler*) dengan bahan pengikat aspal dalam kondisi suhu panas tinggi pada komposisi yang diteliti dan diatur oleh spesifikasi teknis. Jenis aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*.

### 3.2.1 Agregat

Agregat didefinisikan secara umum sebagai formasi kulit bumi yang keras dan padat. ASTM mendefinisikan agregat sebagai suatu bahan yang terdiri dari mineral padat berupa masa berukuran besar ataupun berupa fragmen-fragmen (Djanasudirja.S, 1984). Agregat adalah bahan penyusun utama dalam perkerasan jalan, merupakan sekumpulan butir-butir batu pecah, kerikil, pasir, atau mineral lainnya baik berupa hasil alam maupun buatan (SNI, 1989). Agregat adalah kombinasi dari pasir, kerikil, batu pecah atau kombinasi material lain yang digunakan dalam campuran aspal beton. Pada perkerasan beton aspal yang dibuat melalui proses pencampuran panas, agregat mengisi 90-95% berat campuran atau 75-85% volume campuran. Oleh karena itu perlu diperhatikan dengan baik kualitas agregat yang akan dipakai, yaitu memperhatikan sifat-sifat dari agregat tersebut seperti gradasi dan ukuran butir, kebersihan, bentuk dan tekstur permukaan, kekuatan dan porositas. Langkah pertama sebelum dilakukan perancangan campuran adalah memilih fraksi agregat yang mungkin dapat dicampur. Seluruh sifat fisik agregat harus memenuhi persyaratan yang ada dalam spesifikasi pekerjaan. Sifat fisik seperti ketahanan dan kekerasan agregat, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya lekat dengan aspal adalah sifat yang tidak dapat diubah atau diperbaiki, sedangkan sifat fisik seperti ukuran, bentuk dan gradasi masih dapat diperbaiki melalui proses tertentu. Diperlukan pemeriksaan laboratorium mengenai mutu dari agregat itu sendiri. Dengan demikian agregat yang akan dipakai dalam penelitian dapat memenuhi sesuai dengan syarat yang ditentukan.

Sifat agregat merupakan salah satu faktor penentu kemampuan perkerasan jalan memikul beban lalu lintas dan daya tahan terhadap cuaca. Sifat agregat yang menentukan kualitasnya sebagai material perkerasan jalan adalah gradasi, kebersihan, kekerasan dan ketahanan agregat, bentuk butir, tekstur permukaan, porositas, kemampuan untuk menyerap air, berat jenis, dan daya ikat aspal dengan agregat. Gradasi agregat menentukan besarnya rongga yang mungkin terjadi dalam agregat campuran. Agregat campuran yang terdiri dari agregat berukuran sama akan berongga banyak, karena tak terdapat agregat berukuran lebih kecil yang dapat mengisi rongga yang terjadi diantara butir yang lebih besar. Sebaliknya, jika campuran agregat terdistribusi dari agregat berukuran besar sampai kecil secara merata, maka rongga yang terjadi lebih sedikit. Hal ini disebabkan karena rongga yang terbentuk oleh susunan butir agregat berukuran besar, akan diisi oleh butir agregat berukuran lebih kecil. Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Batasan dari masing-masing agregat ini seringkali berbeda, sesuai institusi yang menentukannya.

Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3), mengelompokkan agregat menjadi 2 (dua) yaitu :

1. Agregat kasar, yaitu batuan yang tertahan pada saringan / ayakan 4,75 mm atau sama dengan saringan standar ASTM No. 4. Agregat kasar sangat penting dalam membentuk kinerja karena stabilitas dari campuran diperoleh dari *interlocking* antar agregat. Ketentuan agregat kasar seperti pada Tabel 3.1 :



**Tabel 3.1** Ketentuan Agregat Kasar

No	Pengujian	Standart	Spesifikasi
1	Kekekalan agregat bentuk terhadap larutan natrium sulfat	SNI 3407: 2008	Maks 12%
2	Abrasi atau keausan dengan mesin Los Angeles	100 putaran	Maks. 6%
		500 putaran	Maks. 30%
3	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439: 2011	> 95
4	Butir pecah pada agregat kasar	SNI 7619: 2012	95/90
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D 4791	Maks.10%
6	Material lolos ayakan lolos 200	SNI 03-4142: 1996	Maks. 2%

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Bina Marga

Tabel 3.1 menerangkan tentang syarat-syarat mengenai agregat kasar terutama kekekalan agregat, abrasi, kelekatan, butir pecah pada agregat kasar, partikel pipih dan lonjong dan material lolos ayakan no.200. Yaitu abrasi dengan mesin Los Angeles maksimum adalah 30% untuk 500 putaran, kelekatan agregat terhadap aspal minimum 95 %, angularitas agregat kasar 95/90 % artinya adalah dalam satu fraksi agregat harus tercapai minimum 95 % batu pecah dan dalam 95 % batu pecah tersebut harus 90 % batu pecah 2 sisi atau lebih. Partikel pipih dan lonjong maksimum 10 % dan material lolos ayakan no.200 maksimum 2%.

2. Agregat halus, yaitu batuan yang lolos pada saringan / ayakan 4,75 mm atau sama dengan saringan standar ASTM No. 4. Agregat halus berfungsi memberi stabilitas dan mengurangi deformasi permanen dari campuran melalui *interlocking* dan gesekan antar partikel. Adapun ketentuan berat jenis agregat seperti pada Tabel 3.2 :

**Tabel 3.2** Ketentuan Berat Jenis Agregat

Item Pengujian	Metode Pengujian	Spesifikasi
Berat Jenis Bulk	SNI 03-1970-1990	Min. 2,2
Berat Jenis SSD	SNI 03-1970-1990	-
Berat Jenis Semu	-	Min. 2,5
Penyerapan		Mak. 3,0

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Bina Marga

Tabel 3.2 menerangkan tentang ketentuan berat jenis agregat yang dipakai dalam penelitian ini. Yaitu masuk spesifikasi jika nilai berat jenis bulk minimal 2,2 Gr/cc, berat jenis semu minimal 2,5 Gr/cc dan untuk penyerapan maksimal 3,0 %.

### 3.2.2 Asbuton Semi Ekstraksi / Aspal JBMA-50

Ketentuan mengenai Asbuton Semi Ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada ketentuan Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3) dan spesifikasi teknis yang berlaku diantaranya :

1. SNI 03 1968 1990, Metoda pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar
2. SNI 06 2432 1991, Metoda pengujian daktilitas bahan-bahan aspal

Dimana dalam proses pembuatan JBMA-50 merupakan gabungan antara asbuton yang diproses dengan aspal keras pen 60/70 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi di pabrik milik PT. Hasrat Tata Jaya. Persyaratan asbuton dapat dilihat pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Persyaratan Asbuton Semi Ekstraksi

No	Jenis Pengujian	Metode	Persyaratan
1	Penetrasi 100 gr, 5 detik mm	SNI 2456-2011	Min 50
2	Viscositas absolut pada 60 oC	SNI 03-6440-2000	240-360
3	Viscositas kinematis 135 oC	SNI 7729-2011	385-2000
4	Titik lembek	SNI 2423-2011	50
5	Daktilitas 25° C, cm	SNI 2432-2011	100
6	Titik nyala °C	SNI 2433-2011	232
7	Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub>	06-2438-1991	90
8	Berat jenis	SNI 7441-2011	1,0
9	Perbedaan titik lembek stabilitas	ASTM D 5976	≤ 2,2
10	Pertikel lebih halus dari 150 mc	-	Min 95
11	Kehilangan berat (THOF)	SNI 06-2440-1991	≤ 0,8
12	Viscositas absolut pada 60 oC <sub>pa.s</sub>	SNI 03-6440-2000	≤ 1200
13	Penetrasi 100 gr, 5 detik mm	SNI 2456-2011	54
14	Daktilitas 25 °C, 5 cm/mnt	SNI 2432-2011	> 50

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Bina Marga

Tabel 3.3 menerangkan bahwa syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh material Asbuton Semi Ekstraksi sesuai dengan Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3) antara lain penetrasi 100 gr, 5 detik (mm) minimum 50 mm, viscositas absolut pada 60 °C antara 240-360, viscositas kinematis 135 °C antara 385-3000, titik lembek lebih besar atau sama dengan 50 derajat, daktilitas 25 °C cm lebih besar atau sama dengan 100 cm, titik nyala °C lebih besar atau sama dengan 232



°C, kelarutan dalam C<sub>2</sub>HCL<sub>3</sub> lebih besar atau sama dengan 90 %, berat jenis lebih besar atau sama dengan 1,0. Perbedaan titik lembek stabilitas lebih besar atau sama dengan 2,2. Pertikel lebih halus dari 150 mc min 95. Kehilangan berat (THOF) lebih besar atau sama dengan 0,8. Viscositas absolut pada 60 °C pa.s v lebih besar atau sama dengan 1.200. Penetrasi 100 gr, 5 detik mm lebih besar atau sama dengan 54 mm. Daktilitas 25 °C 5 cm/mnt lebih besar 50 cm/mnt.

**Tabel 3.4** Ketentuan Sifat-sifat Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton

		AC-WC Asb	AC-BC Asb	AC-Base Asb
Jumlah tumbukan per bidang		75		112 <sup>(1)</sup>
Rongga dalam campuran (%) <sup>(2)</sup>	Min.	3,5		
	Maks.	5,5		
Rongga dalam Agregat (VMA) (%)	Min.	15	14	13
Rongga Terisi Aspal (%)	Min.	65	63	60
Stabilitas Marshall (kg)	Min.	1000		1800 <sup>(1)</sup>
	Maks.	-		-
Pelelehan (mm)	Min.	3		5 <sup>(1)</sup>
<i>Marshall Quotient</i> (kg/mm)	Min.	300		350
Stabilitas Marshall Sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C <sup>(3)</sup>	Min.	80		
Rongga dalam campuran (%) pada Kepadatan membal (refusal) <sup>(4)</sup>	Min.	2,0		
Stabilitas dinamis	Min	2.500		

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga (Revisi 3)

Tabel 3.4 adalah Ketentuan Sifat-sifat Campuran Beraspal Panas dengan Asbuton Pracampur / Semi Ekstraksi yang disyaratkan dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3). Meliputi jumlah tumbukan per bidang 75, rongga dalam campuran (%) minimal 3,5 dan maksimal 5,5, rongga dalam agregat (VMA) (%) minimal 15 %, rongga terisi aspal (%) minimal 65 %, stabilitas Marshall (kg) minimal 1.000 kg, pelelehan (mm) minimal 3 mm, *Marshall Quotient* (kg/mm) minimal 300 Kg/mm, stabilitas Marshall sisa (%) setelah perendaman selama 24 jam, 60 °C minimal 80 %, rongga dalam campuran (%) pada kepadatan membal (refusal) minimal 2,0 % dan stabilitas dinamis minimal 2.500.

**Tabel 3.5** Ketentuan Viskositas & Temperatur Aspal untuk Pencampuran dan Pemasokan

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (PA.S)	Aspal pen 60	Asbuton modifikasi atau bitumen murni
1	Pencampuran benda uji Marshall	0,2	155 ±1	160 ±1
2	Pemasokan benda uji Marshall	0,4	145 ±1	150 ±1
3	Temperatur Pencampuran maks. Di AMP	0,2 - 0,5	165	170
4	Pencampuran rentang	0,2 - 0,5	145 – 155	150 – 160
5	Menuangkan campuran aspal dari alat pencampur ke dalam truk	± 0,5	135 – 150	140 – 155
6	Pemasokan ke Alat Penghampar	0,5 - 1,0	130 – 150	135 – 155
7	Pemasokan Awal (roda baja)	1 - 2	125 – 145	130 – 150

No.	Prosedur Pelaksanaan	Viskositas Aspal (PA.S)	Aspal pen 60	Asbuton modifikasi atau bitumen murni
8	Pemadatan Antara (roda karet)	2 - 20	90 – 125	95 – 130
9	Pemadatan Akhir (roda baja)	< 20	70 - 95	75 - 95

Sumber : Spesifikasi Umum 2010 Bina Marga (Revisi 3)

Tabel 3.5 menerangkan tentang ketentuan viskositas & temperatur aspal untuk pencampuran & pemadatan sesuai dengan spesifikasi yang disyaratkan dalam penelitian ini. Meliputi pencampuran benda uji Marshall  $160 \pm 1$  °C, pemadatan benda uji Marshall  $150 \pm 1$  °C. Temperatur pencampuran maks. di AMP 170 °C. Pencampuran rentang 150 – 160 °C, menuangkan campuran aspal dari alat pencampur ke dalam truk 140 – 155 °C. Pemasokan ke alat penghampar 135 – 155 °C. Pemadatan awal (roda baja) 130 – 150 °C. Pemadatan antara (roda karet) 95 – 130 °C dan pemadatan akhir (roda baja) 75 – 95 °C.

### 3.3. Campuran Aspal dengan Metoda Marshall

Metoda *marshall test* adalah suatu metoda yang menggunakan rencana campuran untuk aspal, yang sebelumnya ditentukan oleh jumlah pemakaian bahan aspal yang tepat sehingga dapat menghasilkan komposisi yang baik, antara agregat dan aspal dengan persyaratan teknis. Campuran aspal dengan metoda Marshall dimaksudkan untuk menentukan ketahanan (*stability*) terhadap kelelahan plastis (*flow*) dari campuran aspal.

#### 3.3.1 Pengujian Material Agregat



1. Perencanaan *Design Mix Formula* (DMF) Aspal dilakukan di laboratorium AMP PT. Hasrat Tata Jaya, menggunakan perencanaan gradasi campuran untuk lapisan permukaan Laston Lapis Aus (AC-WC) asbuton JBMA-50 yang mengacu pada Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Bina Marga.
- 2 Karakteristik uji Marshall dilakukan di laboratorium AMP PT. Hasrat Tata Jaya.
- 3 Uji abrasi dengan mesin Los Angeles dilakukan di laboratorium PT. Hasrat Tata Jaya.

### 3.3.2 Pengujian Material Aspal

Aspal yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Asbuton JBMA-50 produksi PT. Hasrat Tata Jaya dan pengujian yang dilakukan terhadap aspal tersebut. Semua standar pengujian mengikuti ketentuan yang telah ditetapkan didalam Spesifikasi Umum 2010 (Revisi 3) Bina Marga :

1. SNI 03 1968 1990, Metoda pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar
2. SNI 06 2432 1991, Metoda pengujian daktilitas bahan-bahan aspal
3. SNI 06 2433 1991, Metoda pengujian titik nyala dan titik bakar dengan alat cleveland open cup
4. SNI 06 2434 1991, Metoda pengujian titik lembek aspal dan ter
5. SNI 06 2440 1991, Metoda pengujian kehilangan berat minyak dan aspal dengan cara A
6. SNI 06 2441 1991, Metoda pengujian berat jenis aspal padat
7. SNI 06 2456 1991, Metoda pengujian penetrasi bahan-bahan bitumen

8. SNI 03 3640 1994, Metoda pengujian kadar aspal dengan cara ekstraksi menggunakan soklet
9. SNI 06 6721 2002, Metoda pengujian kekentalan aspal cair dengan alat saybolt
10. SNI 03 6893-2002, Metoda pengujian berat jenis maksimum campuran beraspal
11. RSNI M 01 2003, Metoda pengujian campuran beraspal dengan alat Marshall
12. RSNI M-06-2004, Cara uji campuran beraspal panas untuk ukuran agregat maksimum dari 25,4 mm (1 inci) sampai dengan 38 mm (1,5 inci) dengan alat Marshall
13. RSNI M-07-2004, Cara uji campuran beraspal panas untuk ukuran agregat dengan alat Marshall

### 3.3.3 Pembuatan Formula Campuran Rencana (FCR)

Berdasarkan material dari *stock pile* atau bin dingin (*cold bin*) skala laboratorium, meliputi :

- (1) Pengujian gradasi agregat dan menentukan kombinasi beberapa fraksi agregat sehingga memenuhi spesifikasi gradasi yang ditentukan.
- (2) Hitung perkiraan kadar aspal optimum rencana (*Pb*). Kadar aspal total dalam campuran adalah kadar aspal efektif yang menyelimuti butir agregat, mengisi pori antara agregat, ditambah dengan kadar aspal yang terserap masuk ke dalam pori-pori masing-masing butir agregat. Perkiraan kadar aspal rencana (*Pb*) dihitung berdasarkan Persamaan (3.1)

$$Pb = 0,035 (\% CA) + 0,045 (\% FA) + 0,18 (\% Filler) + K \quad (3.1)$$

Dimana:

$P_b$  = kadar aspal optimum perkiraan

$CA$  = agregat kasar tertahan saringan No. 8

$FA$  = agregat halus lolos No. 8 dan tertahan No. 200

$Filler$  = agregat halus lolos saringan No. 200, tdk termasuk mineral asbuton

$K$  = Konstanta, dengan nilai 0,5 untuk penyerapan agregat yang rendah dan nilai 1,0 untuk penyerapan agregat yang tinggi.

Catatan:

- 1) Kadar aspal perkiraan yang diperoleh dibulatkan mendekati angka 0,5 % yang terdekat. Misal dari perhitungan didapat 6,3 %, dibulatkan menjadi 6,5 %, atau bila didapat 5,7 %, dibulatkan menjadi 5,5 %.
- 2) Pada pelaksanaan pekerjaan campuran panas yang menggunakan aspal JBMA-50, kadar aspal perkiraan ( $P_b$ ) harus dibagi nilai hasil uji kelarutan (%), mengingat didalam JBMA-50 terkandung 2 unsur yaitu aspal dan mineral asbuton.
- 3) Melakukan pengujian Marshall dan volumetrik: rongga diantara agregat ( $VMA$ ), rongga dalam campuran ( $VIM$ ) dan rongga terisi aspal ( $VFA$ ) dari benda uji yang telah dibuat, pada kadar aspal yang bervariasi. Benda uji (briket) dibuat pada kadar aspal perkiraan ( $P_b$ ), dua varian nilai kadar aspal di atas nilai  $P_b$  dan dua varian nilai kadar aspal di bawah nilai  $P_b$  dengan interval masing-masing kadar aspal adalah 0,5%. Pada setiap varian kadar aspal dibuat benda uji berupa briket.
- 4) Selain itu benda uji disiapkan pula untuk menentukan berat jenis maksimum campuran yang belum dipadatkan ( $G_{mm}$ ).



- 5) Untuk mencari nilai stabilitas sisa (*Marshall Immersion*), buat minimum 3 (tiga) contoh uji tambahan dengan satu kadar aspal yaitu pada kadar aspal optimum.
- 6) Mengevaluasi hasil pengujian dan menentukan kadar aspal optimum dari campuran dengan langkah-langkah:
  - a) Gambarkan di dalam grafik hubungan antara kadar aspal dengan hasil pengujian
  - b) Kepadatan
  - c) Stabilitas
  - d) Kelelehan
  - e) MQ
  - f) *VMA*
  - g) *VFA*
  - h) *VIM*

#### 3.4. Parameter Pengujian Marshall

Laston Lapis Aus (AC-WC) adalah laston yang dibentuk dari agregat kasar, agregat halus, *filler* (semen) dan aspal tanpa bahan aditif tambahan yang dicampur secara merata atau *homogeny* pada suhu tertentu. Campuran kemudian dihamparkan dan dipadatkan, sehingga terbentuk Laston (AC) padat. Sifat-sifat campuran Laston (AC) dapat dilihat dari parameter-parameter pengujian Marshall antara lain:

1. Stabilitas Marshall

Nilai stabilitas diperoleh berdasarkan nilai masing-masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Menurut Fredy, stabilitas merupakan parameter yang menunjukkan batas maksimum beban yang dapat diterima oleh suatu campuran beraspal saat terjadi keruntuhan yang dinyatakan dengan kilogram. Nilai stabilitas yang terlalu tinggi akan menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetannya berkurang.

2. Kelelahan (*Flow*)

Seperti halnya cara memperoleh nilai stabilitas, nilai *flow* merupakan nilai dari masing - masing yang ditunjukkan oleh jarum dial. Hanya saja dial *flow* biasanya dalam satuan mm (milimeter). Menurut Fredy, suatu campuran yang memiliki kelelahan yang rendah akan lebih kaku dan kecenderungan untuk mengalami retak dini pada usia pelayanannya.

3. Hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*)

Hasil bagi Marshall merupakan hasil bagi stabilitas dengan kelelahan. Menurut Fredy, semakin tinggi nilai *MQ*, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan. *Marshall Quotient* dapat dihitung dengan Persamaan (3.2)

$$\text{Marshall Quotient} = \frac{\text{Stabilitas}}{\text{Flow}} \quad (3.2)$$

4. Rongga Terisi Aspal (*VFA* atau *VFB*)

Rongga terisi aspal (*VFA*) adalah persen rongga yang terdapat diantara partikel agregat (*VMA*) yang terisi oleh aspal, tidak termasuk aspal yang

diserap oleh agregat. Rongga terisi aspal (*VFA* atau *VFB*) dapat dihitung dengan Persamaan (3.3)

$$VFA = 100 \times \frac{VMA - VIM}{VMA} \quad (3.3)$$

Dimana:

*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, (%)

#### 5. Rongga Antar Agregat (*VMA*)

Rongga antar agregat (*VMA*) adalah ruang rongga di antara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Perhitungan *VMA* terhadap campuran adalah dengan rumus berikut, jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat dari campuran total, maka *VMA* dihitung dengan Persamaan (3.4)

$$VMA = 100 - \left( \frac{Gmb \times Ps}{Gsb} \right) \quad (3.4)$$

Dengan pengertian:

*VMA* = Rongga dalam agregat mineral (persen volume curah)

*Gsb* = Berat jenis curah agregat

*Ps* = Agregat, persen berat total campuran

*Gmb* = Berat jenis curah campuran padat (ASTM D 2726)

Atau, jika komposisi campuran ditentukan sebagai persen berat agregat, maka

*VMA* dihitung dengan Persamaan (3.5)

$$VMA = 100 - \frac{Gmb}{Gsb} \times \frac{100}{(100 + Pb)} \times 100 \quad (3.5)$$



Dimana :

$P_b$  = Aspal, persen berat agregat

$G_{mb}$  = Berat jenis curah campuran padat

$G_{sb}$  = Berat jenis curah agregat

#### 6. Rongga Udara ( $VIM$ )

Rongga udara dalam campuran ( $V_a$ ) atau  $VIM$  dalam campuran perkerasan beraspal atas ruang udara diantara partikel agregat yang terselimuti aspal. Volume rongga udara dalam campuran ( $VIM$ ) dapat ditentukan dengan Persamaan (3.6)

$$VIM = 100 \times \frac{G_{mm} - G_{mb}}{G_{mm}} \quad (3.6)$$

Dimana:

$VIM$  = Rongga udara dalam campuran padat, persen dari total volume.

$G_{mm}$  = Berat jenis maksimum campuran.

$G_{mb}$  = Berat jenis curah campuran padat.

### 3.5. Dasar - dasar Perhitungan

Dasar – dasar perhitungan ini dibuat berdasarkan formula baku yang ada pada spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3). Jika tidak ada maka mengacu pada perhitungan Standard Nasional Indonesia (SNI).

#### 1. Berat Jenis Bulk dan Apparent 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). Kedua macam berat jenis dari total agregat tersebut dapat dihitung dalam Persamaan (3.7)

Berat Jenis Kering (*Bulk Specific gravity*) dari total agregat

$$Gsb_{tot \text{ agregat}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gsb_1} + \frac{P_2}{Gsb_2} + \frac{P_3}{Gsb_3} + \dots + \frac{P_n}{Gsb_n}} \quad (3.7)$$

Dengan pengertian :

$Gsb_{tot \text{ agregat}}$  = Berat Jenis agregat gabungan, (gr/cc)

$Gsb_1, Gsb_2, \dots, Gsb_n$  = Berat Jenis kering dari masing – masing agregat 1,2,3,...n ,(gr/cc)

$P_1, P_2, P_3, \dots$  = Persentase berat dari masing – masing agregat, (%)

Berat jenis semu (*apparent specific gravity*) dapat dihitung dengan Persamaan (3.8)

$$Gsb_{tot \text{ agregat}} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{\frac{P_1}{Gsa_1} + \frac{P_2}{Gsa_2} + \frac{P_3}{Gsa_3} + \dots + \frac{P_n}{Gsa_n}} \quad (3.8)$$

Dengan pengertian :

$Gsb_{tot \text{ agregat}}$  = Berat Jenis agregat gabungan, (gr/cc)

$Gsa_1, Gsa_2, \dots, Gsa_n$  = Berat Jenis kering dari masing – masing agregat, (gr/cc)

$P_1, P_2, P_3, \dots$  = Prosentase berat dari masing – masing agregat, (%)

## 2. Berat Jenis Efektif Agregat

Berat jenis efektif campuran ( $Gse$ ), kecuali rongga udara dalam partikel agregat yang menyerap aspal dapat dihitung dengan rumus yang biasanya digunakan berdasarkan hasil pengujian kepadatan maksimum teoritis dapat dihitung dengan Persamaan (3.9)

$$G_{se} = \frac{P_{mm} - P_b}{\frac{P_{mm}}{G_{mm}} - \frac{P_b}{G_b}} \quad (3.9)$$

Dengan pengertian :

$G_{se}$  = berat jenis efektif/ *effective specific gravity*, (gr/cc)

$G_{mm}$  = Berat jenis campuran maksimum teoritis setelah pemadatan (gr/cc)

$P_{mm}$  = Persen berat total campuran (=100)

$P_b$  = Prosentase kadar aspal terhadap campuran, (%)

$P_s$  = Kadar agregat, persen terhadap total campuran, (%)

$G_b$  = Berat jenis aspal

Berat jenis efektif agregat  $G_{se}$  dapat ditentukan juga dengan menggunakan

Persamaan (3.10)

$$G_{se} = \frac{G_{se} + G_{sa}}{2} \quad (3.10)$$

Dengan pengertian :

$G_{se}$  = Berat jenis maksimum campuran, (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

Berat jenis maksimum campuran,  $G_{mm}$  pada masing-masing kadar aspal diperlukan untuk menghitung kadar rongga masing – masing kadar aspal. Berat

jenis maksimum dapat ditentukan dengan AASHTO T.209-90. Berat Jenis

Maksimum Campuran  $G_{mm}$  dapat dihitung dengan Persamaan (3.11)

$$G_{mm} = \frac{P_{mm}}{\frac{P_s}{G_{se}} - \frac{P_b}{G_b}} \quad (3.11)$$



Dengan pengertian :

$G_{mm}$  = Berat Jenis maksimum campuran, (gr/cc)

$P_{mm}$  = Persen berat total campuran (=100)

$P_s$  = Persentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

$P_b$  = Persentase kadar aspal terhadap total campuran, (%)

$G_{se}$  = Berat jenis efektif / *effective specific gravity*, (gr/cc)

$G_b$  = Berat jenis aspal, (gr/cc)

#### 4. Berat Jenis Bulk Campuran Padat

Kadar aspal efektif ( $P_{be}$ ) 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 aspal efektif Berat Jenis Bulk Campuran Padat  $P_{be}$  dapat dihitung dengan Persamaan (3.12)

$$P_{be} = P_b - \frac{P_{ba}}{100} P_s \quad (3.12)$$

Dimana :

$P_{be}$  = Kadar aspal efektif, persen total campuran, (%)

$P_b$  = Kadar aspal, persen total campuran, (%)

$P_{ba}$  = Penyerapan aspal, persen total agregat, (%)

$P_s$  = Kadar agregat, persen terhadap berat total campuran, (%)

### 3.6. Hipotesa

Penelitian ini dilandasi oleh suatu hipotesa. Ditolak atau diterimanya hipotesa tersebut ditentukan oleh hasil akhir penelitian. Sehingga penelitian bisa

saja sesuai dengan hipotesa atau berbeda dengan perkiraan hipotesa yang direncanakan. Dalam penelitian ini dapat diambil beberapa hipotesa yaitu :

1. Karakteristik *Marshall Test* untuk asbuton JBMA-50 beserta parameter-parameternya lebih baik dibandingkan karakteristik *Marshall Test* aspal minyak dan asbuton Retona.
2. Asbuton JBMA-50 cocok dipergunakan untuk lalu lintas berat, karena lebih kaku dan stabilitasnya lebih tinggi.
3. Nilai penetrasi asbuton JBMA-50 yang relatif rendah sangat berpengaruh pada stabilitas / kekuatan campuran aspal.



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu persiapan, pengambilan sampel, percobaan laboratorium, analisa data dan pembahasan.

Adapun pembagian tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut ;

1. Persiapan : 8 September 2017 sd 15 Januari 2018
2. Pengambilan Sampel : 16 Januari 2018 sd 25 Januari 2018
3. Percobaan Laboratorium : 26 Januari 2018 sd 10 Agustus 2018

#### 4.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium milik PT. Hasrat Tata Jaya (HTJ) yang terletak di jalan Bangkinang – Petapahan KM. 8 Desa Pasir Sialang Kecamatan Bangkinang Seberang. Laboratorium tersebut menggunakan peralatan yang sudah terkalibrasi dengan standar SNI. Kemudian untuk analisa data dilakukan di Pekanbaru dan di kampus Universitas Islam Riau.

#### 4.3. Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan untuk campuran Laston Lapis Aus (AC-WC) dengan Asbuton JBMA-50 harus sesuai dengan spesifikasi dan beragam pengujian dilakukan untuk menjamin bahan yang digunakan memiliki sifat-sifat yang diinginkan. Agregat yang digunakan berasal dari dua sumber agar diperoleh sifat-sifat teknis yang berbeda. Sebagai sebuah komponen penting dari campuran aspal yang digunakan harus sesuai dengan kondisi lingkungan dan memenuhi



spesifikasi. Dalam penelitian ini, pengujian bahan-bahan dilakukan dengan menggunakan prosedur SNI. Jika prosedur pengujian tidak terdapat pada SNI, digunakan prosedur – prosedur lain seperti AASHTO dan ASTM.

Bahan – bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Aspal Buton / Asbuton JBMA-50 produksi PT. Hasrat Tata Jaya.
2. Agregat quarry Kampar ( agregat kasar, agregat halus dan abu batu ) dan dipecah di *Stone Crusher* AMP PT. Hasrat Tata Jaya Jl Air Hitam Pekanbaru.
3. Pasir diambil dari quarry Danau Binkuang sungai Kampar.

#### 4.4. Peralatan Penelitian

1. Alat uji pemeriksaan aspal antara lain : alat uji penetrasi, alat uji titik lembek, alat uji titik nyala, dan titik bakar, alat uji daktilitas, alat uji berat jenis (piknometer dan timbangan), alat uji kelarutan.
2. Alat Uji pemeriksaan Agregat  
Alat uji yang digunakan untuk pemeriksaan agregat antara lain: Mesin *Los Angeles* (tes abrasi), saringan standar, alat pengering (*oven*), timbangan berat, alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, pemanas), alat uji indeks kepipihan, bak perendam, tabung *sand equivalent*, alat saringan uji *soundness*.
3. Alat uji karakteristik campuran agregat aspal  
Alat uji yang digunakan adalah seperangkat alat untuk metode Marshall, seperti dalam Gambar 4.1:



Gambar 4.1 Alat Uji *Marshall Test*

Gambar 4.1 adalah Alat uji *Marshall Test* 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 kelelahan plastis atau *flow*. Benda uji *Marshall test* berbentuk silinder berdiameter 4 inci dan tinggi 2,5 inci (Sukirman, 2003).

#### 4.5. Tahapan Penelitian

Agar tujuan dan sasaran penelitian dapat dicapai sesuai yang diharapkan perlu ditentukan tahapan penelitian yang akan dilaksanakan :

##### 1. Pengadaan Material

Untuk pengadaan material dalam penelitian ini mengambil material dari quarry Batu Bersurat Kampar , meliputi agregat kasar, agregat halus, abu batu dan pasir. Material tersebut diambil dari *Stone Crusher* milik PT. Hasrat Tata Jaya di Bangkinang, Kabupaten Kampar.

2. Pemeriksaan Material

Pemeriksaan material dilakukan di laboratorium jalan raya PT. Hasrat Tata Jaya di Bangkinang.

3. Pemeriksaan Karakteristik Agregat

Adapun pemeriksaan material meliputi, analisa saringan, angularitas, abrasi, berat jenis dan parameter lainnya yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

4. *Mix Design*

Dalam campuran / *Mix Design* penelitian ini mengacu pada standar Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3). Di dalam spesifikasi tersebut sudah terdapat aturan yang baku dalam tata cara pembuatan Mix Desain.

5. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dalam penelitian ini dilakukan di laboratorium PT. Hasrat Tata Jaya di Bangkinang. Dalam pengerjaannya dibantu oleh laboran, kepala labor dan peneliti sendiri. Alat-alat yang digunakan sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.

6. Pengujian Karakteristik Marshall

Parameter Marshall yang di uji meliputi *Stability*, *Flow*, *Marshall Quotient*, *Bulk Density*, *VIM*, *VMA*, *VFA* dan *Marshall Immersion*. Adapun alat-alat laboratorium yang digunakan untuk pengujian tersebut sudah dikalibrasi sesuai dengan ketentuan dan persyaratan. Hasil pengujian yang telah didapatkan kemudian disusun dalam sebuah format laporan hasil awal pengujian.

7. Pembahasan dan Analisa Data



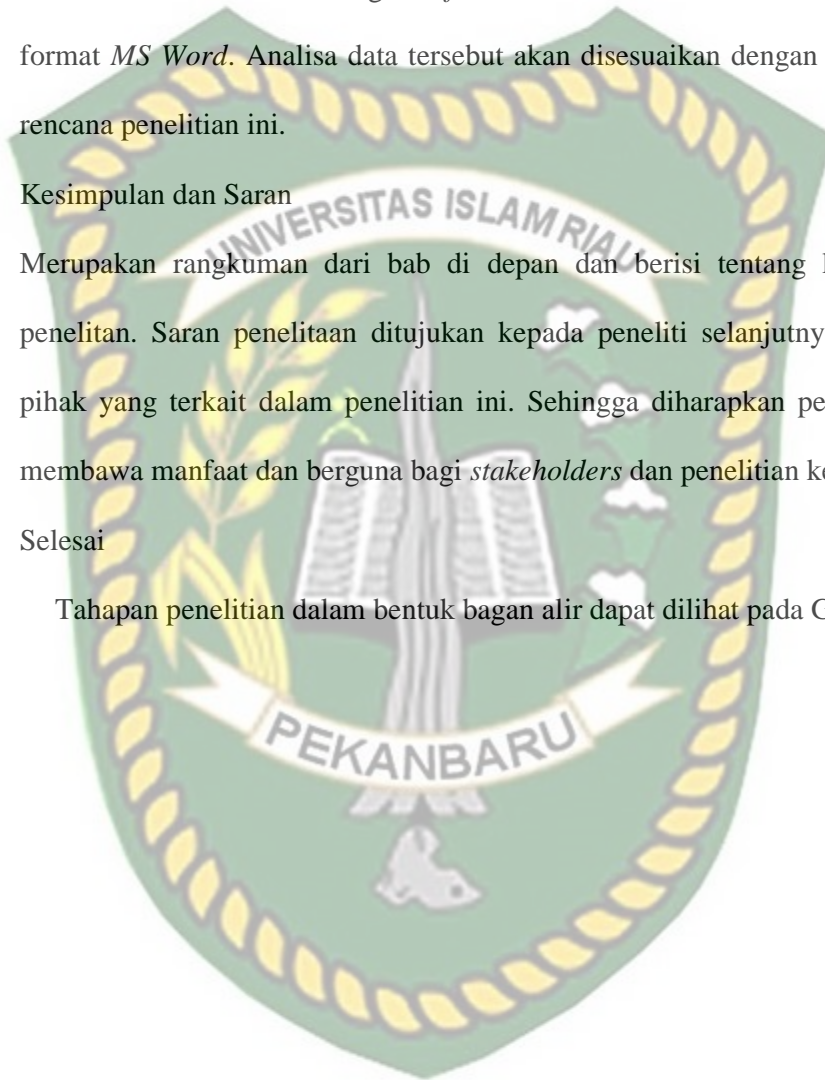
Pembahasan dan analisa data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rumus dan teori yang ada pada Spesifikasi Bina Marga Tahun 2010 (Revisi 3) dan referensi buku atau penelitian lainnya. Hasil laporan awal dari laboratorium diolah dengan *software MS Excel* dan ditulis dalam bentuk format *MS Word*. Analisa data tersebut akan disesuaikan dengan garis besar rencana penelitian ini.

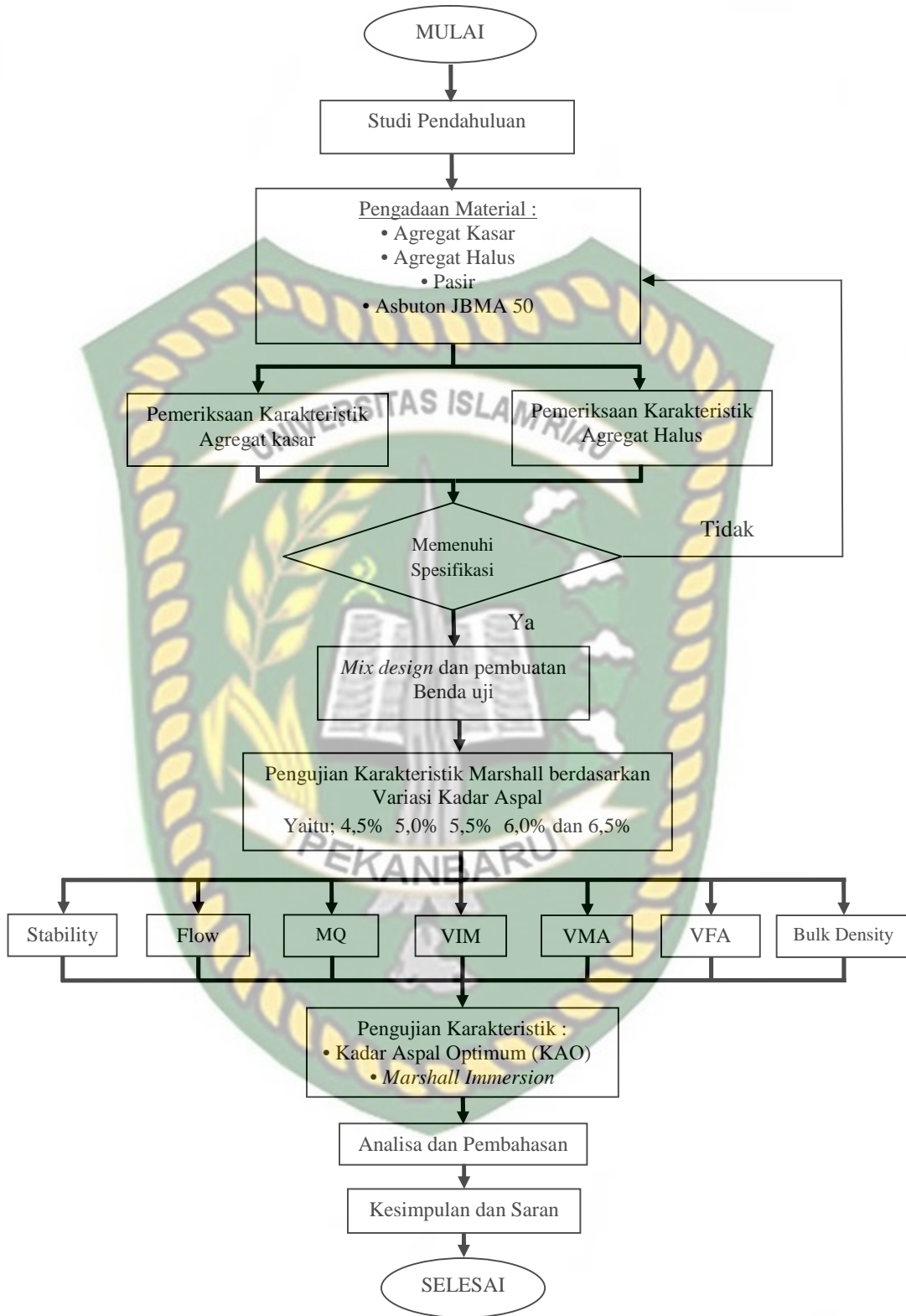
8. Kesimpulan dan Saran

Merupakan rangkuman dari bab di depan dan berisi tentang kesimpulan penelitian. Saran penelitaan ditujukan kepada peneliti selanjutnya dan para pihak yang terkait dalam penelitian ini. Sehingga diharapkan penelitian ini membawa manfaat dan berguna bagi *stakeholders* dan penelitian kedepan.

9. Selesai

Tahapan penelitian dalam bentuk bagan alir dapat dilihat pada Gambar 4.2





Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengujian Laboratorium

Pengujian material dilakukan dengan acuan Spesifikasi Teknis Bina Marga 2010 (Revisi 3) yang mengacu juga dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) , ASTM dan AASHTO. Pengujian material meliputi sifat agregat kasar, agregat halus dan *filler*. Sedangkan sifat fisik asbuton modifikasi JBMA-50 produksi PT. Hasrat Tata Jaya menggunakan hasil test fisik yang sudah ada.

##### 5.1.1 Hasil Pengujian Agregat

Sebelum dilaksanakan pengujian Marshall terlebih dahulu dilakukan pengujian sifat-sifat agregat kasar untuk bahan Laston *AC WC Modified*. Bahan agregat kasar untuk rancangan campuran adalah yang tertahan ayakan No.8 (2,36 mm) yang dilakukan secara basah dan harus bersih, keras, awet dan bebas dari lempung atau bahan yang tidak dikehendaki. Hasil dari pengujian sifat-sifat agregat kasar ditampilkan pada Tabel 5.1. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, agregat adalah merupakan komponen utama dari lapisan perkerasan jalan yaitu antara 90-95%. Dengan demikian daya dukung dan keawetan perkerasan jalan ditentukan oleh sifat agregat dan hasil dengan material lainnya (Sukirman, 2003). Hasil dari pengujian analisa agregat ditampilkan pada Tabel 5.2. Persyaratan spesifikasi berat jenis yang harus dipenuhi agar agregat dapat dipergunakan sebagai bahan campuran pada lapisan atas perkerasan lentur jalan yaitu minimum



untuk berat jenis bulk adalah 2,2 gr/cc serta nilai penyerapan (*absorption*) maksimum adalah 3,0 %

**Tabel 5.1** Hasil Pengujian Sifat-Sifat Agregat Kasar

No	Pengujian	Standart	Spesifikasi	Nilai	Ket.	
1	Kekekalan agregat bentuk terhadap larutan natrium sulfat	SNI 3407: 2008	Maks 12%	9,32%	Memenuhi	
2	Abrasi atau keausan dengan mesin Los Angeles	SNI 2417: 2008	100 putaran	Maks. 6%	4,70	Memenuhi
			500 putaran	Maks. 30%	28,44	Memenuhi
3	Kelekatan agregat terhadap aspal	SNI 2439: 2011	> 95	> 95	Memenuhi	
4	Butir pecah pada agregat kasar	SNI 7619: 2012	95/90	98.97/94.1	Memenuhi	
5	Partikel pipih dan lonjong	ASTM D 4791	Maks.10%	3,82	Memenuhi	
6	Material lolos ayakan lolos 200	SNI 03-4142: 1996	Maks. 2%	0,92	Memenuhi	

Dari Tabel 5.1 tersebut didapat hasil pemeriksaan bahwa sifat fisik agregat kasar memenuhi syarat dan spesifikasi yang ditentukan dalam Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3). Sehingga material tersebut dapat digunakan dalam penelitian ini.

**Tabel 5.2** Hasil Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus dan Agregat Kasar

Ukuran Saringan		Persen Lolos (%)			
Inci	mm	Pasir Sungai (PS)	Abu Batu (FA)	B. Pecah 3/8 (MA)	B. Pecah 3/4 (CA)
1 "	25.00	100	100	100	100
3 / 4 "	19.00	100	100	100	100.00
1 / 2 "	12.50	100	100	100.00	21.01
3 / 8 "	9.50	99.19	100	84.89	4.13
# 4	4.75	96.95	97.40	12.57	0.43
# 8	2.36	72.07	65.42	1.34	
# 16	1.18	53.14	45.87	0.92	
# 30	0.600	38.88	34.42		
# 50	0.300	18.41	23.80		
# 100	0.160	7.74	15.50		
# 200	0.075	3.37	10.22		

Tabel 5.2 adalah hasil pemeriksaan laboratorium gradasi agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus berupa pasir sungai dan abu batu dan agregat kasar berupa batu pecah 3/8 (*medium aggregate*) dan batu pecah 3/4 (*course aggregate*). Pemeriksaan gradasi agregat halus dan agregat kasar dilakukan dengan mengikuti prosedur dan sesuai dengan syarat dalam spesifikasi.

1. Agregat Pasir Saring (PS)

Pasir saring diambil dari quarry Kampar.

**Tabel 5.3** Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Pasir Saring)

Item Pengujian	Satuan	Berat Jenis				Hasil Pengujian	Spek	Ket.
		Tertahan # No. 4		Lolos # No.4				
		Sampel		Sampel				
		I	II	I	II			
Berat Jenis Bulk	Gr/cc	2.621	2.614	-	-	<b>2,618</b>	Min. 2,2	Memenuhi
Berat Jenis SSD	Gr/cc	2.644	2,640	-	-	<b>2,642</b>	-	-
Berat Jenis Semu	Gr/cc	2,683	2,684	-	-	<b>2,682</b>	Min. 2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	0.888	1.010	-	-	<b>0,918</b>	Mak. 3,0	Memenuhi

Dari Tabel 5.3 tersebut didapat hasil pemeriksaan berat jenis bulk adalah 2,618 gr/cc, berat jenis SSD adalah 2,642 gr/cc, berat jenis semu adalah 2,682 gr/cc dan penyerapan 0,918 %. Untuk material pasir sungai sebagai agregat halus memenuhi kedua persyaratan dengan nilai berat jenis bulk 2,618 gr/cc dengan batasan untuk berat jenis bulk minimum 2,2 gr/cc dan penyerapan 0,918 % dengan batas penyerapan maksimum sebesar 3,0 %.

## 2. Agregat Abu Batu (FA)

**Tabel 5.4** Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Halus (Abu Batu)

Item Pengujian	Satuan	Berat Jenis				Hasil Pengujian	Spek	Ket.
		Tertahan # No. 4		Lolos # No.4				
		Sampel		Sampel				
		I	II	I	II			
Berat Jenis Bulk	Gr/cc	2.586	2.588	2.530	2.547	<b>2.540</b>	Min. 2,2	Memenuhi
Berat Jenis SSD	Gr/cc	2.621	2.621	2.542	2.572	<b>2.558</b>	-	-
Berat Jenis Semu	Gr/cc	2.678	2.675	2.561	2.613	<b>2.589</b>	Min. 2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	1.317	1.256	0.482	0.990	<b>0,744</b>	Mak. 3,0	Memenuhi

Dari Tabel 5.4 didapat hasil pemeriksaan bahwa untuk material abu batu sebagai agregat halus memenuhi kedua persyaratan dengan nilai berat jenis bulk 2,540 gr/cc dengan batasan untuk berat jenis bulk minimum 2,2 gr/cc dan penyerapan 0,744 % dengan batas penyerapan maksimum sebesar 3,0 %, agregat ini dapat digunakan sebagai agregat halus campuran aspal laston AC-WC Modified.

## 3. Agregat Batu Pecah 3/8

**Tabel 5.5** Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (*Medium Aggregate*)

Item Pengujian	Satuan	Berat Jenis				Hasil Pengujian	Spek	Ket.
		Tertahan # No. 4		Lolos # No.4				
		Sampel		Sampel				
		I	II	I	II			
Berat Jenis Bulk	Gr/cc	2.596	2.595	-	-	<b>2.595</b>	Min. 2,2	Memenuhi
Berat Jenis SSD	Gr/cc	2.610	2.609	-	-	<b>2.609</b>	-	-
Berat Jenis Semu	Gr/cc	2.633	2.631	-	-	<b>2.632</b>	Min. 2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	0.537	0.529	-	-	<b>0.533</b>	Mak. 3,0	Memenuhi



Dari Tabel 5.5 didapat hasil pemeriksaan bahwa untuk material batu pecah 3/8 sebagai agregat kasar memenuhi kedua persyaratan dengan nilai berat jenis bulk 2,595 gr/cc dengan batasan untuk berat jenis bulk minimum 2,2 gr/cc dan penyerapan 0,533 % dengan batas penyerapan maksimum sebesar 3,0 %, agregat ini dapat digunakan sebagai agregat kasar campuran aspal laston AC-WC Modified dalam penelitian ini.

#### 4. Agregat Batu Pecah 3/4

**Tabel 5.6** Hasil Pengujian Berat Jenis Agregat Kasar (*Coarse Aggregate*)

Item Pengujian	Satuan	Berat Jenis				Hasil Pengujian	Spek	Ket.
		Tertahan # No. 4		Lolos # No.4				
		Sampel		Sampel				
		I	II	I	II			
Berat Jenis Bulk	Gr/cc	2.665	2.658			<b>2,661</b>	Min. 2,2.	Memenuhi
Berat Jenis SSD	Gr/cc	2.679	2.673			<b>2,676</b>	-	-
Berat Jenis Semu	Gr/cc	2.703	2.698			<b>2,700</b>	Min. 2,5	Memenuhi
Penyerapan	%	0.528	0.563			<b>0,545</b>	Mak. 3,0	Memenuhi

Dari Tabel 5.6 didapat hasil pemeriksaan untuk material batu pecah 3/4 sebagai agregat kasar memenuhi kedua persyaratan dengan nilai berat jenis bulk 2,661 gr/cc dengan batasan untuk berat jenis bulk minimum 2,2 gr/cc dan penyerapan 0,545 % dengan batas penyerapan maksimum sebesar 3.0 %.

#### 5.1.2 Hasil Komposisi Campuran Agregat

Untuk mendapatkan gradasi gabungan campuran yang sesuai dengan persyaratan spesifikasi campuran laston AC-WC, dimana gradasi campuran tidak boleh keluar dari batas gradasi yang disyaratkan dan sedapat mungkin harus

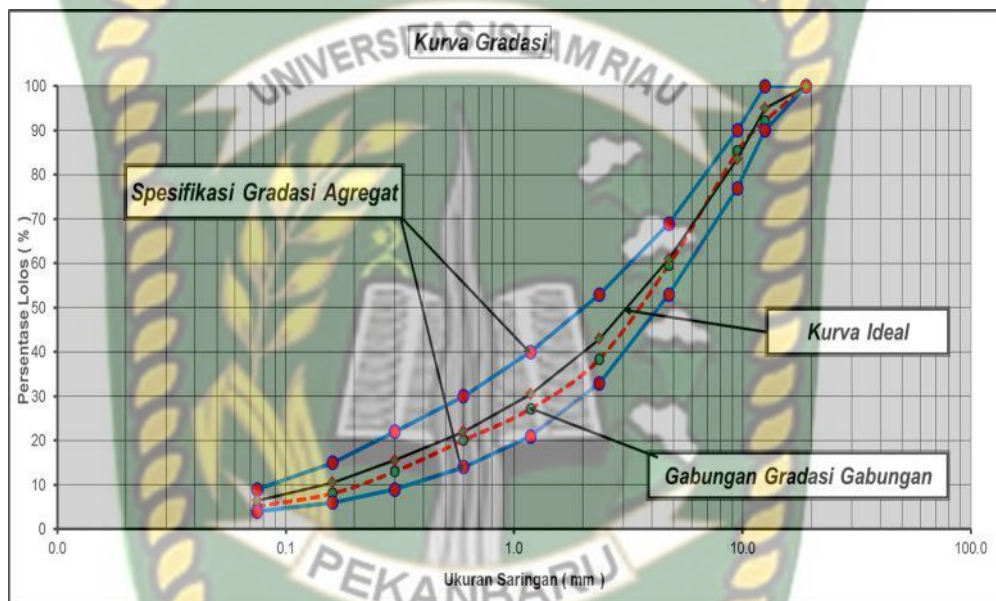
berada di tengah-tengah batas gradasi. maka terlebih dahulu harus ditentukan gradasi agregat yang cocok dengan memilih persentase yang sesuai dari masing-masing fraksi agregat. Menentukan komposisi campuran agregat dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu metode analitis, metode grafis dan metode matrik.

Dari hasil gradasi masing-masing agregat yang telah dilaksanakan, maka dapat dilakukan analisa komposisi campuran agregat dengan metode analitis.

**Tabel 5.7** Hasil Gabungan Gradasi Campuran Agregat Metode Analitis

Ukuran Saringan		Gradasi Campuran				Hasil Komb. Camp.	Spesifikasi			Ket.
		Pasir Sungai	Abu Batu	Medium Agregat	Coarse Agregat		Kurva Ideal	Min.	Maks.	
Inci	mm	(PS)	(FA)	(MA)	(CA)					
1 "	25.00	100	100	100	100	<b>100</b>	100	100	100	Masuk
3/4 "	19.00	100	100	100	100	<b>100</b>	100	100	100	Masuk
1/2 "	12.50	100	100	100	21.01	<b>92.10</b>	95.00	90	100	Masuk
3/8 "	9.50	99.19	100	84.89	4.13	<b>85.35</b>	83.50	77	90	Masuk
# 4	4.75	96.95	97.40	12.57	0.43	<b>59.66</b>	61.00	53	69	Masuk
# 8	2.36	72.07	65.42	1.34		<b>38.39</b>	43.00	33	53	Masuk
# 16	1.18	53.14	45.87	0.92		<b>27.18</b>	30.50	21	40	Masuk
# 30	0.600	38.88	34.42			<b>20.06</b>	22.00	14	30	Masuk
# 50	0.300	18.41	23.80			<b>13.03</b>	15.50	9	22	Masuk
# 100	0.160	7.74	15.50			<b>8.06</b>	10.50	6	15	Masuk
# 200	0.075	3.37	10.22			<b>5.14</b>	6.50	4	9	Masuk
% Camp. Agregat Terhadap Berat Total	<i>Pasir Saring (PS)</i>					<b>10.0</b>				
	<i>Abu Batu (FA)</i>					<b>47.0</b>				
	<i>Medium Agg. (MA)</i>					<b>33.0</b>				
	<i>Coarse Agg. (CA)</i>					<b>10.0</b>				
		<b>Total Persentase (%)</b>				<b>100</b>				
Total Luas Permukaan Agregat (M <sup>2</sup> /Kg)						<b>5.46</b>				

Tabel 5.7 merupakan hasil perhitungan gabungan gradasi campuran agregat yaitu pasir sungai, abu batu, *medium aggregate*, dan *course aggregate*. Untuk melihat gabungan gradasi campuran agregat terhadap persyaratan spesifikasi apakah memenuhi persyaratan batas gradasi yang disyaratkan dan berada di tengah-tengah batas gradasi. Hasil dari grafik kurva gradasi campuran agregat ditampilkan pada Gambar 5.1.



**Gambar 5.1** Kurva Gradasi Komposisi Campuran Agregat

Gambar 5.1 adalah hasil perhitungan Tabel 5.7. Pada Tabel 5.7 dilakukan beberapa perhitungan untuk mendapatkan komposisi yang tepat dan ternyata diperoleh hasil komposisi campuran agregat yang berada pada batas gradasi yang disyaratkan serta berada di tengah-tengah batas gradasi spesifikasi. Adapun komposisi tersebut adalah pasir saring 10 %, abu batu 47 %, *medium aggregate* 33 % dan *coarse aggregate* 10 %.

### 5.1.3 Hasil Pengujian Berat Jenis Gabungan dari Campuran



Sebagai parameter dan formula untuk menganalisa campuran aspal panas maka perlu pengujian berat jenis maksimum dari campuran agregat. Dimana berat jenis maksimum campuran ini akan mempengaruhi rongga *density* dari campuran aspal panas. Sifat dari campuran aspal panas ditentukan oleh analisis rongga *density*. Hasil dari pengujian ditampilkan pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.8** Hasil Pengujian Berat Jenis Gabungan dari Campuran

Item Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
		Berat Jenis Agregat Dari Campuran
Berat Jenis Maksimum Agregat dari Sampel	Gr/cc	<b>2.322</b>
Berat Jenis Maksimum Agregat (Gmm) dari Sampel dengan Gmm test, AASHTO T 209-90	Gr/cc	<b>2,420</b>
Berat Jenis Curah Agregat (Gsb)	Gr/cc	<b>2.600</b>
Berat Jenis Effektif Agregat (Gse)	Gr/cc	<b>2,638</b>
Berat Jenis Apparent Agregat (Gsa)	Gr/cc	<b>2,664</b>
Penyerapan (Pba)	%	<b>0,577</b>

#### 5.1.4 Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Asbuton JBMA-50

JBMA-50 merupakan gabungan antara aspal buton yang diproses dengan aspal keras pen.60 yang pembuatannya dilakukan secara fabrikasi. Pemeriksaan sifat fisik asbuton JBMA-50 dilakukan di Puslitbang Jalan dan Jembatan Dirjen Bina Marga Ujung Berung Bandung Jawa Barat. Adapun hasil pemeriksaan parameter – parameter asbuton JBMA-50 ditampilkan pada Tabel 5.9.

**Tabel 5.9** Hasil Pemeriksaan Sifat Fisik Asbuton JBMA-50

N o.	Jenis Pengujian	Metode	Spek	JBMA 50 (Puslit bang)	Keterangan
1.	Penetrasi 100 gr, 5 detik, 0,1 mm	SNI 2456-2011	Min. 50	54,0	Memenuhi
2.	Viscositas absolut pada 60° C	SNI 03-6440-2000	240-360	291,4	Memenuhi
3.	Viscositas kinematis pada 135° C	SNI 7729-2011	385-2000	497,2	Memenuhi
4.	Titik Lembek	SNI 2434-2011	50	51,3	Memenuhi
5.	Daktilitas 25° C, cm	SNI 2432-2011	100	>140	Memenuhi
6.	Titik Nyala, °C	SNI 2433-2011	232	276	Memenuhi
7.	Kelarutan dalam C <sub>2</sub> HCL <sub>3</sub>	06-2438-1991	90	95,7	Memenuhi
8.	Berat Jenis	SNI 7441-2011	1,0	1,033	Memenuhi
9.	Perbedaan Titik lembek stlh stabilitas penyimpanan	ASTM D 5976 Part 6,1	2,2	1	Memenuhi
10.	Pertikel lebih halus dari 150 mc	-	Min 95	96,04	Memenuhi
11.	Kehilangan berat (TFOT)	SNI 06-2440-1991	0,8	0,253	Memenuhi
12.	Viscositas Absolut pada 60°C, Pa.s	SNI 03-6440-2000	1200	465,6	Memenuhi
13.	Peneterasi pada 25°C, 100 grm, 5 dtk	SNI 2456-2011	54	74,6	Memenuhi
14.	Daktilitas pada 25°C, 5 cm/mnt	SNI 2432-2011	> 50	> 140	Memenuhi

Sumber : Puslitbang Jalan & Jembatan Bandung, 2016

### 5.1.5 Hasil Pengujian Marshall

Dari penelitian di laboratorium untuk campuran asbuton JBMA-50 dengan menggunakan material *quary* Kampar, didapatkan parameter pengujian Marshall meliputi *Bulk Density*, *VIM (Voids In Mix)*, *VFA (Voids Filled Asphalt)*, *VMA (Voids Mineral Aggregate)*, *Stability*, *Flow* dan *Marshall Quotient* yang akan dibandingkan dengan data sekunder campuran aspal panas AC-WC menggunakan aspal minyak yang mengambil data dari Kegiatan Pembangunan Jalan Lingkar Kota Bangkinang pada Dinas Bina Marga Provinsi Riau (2015) dan data sekunder asbuton Retona menggunakan *Job Mix Formula AC-WC* Asbp Paket Rekonstruksi / Peningkatan Struktur Jalan Batas Deli Serdang / Sei. Buluh – Sei. Rampah.

Berdasarkan pemilihan gradasi agregat campuran yang telah dilaksanakan, untuk rancangan campuran agregat dengan aspal perlu dilakukan perhitungan perkiraan kadar aspal rencana (*Pb*). Perkiraan kadar aspal rencana ini dihitung berdasarkan nilai *CA (Coarse Aggregate)*, *FA (Fine Aggregate)* dan *FF (Fraksi Filler)* dari kombinasi campuran agregat yang telah ditetapkan yaitu hasil analisis kombinasi campuran agregat metode analitis.

**Tabel 5.10** Perhitungan Perkiraan Kadar Aspal Campuran dan Komposisi Agregat

KADAR ASPAL			
Perkiraan kadar aspal rancangan untuk percobaan laboratorium.			
Pb	=	$0.035 (\% CA) + 0.045 (\% FA) + 0.18 (\% FF) + \text{constant}$	
	=	$0.035 (100 - 38.39) + 0.045 (38.39 - 5.14) + 0.18 (5.14) + 0.75$	
	=	5,33	
Pb	=	5,5 % (Perkiraan awal kadar aspal)	
CA	=	Agregat kasar tertahan saringan no. 8	= 61,61 %
FA	=	Agregat halus lolos saringan no. 8 dan tertahan no. 200	= 33,26 %
FF	=	Agregat halus lolos saringan no. 200	= 5,14 %
Pb	=	Kadar aspal perkiraan awal	
Constanta	=	0.50 - 1.00	

Sumber : Hasil Perhitungan

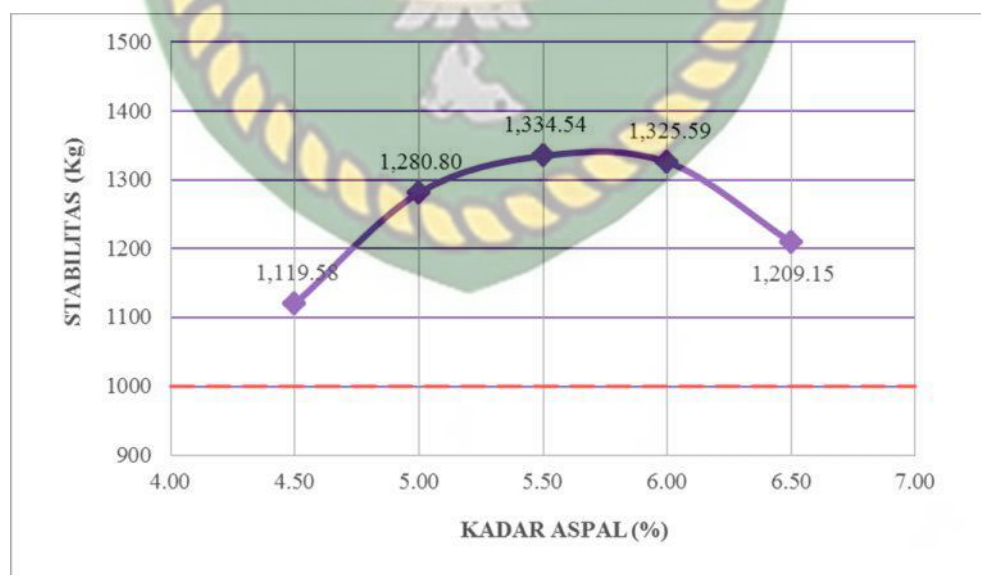


Pada Tabel 5.10 dijelaskan bahwa digunakan parameter  $P_b$  untuk menentukan kadar aspal rancangan.  $P_b = 0,035 ( \% CA ) + 0,045 ( \% FA ) + 0,18 ( \% FF ) + \text{konstanta}$  dengan  $P_b = 0,035 ( 100 - 38,39 ) + 0,045 ( 33,26 ) + 0,18 ( 5,14 ) + 0,70$  didapat nilai  $P_b = 5,5 \%$ , yang dijadikan perkiraan awal kadar aspal. Sesuai dengan standar Bina Marga maka diambil dua parameter di bawah dan dua parameter di atas. Sehingga didapatkan nilai percobaan variasi kadar aspal sebesar, 4,5%, 5,0%, 5,5 %, 6,0 % dan 6,5 %.

Selanjutnya dibuat benda uji dengan komposisi awal campuran berdasarkan Tabel 5.10 yaitu *Course Aggregate (CA)* = 61,61%, *Fine Aggregate (FA)* =33,26% dan *Filler (FF)* = 5,14% .

#### 1. Hubungan Kadar Aspal dengan Stabilitas Marshall

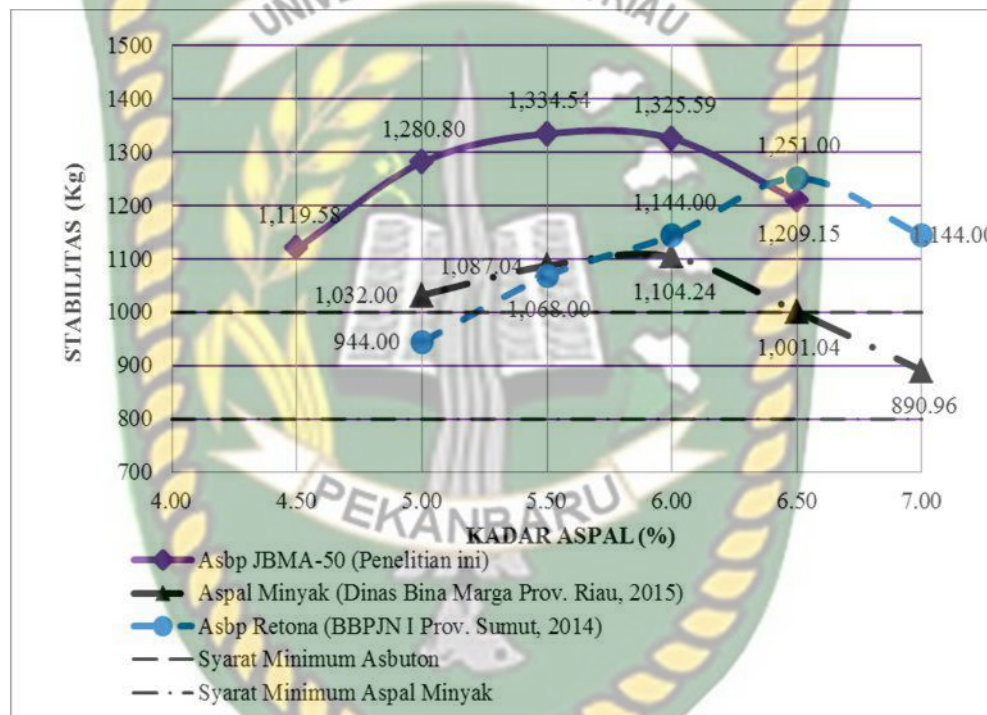
Stabilitas Marshall adalah kemampuan suatu campuran aspal untuk menerima beban sampai terjadi alur (*flow*) yang dinyatakan dalam kilogram. Grafik hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas Marshall dibuat sesuai dengan spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3) seperti dalam Gambar 5.2.



**Gambar 5.2** Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas Marshall

Gambar 5.2 adalah grafik hasil penelitian untuk menentukan nilai stabilitas JBMA-50 dimana pada kadar aspal 5,5% dan 6,0% nilai stabilitas mencapai nilai optimum nya. Sedangkan pada kadar aspal 6,5% nilai stabilitas kembali turun. Dapat diambil kesimpulan bahwa semakin tinggi kadar aspal belum tentu nilai stabilitas akan semakin tinggi.

Adapun perbandingan dengan aspal minyak dan asbuton Retona seperti pada Gambar 5.3.



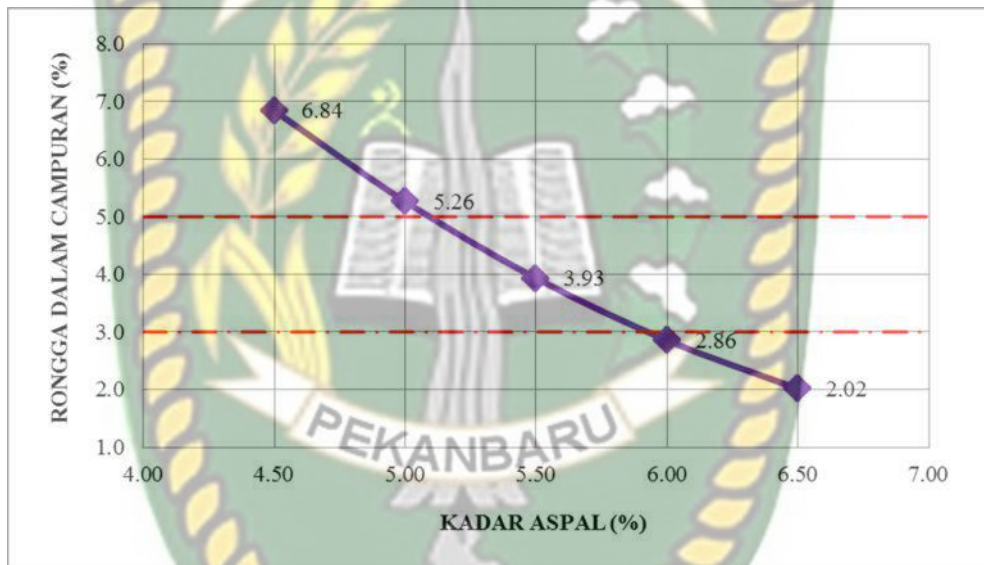
**Gambar 5.3** Hubungan antara kadar aspal dengan stabilitas Marshall asbuton JBMA-50, aspal minyak dan asbuton Retona

Gambar 5. 3 adalah grafik gabungan hubungan kadar aspal dengan stabilitas Marshall asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai stabilitas asbuton JBMA-50 lebih tinggi dari aspal minyak pen.60/70 dan asbuton Retona mengindikasikan lebih

tahan terhadap deformasi, dapat menahan beban lebih baik dari aspal minyak maupun asbuton Retona.

## 2. Hubungan Kadar Aspal dengan Rongga dalam Campuran (*VIM*)

*Voids in Mix (VIM)* menunjukkan persentase rongga dalam campuran. Nilai *VIM* berpengaruh terhadap keawetan dari campuran aspal agregat, semakin tinggi nilai *VIM* menunjukkan semakin besar rongga dalam campuran sehingga campuran bersifat *porous*. Hubungan antara kadar aspal dengan Rongga Dalam Campuran (*VIM*) seperti Gambar 5.4.

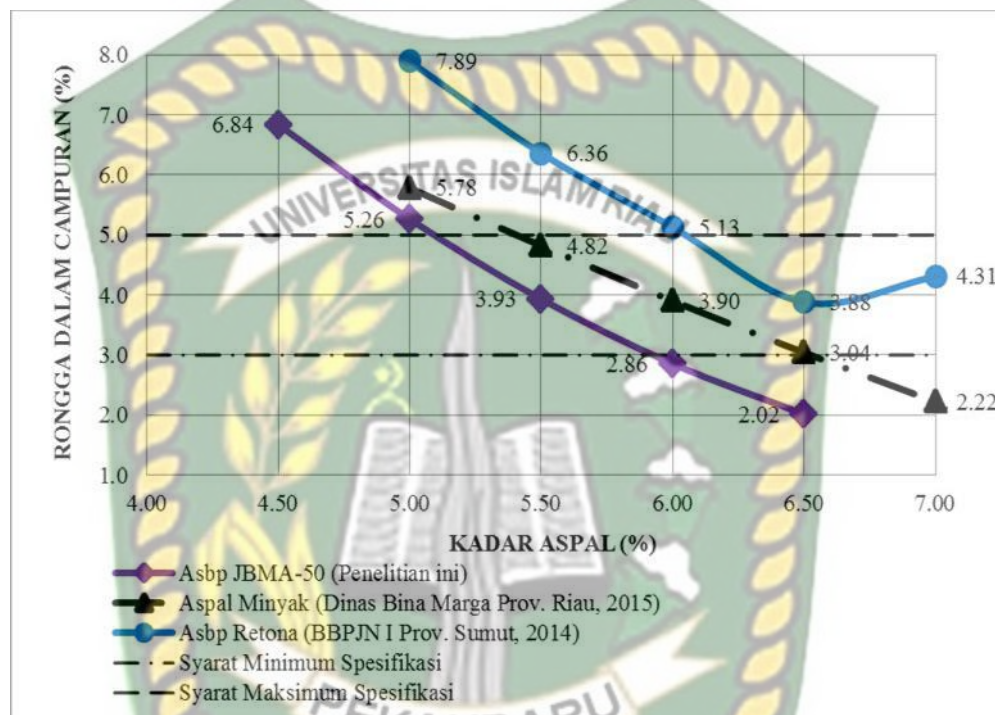


Gambar 5.4 Hubungan antara kadar aspal dengan rongga dalam campuran (*VIM*) asbuton JBMA-50

Gambar 5.4 adalah grafik hubungan antara kadar aspal dengan rongga dalam campuran (*VIM*) asbuton JBMA-50. Dari nilai *VIM* di atas dapat dilihat bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai *VIM* akan semakin kecil. Hal ini disebabkan dengan banyaknya aspal dalam campuran maka akan mengisi rongga-rongga dalam campuran sehingga rongga dalam campuran semakin mengecil. Semakin kecil rongga dalam campuran maka campuran beraspal akan makin



kedap air, namun nilai *VIM* yang terlalu kecil akan mengakibatkan *bleeding*. Sebaliknya bila nilai *VIM* yang terlalu besar akan mengakibatkan campuran bersifat *porous*. Adapun perbandingan dengan aspal minyak dan asbuton Retona dapat dilihat pada Gambar 5.5.

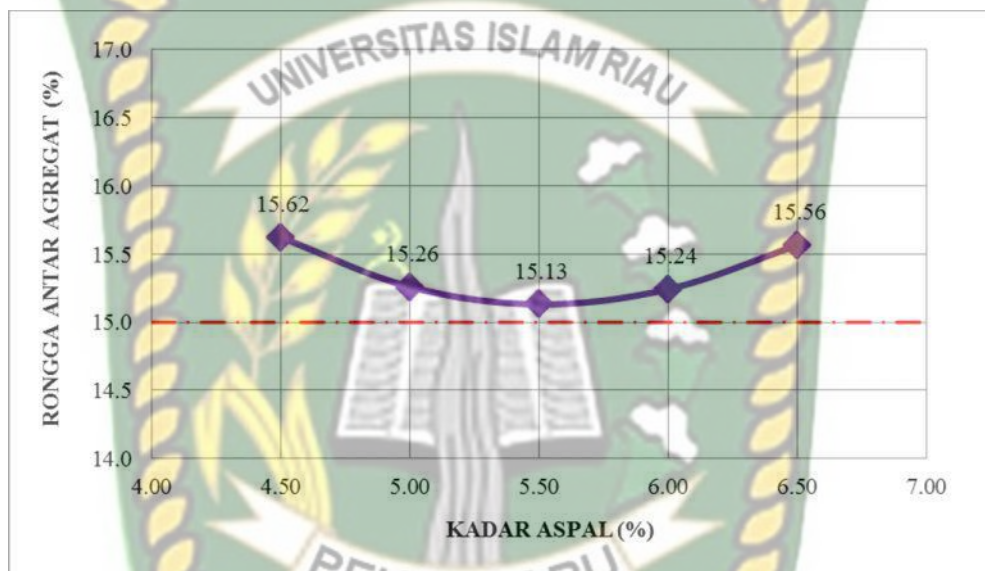


**Gambar 5.5** Hubungan antara kadar aspal dengan *Voids In Mix (VIM)* asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona

Gambar 5.5 menerangkan grafik hubungan antara kadar aspal dengan *Voids In Mix (VIM)* asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *VIM* asbuton JBMA-50 yang masuk dalam persyaratan spesifikasi yaitu pada kadar aspal minimum 5,3% dan maksimum 6,1%, nilai *VIM* aspal minyak pen. 60/70 adalah pada kadar aspal minimum 5,4% dan maksimum 6,5% sedangkan asbuton Retona pada kadar aspal minimum 6,0% dan maksimum 7,0%.

### 3. Hubungan Kadar Aspal dengan *Voids In Mineral Aggregate (VMA)*

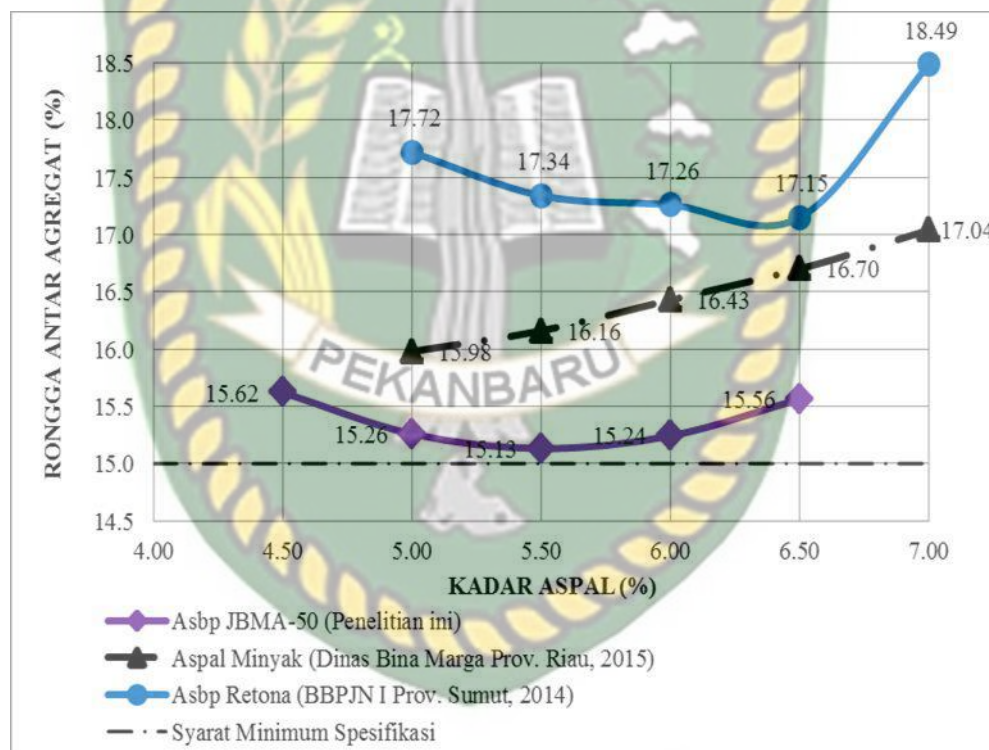
Rongga antar agregat (*VMA*) adalah ruang rongga diantara partikel agregat pada suatu perkerasan, termasuk rongga udara dan volume aspal efektif (tidak termasuk volume aspal yang diserap agregat). Hubungan antara kadar aspal dengan *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* dalam penelitian ini diambil dengan 5 (lima) variasi percobaan kadar aspal yaitu : 4,5 %, 5,0%, 5,5%, 6,0% dan 6,5% seperti pada Gambar 5.6.



**Gambar 5.6** Hubungan antara kadar aspal dengan *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* asbuton JBMA-50

Gambar 5.6 menerangkan grafik hubungan antara kadar aspal dengan rongga antar agregat atau *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* asbuton JBMA-50. Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *VMA* untuk asbuton JBMA-50 dengan variasi kadar aspal yaitu minimum 15,13% dan maksimum 15,62%. Agregat bergradasi menerus memberikan rongga antar butiran *VMA* yang kecil dan menghasilkan stabilitas yang tinggi tetapi membutuhkan kadar aspal yang rendah untuk mengikat agregat. *VMA* yang terlalu kecil menyebabkan aspal yang menyelimuti agregat terbatas, sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan pada campuran

aspal. Dalam penelitian ini nilai VMA pada kadar aspal 4,5% sampai dengan 5,5% cenderung menurun, hal ini dipengaruhi oleh jumlah tumbukan dan temperatur pemadatan. Sedangkan pada kadar aspal 6,0% dan 6,5% nilai VMA kembali naik seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Kenaikan nilai *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* mengindikasikan rongga diantara partikel agregat dapat menampung jumlah kadar aspal yang besar, sehingga kerapatan diantara butiran agregat lebih bagus atau memenuhi standar spesifikasi yaitu minimum 15 %. Perbandingan dengan aspal minyak dan asbuton Retona dapat dilihat pada Gambar 5.7.



**Gambar 5.7** Hubungan antara kadar aspal dengan *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona

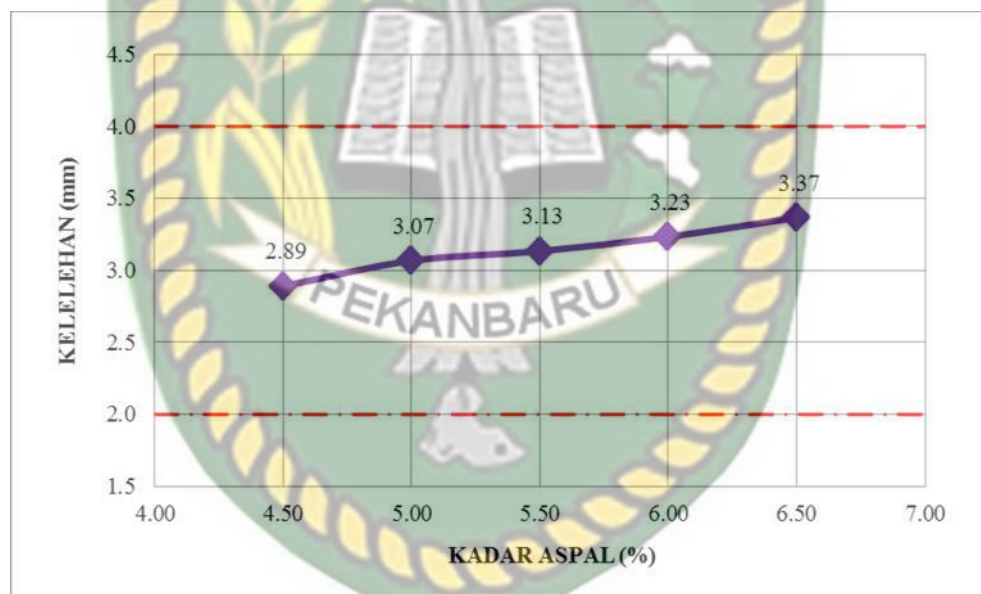
Gambar 5.7 menerangkan bahwa nilai *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJNI I, 2014) masih masuk dalam syarat minimal spesifikasi. Dari



percobaan ini nilai *VMA* dari asbuton JBMA-50 cenderung lebih rendah dari nilai *VMA* aspal minyak dan asbuton Retona.

#### 4. Hubungan Kadar Aspal dengan Kelelehan (*Flow*)

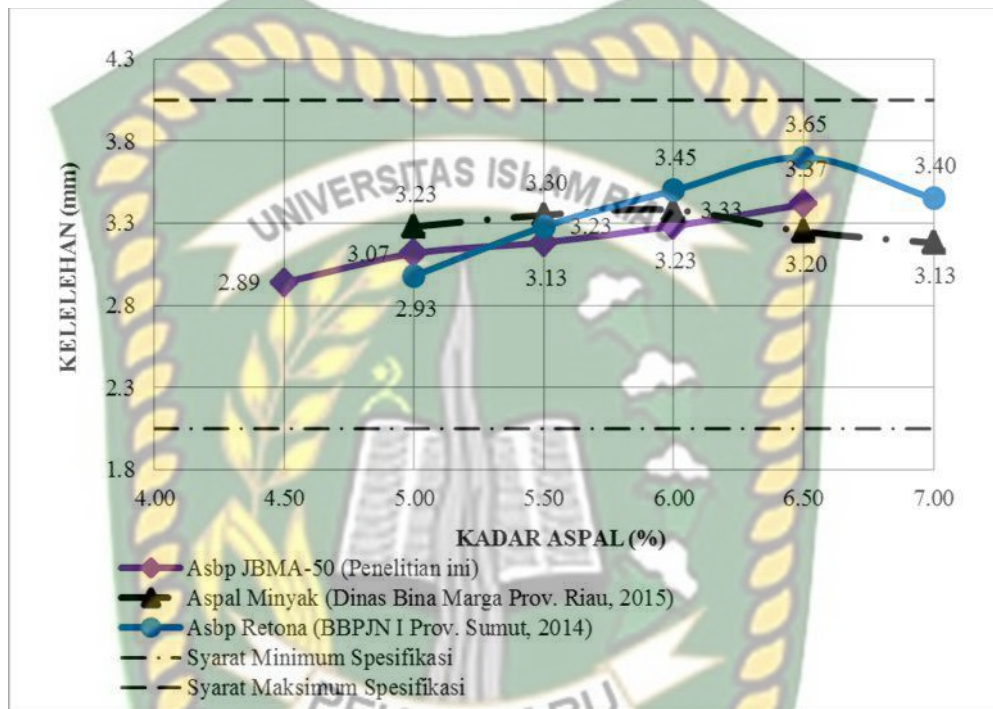
Kelelehan (*flow*) adalah deformasi vertikal yang terjadi mulai awal pembebanan sampai kondisi stabilitas menurun, yang menunjukkan besarnya deformasi yang terjadi pada lapis perkerasan akibat menahan beban yang diterimanya. Besarnya nilai *flow* dinyatakan dalam mm. Nilai *flow* dipengaruhi oleh kadar aspal, viskositas aspal, gradasi agregat, jumlah dan temperatur pemadatan. Hubungan antar kadar aspal dengan kelelehan dapat dilihat pada Gambar 5.8.



**Gambar 5.8** Hubungan antara kadar aspal dengan kelelehan asbuton JBMA-50

Dari Gambar 5.8 didapat grafik hasil percobaan hubungan antara kelelehan dengan 5 variasi kadar aspal. Penambahan kadar aspal mulai dari 4,5% sampai dengan 6,5% nilai kelelehan mengalami kenaikan. Hal ini mengidentifikasi bahwa penambahan kadar aspal masih mampu mengisi rongga antar butiran

agregat sehingga campuran bersifat plastis atau memenuhi standar yang ditetapkan dalam spesifikasi minimum 2,0 mm dan maksimum 4,0 mm. Perbandingan kelelehan asbuton JBMA-50 dengan aspal minyak dan asbuton Retona dapat dilihat pada Gambar 5.9.

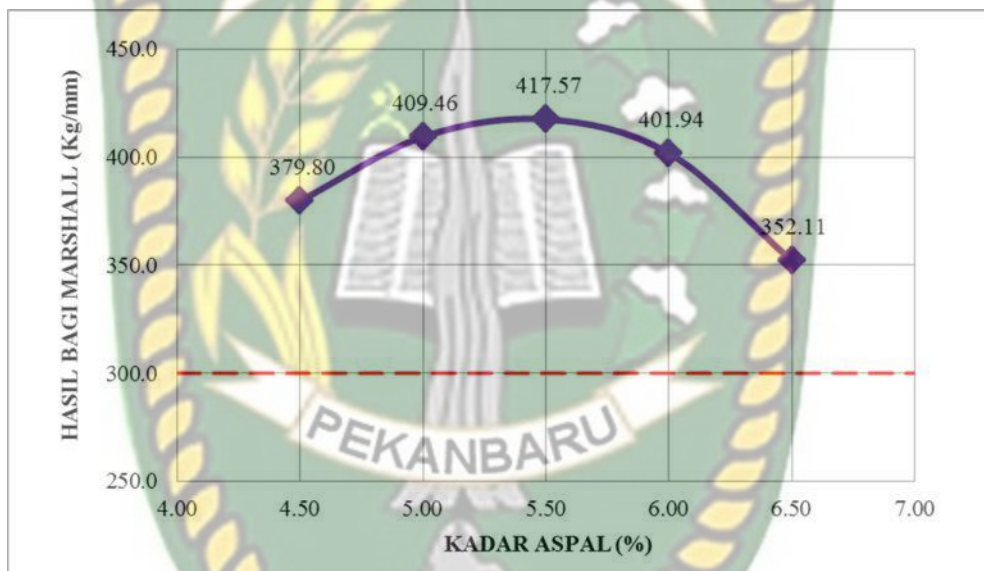


**Gambar 5.9** Hubungan antara kadar aspal dengan kelelehan (*Flow*) asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona

Gambar 5.9 menunjukkan grafik perbandingan kelelehan (*Flow*) JBMA-50 dengan aspal minyak Pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJNI I, 2014), dimana nilai kelelehan dari JBMA-50, aspal minyak dan asbuton Retona dengan lima variasi kadar aspal tidak terlalu signifikan dan masih dalam rentang yang disyaratkan oleh spesifikasi. Asbuton JBMA-50 mempunyai kecenderungan yang sama dengan asbuton Retona yaitu nilai *flow* akan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Sedangkan nilai *flow* aspal minyak cenderung turun dengan bertambahnya kadar aspal.

### 5. Hubungan Kadar Aspal dengan Hasil Bagi Marshall (*Marshall Quotient*)

Hubungan antara kadar aspal dengan hasil bagi Marshall diperoleh dari hasil percobaan laboratorium dengan lima variasi kadar aspal ditampilkan dalam bentuk Gambar 5.10. Nilai MQ adalah hasil bagi dari stabilitas dan kelelahan. Nilai hasil bagi Marshall (MQ) menyatakan sifat kekakuan suatu campuran. Bila nilai hasil bagi Marshall terlalu tinggi, maka campuran akan cenderung terlalu kaku dan mudah retak. Sebaliknya bila terlalu rendah, maka perkerasan menjadi terlalu lentur dan cenderung kurang stabil.

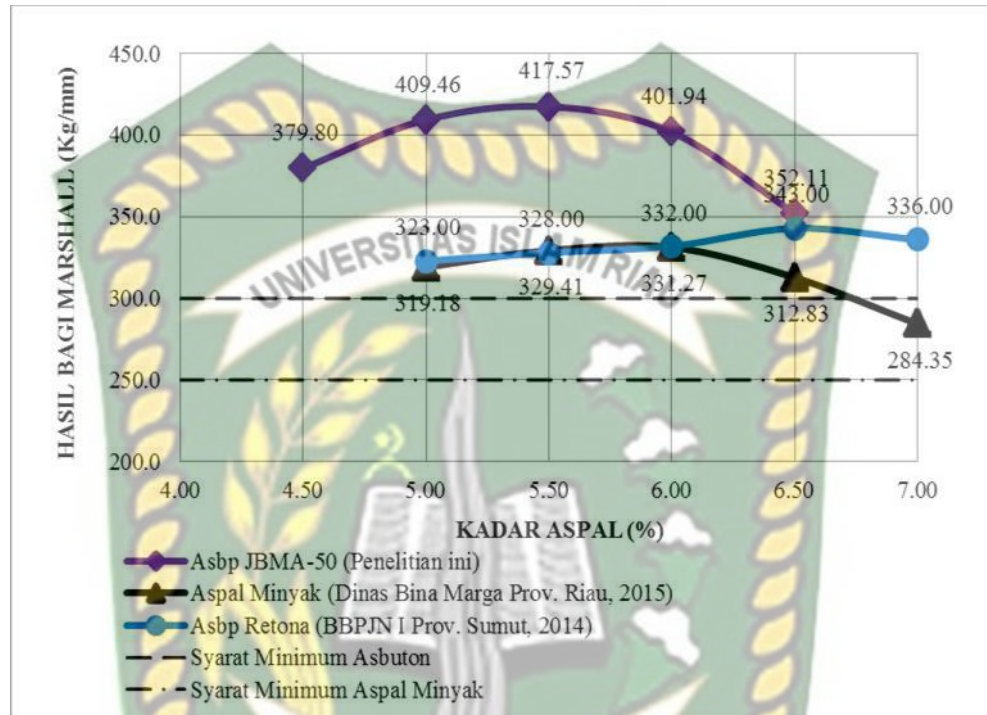


**Gambar 5.10** Hubungan antara kadar aspal dengan hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) asbuton JBMA-50

Gambar 5.10 adalah hasil percobaan hubungan antara kadar aspal dengan hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) asbuton JBMA-50. Dari gambar pada kadar aspal 4,5%, 5,0% dan 5,5% nilai MQ mengalami kenaikan. Namun penambahan kadar aspal pada 6,0% dan 6,5% nilai MQ mengalami penurunan yang signifikan. Adapun nilai syarat minimum untuk asbuton sesuai spesifikasi adalah 300 kg/mm. Jadi semua variasi kadar aspal masih dalam rentang yang



disyaratkan. Perbandingan nilai *Marshall Quotient* JBMA-50 dengan aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJJN I, 2014) dapat dilihat pada Gambar 5.11.

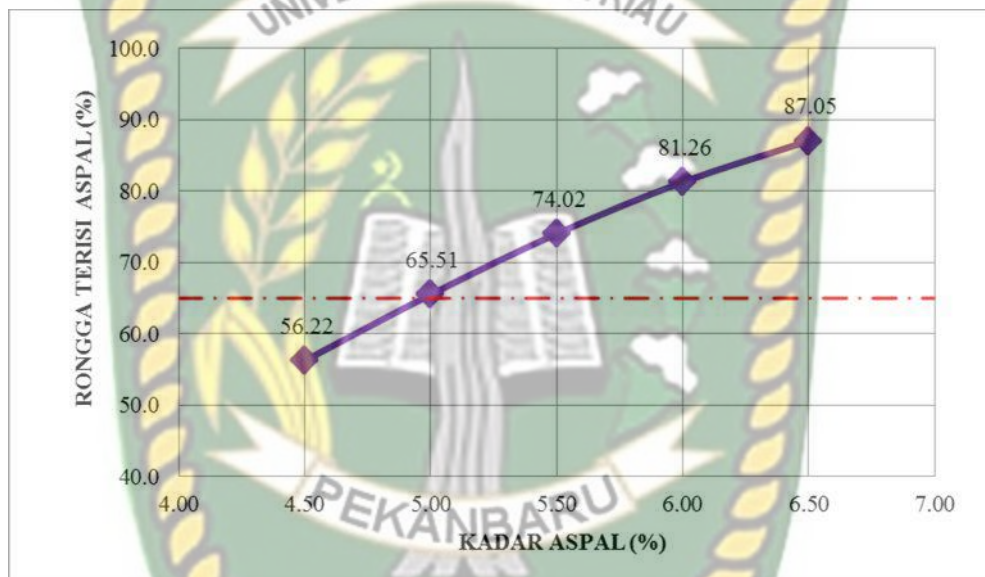


**Gambar 5.11** Hubungan antara kadar aspal dengan hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona

Gambar 5.11 menunjukkan bahwa nilai hasil bagi Marshall (*Marshall Quotient*) asbuton JBMA-50 lebih tinggi dibandingkan dengan aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJJN I, 2014). Nilai *MQ* tertinggi asbuton JBMA-50 yaitu 417,57 kg/mm pada kadar aspal 5,5%. Pada kadar aspal 6,0% dan 6,5% nilai *MQ* cenderung turun. Dengan semakin tingginya nilai *MQ*, maka kemungkinan akan semakin tinggi kekakuan suatu campuran dan semakin rentan campuran tersebut terhadap keretakan.

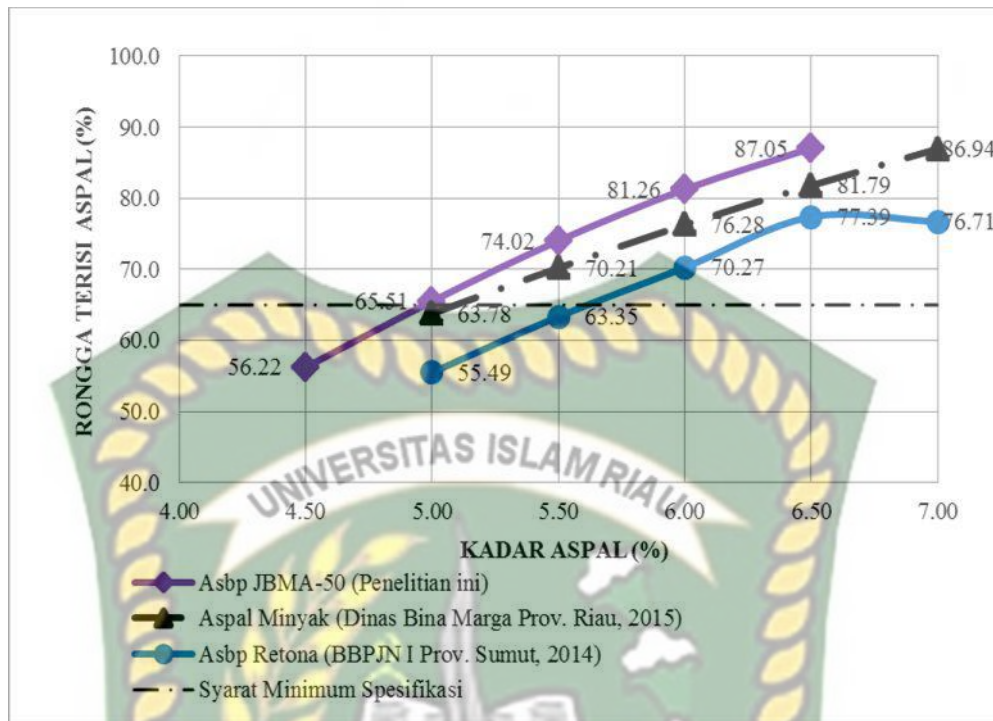
#### 6. Hubungan Kadar Aspal dengan *Voids Filled Asphalt (VFA)*

*VFA* adalah rongga terisi aspal pada campuran setelah mengalami proses pemadatan yang dinyatakan dalam persen terhadap rongga antar butiran agregat (*VMA*), sehingga antara nilai *VMA* dan *VFA* mempunyai kaitan yang sangat erat. Faktor – faktor yang mempengaruhi *VFA* antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energi pematat (jumlah dan temperatur pemadatan), dan absorpsi agregat. Dalam penelitian ini dilakukan percobaan dengan 5 variasi kadar aspal dengan hasil seperti dalam Gambar 5.12.



**Gambar 5.12** Hubungan antara kadar aspal dengan rongga terisi aspal (*VFA*)

Gambar 5.12 adalah hasil percobaan hubungan antara kadar aspal dengan rongga terisi aspal (*VFA*) dengan 5 variasi kadar aspal. Pada kadar aspal 4,5% dan 5,0% nilai *VFA* tidak memenuhi syarat minimum dalam spesifikasi yaitu minimum 65 % sehingga tidak bisa dipakai dalam perencanaan kadar aspal optimum (KAO). Nilai *VFA* cenderung bertambah tinggi seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Perbandingan nilai *VFA* asbuton JBMA-50 dengan aspal minyak Pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJJN I, 2014) dapat dilihat pada Gambar 5.13.



**Gambar 5.13** Hubungan antara kadar aspal dengan rongga terisi aspal (*Voids Filled Asphalt/VFA*) Asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan Asbuton Retona

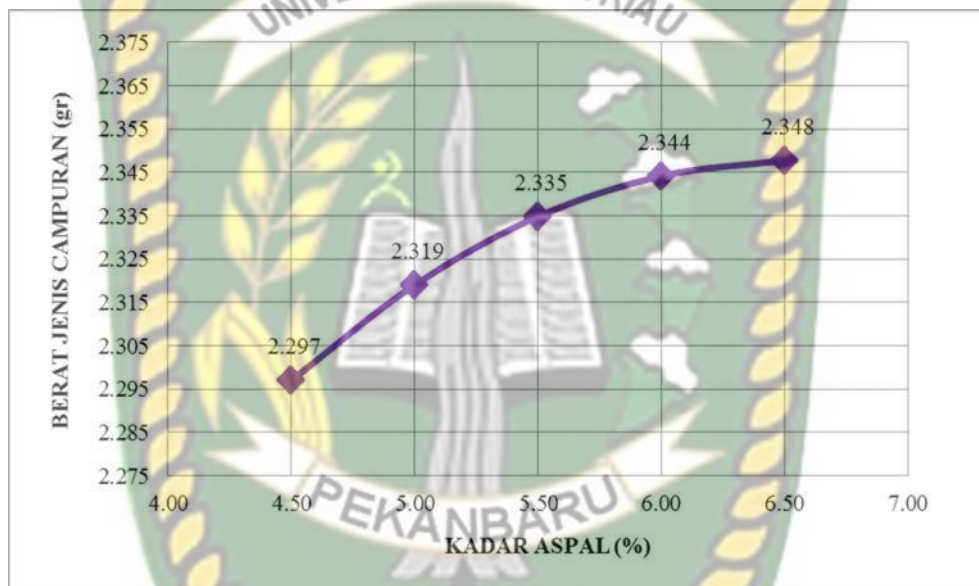
Gambar 5.13 menjelaskan bahwa dengan bertambahnya kadar aspal maka nilai *VFA* nya menjadi lebih besar demikian pula sebaliknya semakin kecil kadar aspal yang digunakan dalam campuran nilai *VFA* nya semakin kecil. Ini berlaku baik untuk asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 maupun asbuton Retona. Nilai *VFA* asbuton JBMA-50 lebih besar dibandingkan aspal minyak dan asbuton Retona. Semakin besar kadar aspal semakin banyak rongga yang terisi oleh aspal sehingga presentase aspal dalam rongga menjadi naik.

#### 7. Hubungan Kadar Aspal dengan Berat Jenis Bulk (*Bulk Density*)

Berat jenis bulk campuran atau *bulk density* merupakan hasil bagi dari berat campuran di udara dengan isi benda uji. Nilai *bulk density* (BD) adalah nilai berat campuran per satuan volume setelah dipadatkan. Faktor-faktor yang

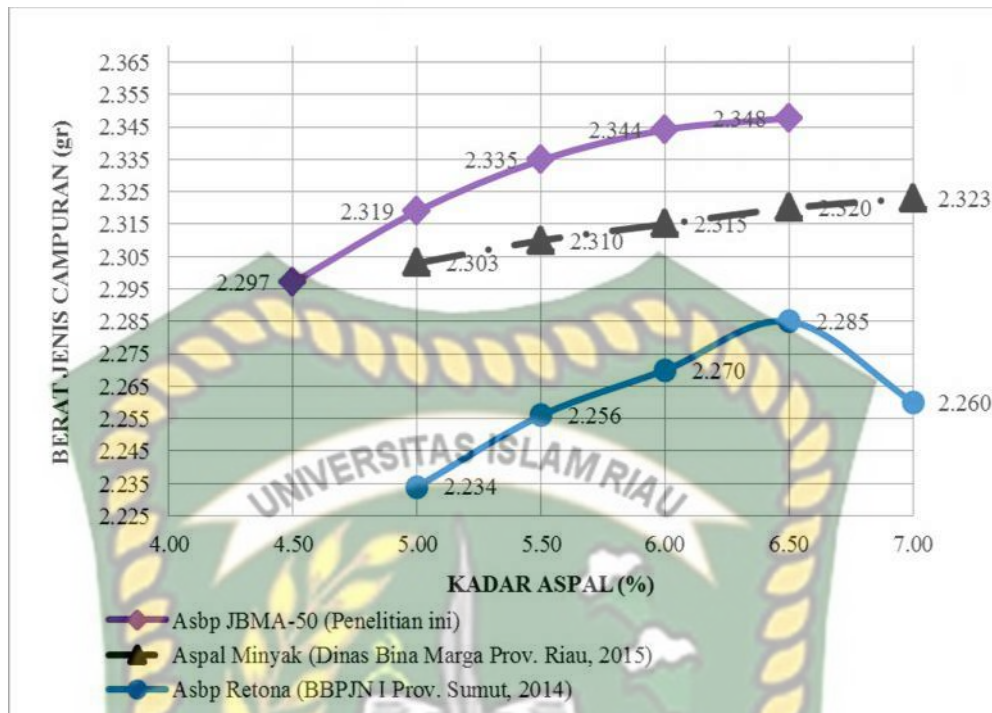


mempengaruhi nilai *bulk density* di antaranya temperatur pemadatan dan komposisi bahan penyusun, semakin bertambahnya kadar aspal semakin banyak rongga-rongga udara yang terisi aspal sehingga kerapatan semakin tinggi. Nilai BD diperoleh dari pengolahan atau percobaan laboratorium dengan 5 (lima) variasi kadar aspal kemudian diformulasikan menggunakan Spesifikasi 2010 (Revisi 3) Bina Marga. Didapat besarnya nilai *bulk density* yang dituangkan dalam Gambar 5.14.



**Gambar 5.14** Hubungan antara kadar aspal dengan berat jenis bulk (*bulk density*) asbuton JBMA-50

Gambar 5.14 menunjukkan hasil percobaan yaitu semakin tinggi kadar aspal maka akan semakin besar nilai berat jenis campuran (*bulk density*). Besarnya nilai *bulk density* mengindikasikan campuran semakin padat. Perbandingan nilai berat jenis campuran asbuton JBMA-50 dengan aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJN I, 2014) dapat dilihat pada Gambar 5.15.



**Gambar 5.15** Hubungan antara kadar aspal dengan *bulk density* asbuton JBMA-50, aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona

Gambar 5.15 menunjukkan grafik perbandingan nilai berat jenis campuran (*bulk density*) asbuton JBMA-50 hasil pengujian dengan aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015) dan asbuton Retona (BBPJN I, 2014). Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai *Bulk Density* Asbuton JBMA-50 lebih tinggi dari *bulk density* aspal minyak dan asbuton Retona mengindikasikan campuran asbuton JBMA-50 lebih padat.

## 5.2 Perbandingan Parameter Marshall Antara Asbuton JBMA-50 dengan Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona

Rangkuman hasil pengujian Marshall *AC Wearing Course (AC-WC Modified)* asbuton JBMA-50 dengan material Kampar dapat dilihat pada Tabel 5.11, sedangkan rangkuman hasil pengujian aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina

Marga, 2015) pada Tabel 5.12 dan rangkuman hasil pengujian asbuton Retona (BBPJI, 2014) pada Tabel 5.13

**Tabel 5.11** Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Asbuton JBMA-50

Kadar Aspal	Parameter Marshall Asbuton JBMA-50							Keterangan
	Bulk Density	Void In Mix Asphalt (VIM)	Void Mineral Asphalt (VMA)	Void Filled Asphalt (VFA)	Stability	Flow	Marshall Quotient	
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)	
4.5	2.297	6.84	15.62	56.22	1119.6	2.89	379.80	
5.0	2.319	5.26	15.26	65.51	1280.8	3.07	409.46	
<b>5.5</b>	<b>2.335</b>	<b>3.93</b>	<b>15.13</b>	<b>74.02</b>	<b>1334.5</b>	<b>3.13</b>	<b>417.57</b>	<b>Memenuhi</b>
<b>6.0</b>	<b>2.344</b>	<b>2.86</b>	<b>15.24</b>	<b>81.26</b>	<b>1325.6</b>	<b>3.23</b>	<b>401.94</b>	<b>Memenuhi</b>
6.5	2.348	2.02	15.56	87.05	1209.2	3.37	352.11	
<b>Spesifikasi</b>		<b>3.0 ~ 5.0</b>	<b>Min. 15</b>	<b>Min. 65</b>	<b>Min.1000</b>	<b>2 ~ 4</b>		

Tabel 5.11 adalah rangkuman hasil pengujian Marshall Asbuton JBMA-50. Pada kadar aspal 5,5 % dan 6,0 % nilai dari seluruh parameter Marshall sudah memenuhi batas yang disyaratkan oleh spesifikasi, sehingga dapat dijadikan acuan dalam merancang besaran kadar aspal optimum (KAO).

**Tabel 5.12** Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Aspal Minyak Pen. 60/70 (data sekunder)

Kadar Aspal	Parameter Marshall Aspal Minyak Pen. 60/70 (Data Sekunder)							Keterangan
	Bulk Density	Void In Mix Asphalt (VIM)	Void Mineral Asphalt (VMA)	Void Filled Asphalt (VFA)	Stability	Flow	Marshall Quotient	
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)	
5.0	2,303	5,78	15,98	63,78	1032,0	3,23	319,18	
<b>5,5</b>	<b>2,310</b>	<b>4,82</b>	<b>16,16</b>	<b>70,21</b>	<b>1087,0</b>	<b>3,30</b>	<b>329,41</b>	<b>Memenuhi</b>
<b>6,0</b>	<b>2,315</b>	<b>3,90</b>	<b>16,43</b>	<b>76,28</b>	<b>1104,2</b>	<b>3,33</b>	<b>331,27</b>	<b>Memenuhi</b>
<b>6,5</b>	<b>2,320</b>	<b>3,04</b>	<b>16,70</b>	<b>81,79</b>	<b>1001,0</b>	<b>3,20</b>	<b>312,83</b>	<b>Memenuhi</b>
7.0	2,323	2,22	17,04	86,94	891,0	3,13	284,35	
<b>Spesifikasi</b>		<b>3.0 ~ 5.0</b>	<b>Min. 15</b>	<b>Min. 65</b>	<b>Min.800</b>	<b>2 ~ 4</b>		

Sumber : Dinas Bina Marga (2015)



Tabel 5.12 adalah rangkuman hasil pengujian Marshall aspal minyak pen. 60/70 (Dinas Bina Marga, 2015). Kadar aspal yang memenuhi batas yang disyaratkan oleh spesifikasi adalah pada kadar aspal 5,5 %, 6,0 % dan 6,5 %.

**Tabel 5.13** Rangkuman Hasil Pengujian Marshall Asbuton Retona (data sekunder)

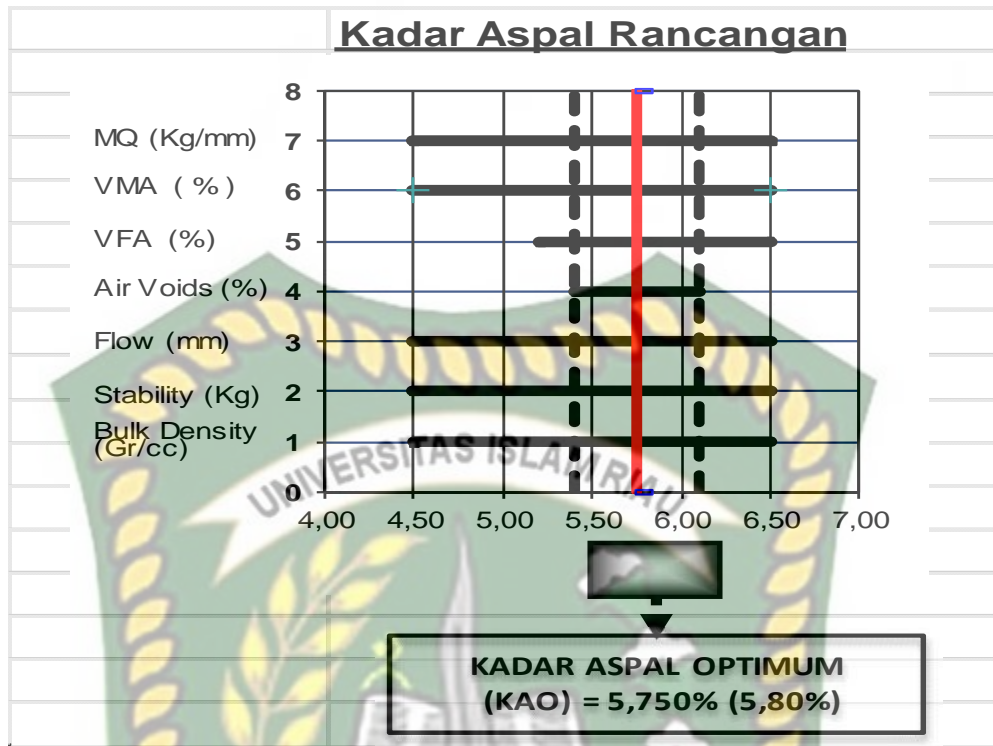
Kadar Aspal	Parameter Marshall Asbuton Retona (Data Sekunder)							Keterangan
	Bulk Density	Void In Mix Asphalt (VIM)	Void Mineral Asphalt (VMA)	Void Filled Asphalt (VFA)	Stability	Flow	Marshall Quotient	
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)	
5,0	2,234	7,89	17,72	55,49	944,0	2,93	323,00	
5,5	2,256	6,36	17,34	63,35	1068,0	3,23	328,00	
6,0	2,270	5,13	17,26	70,27	1114,0	3,45	332,00	
<b>6,5</b>	<b>2,285</b>	<b>3,88</b>	<b>17,15</b>	<b>77,39</b>	<b>1251,0</b>	<b>3,65</b>	<b>343,00</b>	Memenuhi
<b>7,0</b>	<b>2,260</b>	<b>4,31</b>	<b>18,49</b>	<b>76,71</b>	<b>1144,0</b>	<b>3,40</b>	<b>336,00</b>	Memenuhi
Spesifikasi		3.0 ~ 5.0	Min. 15	Min. 65	Min.1000	2 ~ 4		

Sumber : BBPJNI I (2014)

Tabel 5.13 adalah rangkuman hasil pengujian Marshall asbuton Retona (BBPJNI I, 2014). Kadar aspal yang memenuhi batas yang disyaratkan oleh spesifikasi adalah pada kadar aspal 6,5 %, dan 7,0 %.

### 5.2.1 Perhitungan Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA 50

Dari rangkuman hasil pengujian Marshall pada Asbuton JBMA-50 dengan 5 variasi kadar aspal sehingga didapat nilai parameter Marshall yaitu *stability*, *Flow*, *Marshall Quotient (MQ)*, *VIM*, *VMA*, *VFA* dan *Bulk Density*, maka dapat ditentukan kadar aspal optimum (KAO) yang akan dipakai sebagai kadar aspal rancangan pengujian dalam penelitian ini. Gambar 5.16 menunjukkan KAO untuk asbuton JBMA-50.



**Gambar 5.16** Hasil percobaan dan pemilihan kadar aspal optimum (KAO) asbuton JBMA-50

Gambar 5.16 adalah penentuan kadar aspal optimum untuk asbuton JBMA-50, yang akan digunakan sebagai kadar aspal rancangan pada percobaan *Marshall Test*. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa batasan persentase kadar aspal yang memenuhi semua persyaratan spesifikasi laston *AC-WC Modified* yaitu pada kadar aspal 5,4% ~ 6,1%. Sehingga nilai KAO adalah  $5,4\% + ((6,1\% - 5,4\%)/2) = 5,75\%$  dibulatkan menjadi 5,8 %.

### 5.2.2 Hasil Pengujian Marshall pada Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA-50

Pengujian Marshall dengan kadar aspal optimum, dimana kadar aspal ini dijadikan sebagai kadar aspal ketetapan untuk campuran laston *AC-WC Modified* menggunakan material Kampar, dibuat sampel sebanyak 3 (tiga) buah masing-

masing kadar aspal sebesar 5,8%. Pengujian Marshall ini juga dilakukan untuk mendapatkan berat jenis bulk campuran (%), rongga udara (%), *VMA* (%), *VFA* (%), stabilitas (kg), kelelahan (mm) dan *Marshall Quotient* (kg/mm). Hasil percobaan *Marshall Test* dari kadar aspal optimum ditampilkan pada Tabel 5.14

**Tabel 5.14 Hasil Pengujian Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO)**

Kadar Aspal	Parameter Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO)							Keterangan
	Bulk Density	Void In Mix Asphalt (VIM)	Void Mineral Asphalt (VMA)	Void Filled Asphalt (VFA)	Stability	Flow	Marshall Quotient	
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)	
5,8	2,329	3,74	15,60	76,00	1397,2	3,43	398,98	Memenuhi
Spesifikasi		3.0 ~ 5.0	Min. 15	Min. 65	Min.1000	2 ~ 4		

Tabel 5.14 adalah hasil pengujian *Marshall* pada kadar aspal optimum asbuton JBMA-50, yaitu *bulk density* didapat nilai 2,329 Gr/cc, *VIM* 3,74 %, *VMA* 15,60 %, *VFA* 76 %, *Stability* 1397,2 Kg, *Flow* 3,43 mm dan *Marshall Quotient* 398,98 Kg/mm. Seluruh nilai parameter masih dalam batas yang disyaratkan spesifikasi.

**Tabel 5.15 Parameter *Marshall Test* pada Kadar Aspal Optimum (KAO) Asbuton JBMA-50, Aspal Minyak Pen.60/70 dan Asbuton Retona**

Kadar Aspal	Parameter Marshall Kadar Aspal Optimum (KAO)							Jenis Aspal	Sumber
	Bulk Density	Void In Mix Asphalt (VIM)	Void Mineral Asphalt (VMA)	Void Filled Asphalt (VFA)	Stability	Flow	Marshall Quotient		
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)		
5.80	2.329	3.74	15.60	76.00	1397.2	3.43	398.98	JBMA-50	Penelitian ini
5.80	2.314	4.25	16.29	73.92	1100.0	3.20	313.90	Aspal Minyak	Dinas BM Riau, 2015
6.23	2.282	4.37	17.04	74.37	1211	3.25	373.00	Retona	BBPJN I, 2014



Tabel 5.15 adalah rangkuman parameter Marshall asbuton JBMA-50 hasil penelitian, aspal minyak pen. 60/70 (data sekunder) dan asbuton Retona (data sekunder) pada kadar aspal optimum.

### 5.2.3 Hasil Pengujian *Marshall Immersion*

Pengujian *Marshall Immersion* dilakukan dengan menggunakan kadar aspal optimum (KAO) 5,8 %. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan nilai berat jenis bulk campuran (%), rongga udara (%), *VMA* (%), *VFA* (%), kelelehan (mm), *Marshall Quotient* (Kg/mm) dan stabilitas (Kg) setelah perendaman selama 24 jam pada suhu 60° C. Hasil pengujian seperti pada Tabel 5.16

**Tabel 5.16** Hasil Pengujian *Marshall Immersion*

Kadar Aspal	Parameter Marshall Perendaman 24 Jam							Keterangan
	Berat Jenis Bulk Campuran	Rongga Udara	Void Mineral Aspal (VMA)	Void Filled Aspal (VFA)	Stabilitas	Kelelehan	Hasil Bagi Marshall	
(%)	(Gr/cc)	(%)	(%)	(%)	(Kg)	(mm)	(Kg/mm)	
5,8	2,323	4,02	15,84	74,63	1273,0	2,73	456,60	Memenuhi
Spesifikasi		3.0 - 5.0	Min. 15	Min. 65	Min.90%	2 - 4		

Tabel 5.16 adalah hasil pengujian *Marshall Immersion* asbuton JBMA-50 dengan jumlah benda uji adalah 3 buah. Setelah dilakukan pengujian dan diambil rata-rata dari 3 buah benda uji didapat nilai rongga udara 4,02 %, *VMA* 15,84 %, *VFA* 74,63 %, kelelehan 2,73 mm, hasil bagi Marshall 456,60 Kg/mm dan stabilitas 1.273,0 Kg. Adapun stabilitas Marshall sisa setelah perendaman 24 jam pada suhu 60° C adalah  $(1273,0/1397,2) \times 100\% = 91,11\%$ . Seluruh nilai yang didapat dari hasil pengujian memenuhi semua persyaratan dalam spesifikasi 2010 (Revisi 3) Bina Marga.

### 5.2.4 Hasil Pengujian Nilai *TRB* / Titik Lembek

Asbuton JBMA-50, nilai 50 disini adalah menunjukkan nilai minimal *TRB* (*Test Ring Ball*) / titik lembek dalam satuan derajat (°). Sesuai syarat spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3) disyaratkan nilai titik lembek seperti Tabel 5.17.

**Tabel 5.17** Nilai *TRB* / Titik Lembek Asbuton JBMA 50, Aspal Minyak dan asbuton Retona

No.	Jenis Aspal	Institusi	Nilai Trb	Syarat	Keterangan
		Pengujian	(Titik Lembek)	Spesifikasi	
1	Asbuton JBMA-50	Puslitbang PU	51.30	Min 50	Memenuhi
2	Aspal Minyak Pen. 60/70	Puslitbang PU	49.00	Min 48	Memenuhi
3	Asbuton Retona	Puslitbang PU	55,90	Min 55	Memenuhi

Sumber : Puslitbang Jalan & Jembatan Bandung, 2016

Tabel 5.17 adalah hasil pengujian *Test Ring Bulk (TRB)* yang dilaksanakan oleh Puslitbang PU (2016). Untuk asbuton JBMA-50 nilai *TRB* adalah 51,3° C dengan syarat minimum 50° C sedangkan nilai *TRB* aspal minyak pen.60/70 adalah 49° C dengan syarat minimum 48°C dan asbuton Retona adalah 55,9°C dengan syarat minimum 55°C. Nilai *TRB* / titik lembek ini sangat berpengaruh pada kekuatan/stabilitas campuran aspal dan ketahanan terhadap suhu/temperatur cuaca.

### 5.3 Pembahasan Perbandingan Asbuton JBMA-50 dengan Aspal Minyak Pen. 60/70 dan Asbuton Retona.

Sumber material agregat yang digunakan untuk asbuton JBMA-50 dan aspal minyak pen. 60/70 adalah sama yaitu berasal dari *quary* Kampar. Sedangkan asbuton Retona menggunakan material yang berbeda. Dari hasil pengujian aspal, asbuton JBMA-50 memiliki nilai penetrasi 54, yang lebih rendah dari aspal

minyak yaitu 60/70 dan asbuton Retona yaitu 55. Sedangkan berat jenis dari asbuton JBMA-50 berada di atas aspal minyak pen 60/70 dan asbuton Retona. Dari hasil analisis parameter Marshall terhadap variasi kadar aspal yang digunakan, diperoleh kadar aspal optimum (KAO) AC-WC dengan asbuton JBMA-50 dan aspal minyak adalah sama yaitu 5,8 % sedangkan asbuton Retona memiliki kadar aspal optimum 6,23%. Dari hasil uji *Marshall Immersion* pada kadar aspal optimum (KAO), stabilitas sisa yang dihasilkan asbuton JBMA-50 adalah 91,11%, lebih rendah dibandingkan dengan aspal minyak sebesar 91,32% dan asbuton Retona 92,77%. Asbuton JBMA-50 memiliki berat jenis dan titik lembek yang lebih besar, namun angka penetrasinya lebih rendah dibandingkan dengan aspal minyak sedangkan asbuton Retona mempunyai titik lembek yang paling tinggi dibandingkan asbuton JBMA-50 dan aspal minyak (Tabel 5.16). Perbedaan angka penetrasi ketiga jenis aspal berpengaruh terhadap persentase rongga dalam campuran aspal yang dihasilkan. Asbuton JBMA-50 cenderung menghasilkan *VIM* dan *VMA* yang lebih rendah. Sedangkan nilai *VFA* nya cenderung lebih tinggi daripada aspal minyak pen. 60/70 dan asbuton Retona. Besarnya nilai *VIM* dipengaruhi oleh gradasi agregat, kadar aspal dan *bulk density*. Dalam penelitian ini, nilai *VIM* asbuton JBMA-50 yang lebih rendah dibandingkan aspal minyak dan asbuton Retona dipengaruhi oleh gradasi agregat campuran yang lebih halus (Gambar 5.1) dan berat jenis campuran yang lebih tinggi (Gambar 5.15). Disamping itu, asbuton JBMA-50 mempunyai kandungan aspal  $\pm 90\%$  dan mineral/*filler*  $\pm 10\%$ . Kandungan mineral/*filler* berfungsi sebagai pengisi rongga dalam campuran, sehingga membuat nilai rongga dalam campuran (*VIM*) menjadi kecil. Nilai *VMA* dan *VFA* mempunyai kaitan yang sangat erat.



Faktor-faktor yang mempengaruhi *VFA* antara lain kadar aspal, gradasi agregat, energi pemadatan (jumlah dan temperatur pemadatan), dan absorpsi agregat. Dalam penelitian ini nilai *VMA* pada kadar aspal 4,5% sampai dengan 5,5% cenderung menurun. Hal ini mungkin terjadi diakibatkan beberapa hal diantaranya adalah pemadatan campuran dan suhu pencampuran. Sedangkan pada kadar aspal 6,0% dan 6,5% nilai *VMA* dalam campuran mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya proporsi aspal. Kenaikan nilai *Voids In Mineral Aggregate (VMA)* mengindikasikan rongga di antara partikel agregat dapat menampung jumlah kadar aspal yang besar, sehingga kerapatan di antara butiran agregat lebih bagus atau memenuhi standar spesifikasi yaitu minimum 15 %. Asbuton JBMA-50 mempunyai nilai stabilitas 1.397,2 kg. Sedangkan syarat minimum stabilitas untuk lalu lintas berat berdasarkan Spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga adalah 1.000 kg. Sehingga pemakaian JBMA-50 merupakan salah satu solusi untuk mengatasi masalah beban berlebih (*over load*).

Penelitian sebelumnya (Erizal, 2018) juga menerangkan bahwa nilai *VIM* benda uji inti core lapangan laston AC-WC asbuton JBMA-50 pada suhu 130°C dan 140°C adalah 4,87% dan 4,74% lebih rendah dibandingkan dengan aspal minyak pada suhu yang sama yaitu 4,94% dan 4,83%. Nilai *VMA* asbuton JBMA-50 pada suhu 130°C dan 140°C adalah 16,64% dan 16,52% lebih rendah dibandingkan dengan aspal minyak yaitu 17,02% dan 16,61%. Penelitian (Hadiyanto, 2019) menerangkan bahwa dengan menggunakan material quarry Pangkalan nilai *VIM* asbuton JBMA-50 pada kadar aspal optimum (KAO) adalah 3,94%, lebih rendah dibandingkan aspal minyak yaitu 4,46%.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan di laboratorium pada campuran *AC-WC Modified* dengan material Kampar menggunakan asbuton JBMA-50 yang dibandingkan dengan aspal minyak pen. 60/70 menggunakan material yang sama (Dinas Bina Marga, 2015), dan asbuton Retona menggunakan material berbeda (BBPJN I, 2014) dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai Stabilitas Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) modifikasi menggunakan asbuton semi ekstraksi JBMA-50 dengan material Kampar pada kadar aspal optimum (KAO) 5,8% adalah sebesar 1.397,20 kg. Adapun syarat minimum stabilitas berdasarkan spesifikasi 2010 (revisi 3) Bina Marga adalah 1.000 kg, sehingga dengan stabilitas tinggi merupakan salah satu solusi mengatasi masalah beban berlebih (*over load*).
2. Berdasarkan hasil pengujian parameter Marshall di laboratorium dengan 5 variasi kadar aspal, didapat nilai kadar aspal optimum (KAO) asbuton JBMA-50 adalah 5,8 %. Pada KAO 5,8%, nilai rongga dalam campuran (*VIM*) adalah 3,74 %, nilai rongga antar mineral agregat (*VMA*) 15,60 %, nilai hasil bagi Marshall (*MQ*) 398,98 Kg/mm, nilai rongga terisi aspal (*VFA*) 76,0 %, nilai *Flow* 3,43 %. Seluruh nilai yang didapat dari hasil pengujian memenuhi semua persyaratan dalam spesifikasi dan lebih baik dibandingkan dengan aspal minyak (Tabel 5.14). Dapat diambil kesimpulan bahwa dengan material

yang sama yaitu quarry Kampar dan kadar aspal optimum yang sama, nilai parameter asbuton JBMA-50 lebih baik dibandingkan dengan aspal minyak pen. 60/70.

3. Angka penetrasi asbuton JBMA-50 (54) lebih rendah dari asbuton Retona (55) dan aspal minyak (60/70). Perbedaan angka penetrasi berpengaruh terhadap nilai parameter Marshall terutama pada nilai stabilitas Marshall. Pada kadar aspal optimum, asbuton JBMA-50 mempunyai nilai stabilitas Marshall paling tinggi yaitu 1.397,2 kg sedangkan asbuton Retona mempunyai nilai stabilitas Marshall 1.211,0 kg dan aspal minyak 1.100,0 kg. Sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa semakin rendah nilai penetrasi aspal maka campuran aspal akan semakin kaku / nilai stabilitasnya semakin tinggi. Nilai stabilitas Marshall asbuton JBMA-50 lebih tinggi dari aspal minyak dan asbuton Retona sehingga lebih tahan terhadap deformasi, baik permanen maupun plastis. Penggunaan asbuton JBMA-50 terbukti mampu meningkatkan nilai kekuatan dan ketahanan pada laston lapisan aus (*AC-WC Modified*).
4. Aspal adalah material termoplastis yang berarti akan menjadi lembek jika suhu bertambah. Asbuton JBMA-50 mempunyai angka TRB (*Test Ring Ball*) atau titik lembek lebih tinggi dari aspal minyak (Tabel 5.17), mengindikasikan tahan terhadap temperatur tinggi sehingga cocok digunakan pada daerah tropis seperti daerah Riau.



## 6.2. Saran

Untuk kelanjutan penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan asbuton, penulis merekomendasikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Penggunaan asbuton JBMA-50 terbukti mampu meningkatkan nilai kekuatan dan ketahanan pada laston lapisan aus (*AC-WC Modified*) sehingga sangat direkomendasikan penggunaannya untuk pekerjaan perkerasan jalan bagi penyedia jasa khususnya di daerah Riau.
2. Disarankan kepada produsen asbuton JBMA-50 untuk lebih meningkatkan sosialisasi tentang keunggulan JBMA-50, baik kepada penyedia jasa maupun Pemerintah daerah.
3. Perlu dilakukan penelitian menggunakan aspal minyak dengan penetrasi rendah (pen. 40/50) menggunakan material yang sama sehingga dapat diketahui perbandingannya dengan asbuton JBMA-50.
4. Perlu dilakukan penelitian tentang analisis secara ekonomi tentang keuntungan dan kerugian dari penggunaan asbuton pada perkerasan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

AASTHO, 1982, *Standart Spesification for Transfortation Materials and Methode Of Sampling and Testing*, Part II Specification.

Asphalt Institute, 1997, *Mix Design Methods for Asphalt Concrete and Other Hot Mix Types*, Manual Series No.2 (MS-2), Six Edition , Asphalt Institute, Lexington, Kentucky.

Asphalt Institute, 2001, *Construction of Hotmix Asphalt Pavement*, Manual Series No.22, Six Edition.

Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional I, 2014, *Job Mix Formula AC-WC Asbp Paket Rekonstruksi / Peningkatan Struktur Jalan Batas Deli Serdang / Sei. Buluh – Sei. Rampah*, Medan.

Departemen Pekerjaan Umum, 2006, *Pedoman Pemanfaatan Asbuton Direktorat Jenderal Bina Marga*, Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 2010, *Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.

Dinas Bina Marga Provinsi Riau, 2015, *Job Mix Formula Laston Lapis Aus (AC-WC) Kegiatan Pembangunan Jalan Lingkar Kota Bangkinang*, Pekanbaru.

Erizal, 2018, *Pengaruh Temperatur Terhadap Karakteristik Laston AC-WC Menggunakan Asbuton Modifikasi JBMA-50 dan Aspal Minyak*, Tesis, Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Hadiyanto, I., 2019, *Perbandingan Karakteristik Stabilitas Marshall Laston Lapis Aus (AC-WC) Modifikasi Menggunakan Asbuton Semi Ekstraksi JBMA-50 dengan Aspal Minyak Menggunakan Material Pangkalan*

*Berdasarkan Spesifikasi Bina Marga 2010 (Revisi 3), Tesis, Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru.*

Haki, H., Pataras, M., Kurnia, A.Y., Andrian, R., dan Kurnia, Y., 2017, *Studi Penggunaan Asbuton JBMA-50 Pada Flexible Pavement AC-WC dan HRS-WC Terhadap Genangan Air*, Jurnal, Universitas Airlangga, Surabaya.

Heriyanto, Sofyan. M.S., Isya. M., 2015, *Pengaruh Substitusi Asbuton Butir 20/25 pada Aspal Pen. 60/70 Terhadap Karakteristik Campuran Beton Aspal AC-WC*, Jurnal Teknik Sipil, Pasca Sarjana Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Menteri Pekerjaan Umum, 2006, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 35/Prt/M/2006 Tentang Peningkatan Pemanfaatan Aspal Buton Untuk Pemeliharaan Dan Pembangunan Jalan*, Jakarta.

Misbah, Firdaus, 2014, *Kajian Penambahan Aspal Asbuton BGA (Buton Granular Asphalt) dalam Campuran Panas Aspal Agregat (AC-WC) dengan Pengujian Marshall*, Jurnal, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Padang, Padang.

Oglesby, C.H., Hikes, R.G., 1996, *Teknik Jalan Raya*, Jakarta.

PT. Hasrat Tata Jaya, 2017, *Petunjuk Teknis Penggunaan Aspal Buton JBMA-50 Dalam Campuran Aspal Panas*, Pekanbaru.

Puslitbang, BBPJJN II, 2016, *Propertis Aspal Buton JBMA-50*, Medan.

Standar Nasional Indonesia, SNI-1969-2008, *Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Kasar*

Standar Nasional Indonesia, SNI-1970-2008, *Uji Berat Jenis Penyerapan Air Agregat Halus*



Sukirman, S., 1999, *Beton Aspal Campuran Panas*. Nova, Bandung.

Sukirman, S., 2003, *Beton Aspal Campuran Panas*. Granit, Bandung.

Sukirman, S., 2010, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Nova, Bandung.

The Asphalt Institute, 1983, *Principles Of Construction Of Hot Mix Asphalt Pavement*, Manual Series No. 22, Lexington.

Wahyudi, T.T., 2017, *Penambahan Asbuton Lawele Granular Asphalt (LGA) Sebagai Filler Campuran Aspal Concrete-Binder Course (AC-BC) Terhadap Parameter Marshall dan Indeks Kekuatan Sisa (IKS)*, Skripsi, Universitas Negeri Malang, Malang.

Zaihan, 2017, *Studi Pengaruh Penambahan Buton Granular Asphalt 5/20 Terhadap Karakteristik Marshall Campuran Aspal Panas AC-WC*, Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan.

